



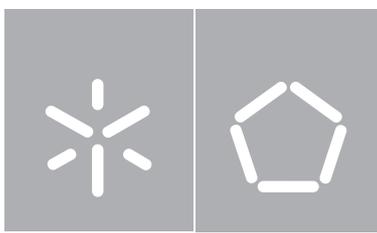
**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Paulo Alexandre Vara Alves

**E-generation: especificação de uma  
arquitetura para Intranets educacionais  
baseada em agentes**

**E-generation: especificação de uma arquitetura para  
Intranets educacionais baseada em agentes**

Paulo Alexandre Vara Alves



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Paulo Alexandre Vara Alves

**E-generation: especificação de uma  
arquitectura para Intranets educacionais  
baseada em agentes**

Dissertação de Doutoramento em Tecnologias e Sistemas de  
Informação, área de Conhecimento de Engenharia e Gestão de  
Sistemas de Informação

Trabalho efectuado sob a orientação de  
**Professor Doutor Luís Alfredo Martins Amaral**  
**Professor Doutor José Adriano Gomes Pires**

# DECLARAÇÃO

**Nome:** Paulo Alexandre Vara Alves

**Endereço Electrónico:** palves@ipb.pt

**Telefone:** 273303082

**Número do Bilhete de Identidade:** 10299053

**Título da Tese de Doutoramento:**

E-generation: Especificação de uma Arquitectura para Intranets Educacionais Baseada em Agentes

**Orientador(es):**

Professor Doutor Luis Alfredo Martins do Amaral

Professor Doutor José Adriano Gomes Pires

**Ano de Conclusão:** 2007

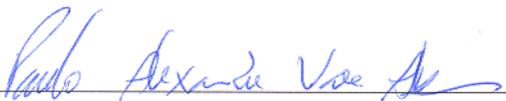
**Designação do Doutoramento:**

Tecnologias e Sistemas de Informação, área de Conhecimento de Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, 31/07/2007

Assinatura:



À Maria José,  
À Inês e à Íris

## Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho, nomeadamente:

- aos meus orientadores, Prof. Doutor Luís Amaral e Prof. Doutor José Adriano Pires, por todo o incentivo e confiança que depositaram em mim, pelos seus sábios conselhos e por toda a sua disponibilidade em partilhar comigo o seu saber com valiosos comentários e sugestões;
- à Prof<sup>a</sup>. Doutora Luísa Miranda, por todo o empenho e apoio na validação do protótipo iDomus e pela disponibilidade em partilhar os seus conhecimentos. Agradeço também a disponibilização do questionário de identificação de estilos de aprendizagem, adaptado de Honey-Alonso para a língua portuguesa.
- ao Prof. Doutor Carlos Morais por todo o incentivo e sugestões, que em muito contribuíram para este trabalho;
- aos alunos que participaram na avaliação do protótipo que com as suas críticas e sugestões ajudaram à concretização deste projecto;
- ao Programa PRODEP pelo apoio concedido na realização deste projecto;
- ao Instituto Politécnico de Bragança por todo o apoio prestado;
- ao Viana, Leonardo, Evandro e Ricardo, por todo o incentivo e apoio prestado na gestão da plataforma;
- a todos os meus colegas e amigos que com ensinamentos, críticas e sugestões contribuíram para a realização deste trabalho;
- a toda a minha família, em especial aos meus pais por todo o apoio prestado e às minhas irmãs pelo incentivo e pela ajuda na revisão do documento;
- à Inês e à Íris por me terem dado uma razão para que todo este trabalho fizesse sentido;
- à Maria José pelo apoio incondicional e pela entrega a este trabalho, o meu muito obrigado.

## Resumo

A rápida evolução das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nos mais variados sectores, levou ao aparecimento de um conjunto de terminologias, tais como o *e-learning*, *e-commerce*, *e-government*, *e-business*, entre outros.

Pretendendo dar resposta à necessidade de integração das TIC nas instituições de ensino superior, surge a arquitectura *E-generation*, com o objectivo de contribuir para uma melhoria dos processos de ensino, gestão e investigação, através da adopção de Intranets educacionais.

Esta abordagem centra-se na mudança de paradigma educacional decorrente do Processo de Bolonha, o qual passa a estar centrado no aluno. Deste modo, constatando-se que a maioria das plataformas de e-learning são usadas como simples repositórios de conteúdos, pretende-se, através de uma abordagem baseada em actividades de aprendizagem, incentivar a mudança do processo educativo, passando a estar centrado em actividades, suportadas por recursos estruturados.

Para além da mudança do processo educativo, ainda que de interesse, é também estudado neste trabalho o impacto que os agentes tutor suportados pelo raciocínio baseado em casos podem ter no apoio ao aluno, nomeadamente adaptando o ambiente de aprendizagem, detectando dificuldades e dando sugestões de recursos que reforcem os conhecimentos, tendo o papel do “anjo da guarda” do aluno.

Para estudar o impacto das TIC na mudança dos processos de ensino, gestão e investigação, foi efectuado um estudo sobre a utilização da Intranet educacional Domus e do protótipo iDomus, que permitiu avaliar em que medida uma abordagem educativa baseada em actividades de aprendizagem e suportada por agentes tutor, pode contribuir para a mudança do paradigma educacional, indo de encontro aos objectivos do Processo de Bolonha e da sociedade baseada no conhecimento.

No âmbito da implementação da arquitectura orientada a serviços *E-generation*, foi possível verificar que o desenvolvimento de ambientes baseados em Intranets educacionais contribui para uma maior eficácia dos processos de ensino, de gestão e de investigação das instituições de ensino superior, tendo por base tecnologias de *e-learning*, *e-management* e *e-research* suportadas por agentes tutor.

## Abstract

The rapid evolution of information and communication technologies (ICT) has resulted in the appearance of technologies such as e-learning, e-commerce, e-government, and e-business, among many others.

In order to support the integration of ICT's in higher education institutions, we propose the *E-generation* architecture; which pretends to contribute to the improvement of learning, management and research processes, supported by educational Intranets.

This approach is associated with the Bologna Agreement, which change the educational paradigm, to be based on the student. With the perception that the e-learning management systems has been used only as content repositories, we propose the adoption of learning activities as the basis of educational process, sequentially to contribute to paradigm change in education.

Despite the contribution in the change of educational process, in this research we pretend to study also the impact of tutoring agents supported by case-based reasoning theory, in the student support, adapting the learning environment, detecting difficulties and suggesting resources that complement the knowledge.

To study the impact of ICT's in educational, management and research processes, it was developed a survey about the adoption of Intranet Domus and iDomus prototype, which allow the evaluation of the learning activities approach, supported by tutoring agents, in order to promote the paradigm change in education, with agreement with the Bologna Process and knowledge-based societies.

In the scope of the implementation of the *E-generation* service oriented architecture, it was possible to verify that the development of educational Intranets, contribute to improve the educational, management and research processes, based on e-learning, e-management and e-research technologies, supported by tutoring agents.

# Índice

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Abstract .....	vii
Índice.....	ix
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Quadros .....	xix
Índice de Gráficos .....	xxi
Siglas.....	xxiii
Capítulo 1: Introdução.....	27
1.1. Motivação.....	27
1.2. Questões de Investigação .....	33
1.3. Contributos Científicos .....	34
1.4. Estrutura da Tese.....	35
Capítulo 2: Intranets Educacionais.....	37
2.1. Introdução .....	37
2.2. Intranets Organizacionais.....	38
2.2.1. Evolução das Intranets.....	38
2.2.2. Integração de Sistemas .....	41
2.2.3. <i>Groupware</i> .....	43
2.2.4. <i>Workflow</i> .....	45
2.2.5. Gestão do Conhecimento.....	47
2.3. E-learning no Ensino Superior .....	49
2.3.1. Evolução do E-learning.....	51
2.3.2. O E-learning no Ensino Superior Português .....	56

2.3.3.	Tecnologias e Ferramentas.....	60
2.3.4.	Sistemas de Gestão da Aprendizagem.....	63
2.3.5.	Conteúdos e Contextos de Aprendizagem.....	67
2.4.	Normas de <i>E-learning</i> .....	71
2.4.1.	AICC .....	73
2.4.2.	IMS.....	74
2.4.3.	IEEE LTSC.....	78
2.4.4.	ADL.....	79
2.5.	O Processo de Bolonha .....	80
2.5.1.	Contextualização do Processo de Bolonha.....	80
2.5.2.	A mudança do Paradigma de Ensino.....	82
2.5.3.	O Papel do E-learning no Processo de Bolonha.....	85
2.6.	O <i>Learning Design</i> como Base do Processo Educativo.....	86
2.6.1.	IMS Learning Design .....	87
2.6.2.	O <i>Learning Design</i> e o Processo de Bolonha.....	91
2.7.	Resumo e Conclusões do Capítulo.....	93
Capítulo 3: Agentes Tutor Colaborativos.....		95
3.1.	Introdução .....	95
3.2.	Raciocínio Baseado em Casos .....	97
3.2.1.	Fundamentos de Raciocínio Baseado em Casos .....	97
3.2.2.	Representação e Indexação de Casos .....	101
3.2.3.	Recuperação de Casos .....	105
3.2.4.	Adaptação de Casos.....	107
3.2.5.	Manutenção de Casos.....	109
3.3.	Teoria de Agentes .....	110
3.3.1.	Tipos de Agentes.....	111

3.3.2.	Sistemas Multiagente .....	114
3.3.3.	Agentes Colaborativos .....	116
3.3.4.	Agentes de Interface .....	117
3.4.	Estilos de Aprendizagem e Sistemas Adaptativos .....	119
3.4.1.	Estilos de Aprendizagem.....	120
3.4.2.	Sistemas de Tutoria Inteligente .....	123
3.4.3.	Sistemas Hipermedia Adaptativos.....	126
3.5.	Agentes Tutor Colaborativos Suportados pelo CBR .....	128
3.5.1.	Aprendizagem Colaborativa.....	129
3.5.2.	Agentes Tutor Colaborativos.....	131
3.5.3.	Metodologia CBR Aplicada a Agentes Tutor .....	133
3.6.	Resumo e Conclusões do Capítulo.....	136
<b>Capítulo 4: Arquitectura de uma Intranet Educacional Baseada em Agentes</b>		<b>139</b>
4.1.	Introdução .....	139
4.2.	Metodologias e Tecnologias de Desenvolvimento .....	141
4.2.1.	Principais Linguagens de Programação .....	141
4.2.2.	Tecnologias de Servidor.....	142
4.2.3.	Tecnologias de Cliente .....	148
4.2.4.	Modelação Usando a Linguagem UML .....	149
4.3.	Estratégias de Implementação.....	152
4.4.	Requisitos de uma Intranet Educacional .....	154
4.4.1.	Usabilidade.....	155
4.4.2.	Desempenho .....	157
4.4.3.	Fiabilidade.....	157
4.4.4.	Segurança .....	158
4.4.5.	<i>Hardware</i> e Implementação .....	160

4.5. Arquitectura Geral.....	161
4.5.1. Tipos de Arquitectura.....	163
4.5.2. Modelo Conceptual da Arquitectura .....	168
4.5.3. Componentes Funcionais .....	170
4.5.4. Modelo de Casos de Uso.....	177
4.5.5. Modelo de Classes.....	187
4.5.6. Modelo de dados .....	192
4.6. Resumo e Conclusões do Capítulo.....	202
Capítulo 5: Descrição do Protótipo iDomus .....	203
5.1. Introdução .....	203
5.2. Descrição da Intranet Domus .....	206
5.3. Componente de E-learning.....	209
5.3.1. Apoio ao Ensino Presencial da Intranet Domus.....	210
5.3.2. Protótipo iDomus .....	212
5.4. Componente de <i>E-management</i> .....	240
5.5. Componente de <i>E-research</i> .....	246
5.6. Resumo e Conclusões do Capítulo.....	249
Capítulo 6: Validação do Protótipo iDomus.....	251
6.1. Introdução .....	251
6.2. Metodologia de Investigação .....	252
6.3. Contextualização do Estudo.....	255
6.4. Análise dos Dados de Utilização.....	261
6.4.1. Plataforma Domus Cursos Online.....	262
6.4.2. Intranet Domus .....	264
6.4.3. Protótipo iDomus .....	271
6.5. Questionário Honey-Alonso de Estilos de Aprendizagem.....	282

6.5.1. Estilos de Aprendizagem dos alunos de Desenvolvimento Web .	283
6.5.2. Estilos de aprendizagem dos alunos de Informática II.....	284
6.6. Análise dos Inquéritos.....	285
6.6.1. Unidade Curricular de Desenvolvimento Web .....	286
6.6.2. Unidade Curricular de Informática II.....	294
6.7. Resumo e Conclusões do Capítulo.....	302
<b>Capítulo 7: Conclusões.....</b>	<b>305</b>
7.1. Introdução .....	305
7.2. Enquadramento e Discussão dos Resultados .....	305
7.3. Contribuição .....	313
7.4. Trabalho Futuro.....	314
7.5. Conclusão .....	316
Bibliografia .....	319
Índice de Autores .....	333
Anexos .....	339
Anexo 1: Pedido de colaboração na avaliação do protótipo .....	341
Anexo 2 : Questionário de estilos de aprendizagem.....	343
Anexo 3 : Inquéritos sobre a Intranet Domus e protótipo iDomus .....	349

## Índice de Figuras

Figura 2.1 - Integração de aplicações usando <i>Web Services</i> .....	43
Figura 2.2 - Hierarquização da informação e do conhecimento [Bergeron 2003] 48	
Figura 2.3 - As principais fases de evolução do <i>e-learning</i> .....	53
Figura 2.4 - Crescimento do mercado mundial de <i>e-learning</i> [IDC 2003] .....	58
Figura 2.5 - Ferramentas de <i>e-learning</i> [Horton 2003] .....	63
Figura 2.6 - Conteúdo e contexto de aprendizagem [Figueiredo e Afonso 2005] 68	
Figura 2.7 - Processo de normalização de tecnologias de <i>e-learning</i> .....	72
Figura 2.8 - Objectivos da estrutura do Content Packing [IMS 2001].....	76
Figura 2.9 - Modelo conceptual do IMS LD [IMS 2003) .....	88
Figura 2.10 - Modelo educacional do presente [Branson 1990, Morais 1994].....	91
Figura 2.11 - Modelo educacional do futuro [Branson 1990, Morais 1994].....	92
Figura 3.1 - Ciclo CBR [Aamodt e Plaza 1994].....	100
Figura 3.2 - Âmbito dos agentes inteligentes [Gilbert 1995] .....	112
Figura 3.3 - Tipologia de agentes [Nwana 1996] .....	113
Figura 3.4 - Ciclo de aprendizagem [Honey e Mumford 1986].....	121
Figura 3.5 - Arquitectura de um sistema de tutoria inteligente [Woolf 1987] ....	124
Figura 3.6 – Ciclo de um sistema hipermedia adaptativo [Brusilovsky 1996] ...	127
Figura 4.1 - Arquitectura típica cliente-servidor .....	143
Figura 4.2 - Exemplo de uma arquitectura Web .....	144
Figura 4.3 - Arquitectura do J2EE.....	145
Figura 4.4 - Processamento de um script PHP [Converse, <i>et al.</i> 2004] .....	146
Figura 4.5 - Estrutura da Framework. NET [Chappell 2006] .....	147
Figura 4.6 - Ciclo de desenvolvimento em cascata [Royce 1970] .....	153
Figura 4.7 - Processo de desenvolvimento aplicado a Intranets.....	154
Figura 4.8 - Ciclo de gestão do risco de segurança [Phaltankar 2000] .....	159
Figura 4.9 - Arquitectura típica de um sistema de informação .....	160
Figura 4.10 - Vectores do ensino superior [Pires e Alves 2002].....	162
Figura 4.11 - Arquitectura de três camadas.....	166
Figura 4.12 - Elementos de uma arquitectura SOA [Krafzig, <i>et al.</i> 2005].....	168
Figura 4.13 – Vectores estratégicos do ensino superior [Pires e Alves 2002] ....	169

Figura 4.14 - Aplicações de uma instituição de ensino superior.....	170
Figura 4.15 - Componentes fundamentais de uma Intranet educacional .....	171
Figura 4.16 - Componentes do <i>Learning Design</i> [Oliver e Herrington 2001]....	174
Figura 4.17 - Diagrama de um <i>Play</i> [Unfold Project 2006].....	174
Figura 4.18 - Camadas de uma arquitectura orientada a serviços.....	177
Figura 4.19 - Componentes da arquitectura da Intranet educacional .....	179
Figura 4.20 - Diagrama de casos de uso da gestão de <i>workflow</i> .....	180
Figura 4.21 - Casos de uso da gestão do <i>workflow</i> .....	181
Figura 4.22 - Gestão orçamental .....	183
Figura 4.23 - Gestão pedagógica.....	185
Figura 4.24 - Gestão da aprendizagem ( <i>e-learning</i> ).....	186
Figura 4.25 - Gestão de projectos.....	187
Figura 4.26 - Modelo de classes da componente de <i>Learning Design</i> .....	190
Figura 4.27 - Algoritmo de cálculo da semelhança em conjuntos <i>fuzzy</i> .....	191
Figura 4.28 - Diagrama de classes do motor CBR .....	192
Figura 4.29 - Modelo ER da componente de <i>Learning Design</i> .....	195
Figura 4.30 - Modelo ER simplificado da ficha da unidade curricular.....	199
Figura 4.31 - Modelo de dados correspondente ao motor CBR.....	200
Figura 4.32 - Modelo de dados relativo aos estilos de aprendizagem.....	201
Figura 5.1 - Organigrama dos serviços centrais do IPB.....	204
Figura 5.2 - Estrutura orgânica da ESTiG.....	205
Figura 5.3 - Plataforma de <i>e-learning</i> Domus Cursos Online.....	206
Figura 5.4 - Arquitectura tecnológica da Intranet Domus.....	208
Figura 5.5 - Área do docente da componente de <i>e-learning</i> da Intranet.....	211
Figura 5.6 - Arquitectura da plataforma iDomus .....	214
Figura 5.7 - Arquitectura de quatro camadas da plataforma iDomus .....	215
Figura 5.8 - Número de linhas de código da <i>plataform</i> iDomus.....	218
Figura 5.9 – Processo de autoria das actividades de aprendizagem.....	220
Figura 5.10 - Inserção do programa da ficha da unidade curricular.....	221
Figura 5.11 - Editor de <i>Learning Design</i> – área de gestão de conteúdos.....	222
Figura 5.12 - Editor de actividades de aprendizagem .....	223
Figura 5.13 - Página inicial da área de aluno do protótipo iDomus.....	225
Figura 5.14 – Menu de aprendizagem do protótipo iDomus.....	226

Figura 5.15 - Fórum do protótipo iDomus .....	227
Figura 5.16 - <i>Wiki</i> do protótipo iDomus.....	228
Figura 5.17 - Ciclo CBR [Aamodt e Plaza 1994] adaptado ao iDomus.....	232
Figura 5.18 – Adição de notas aos conteúdos .....	233
Figura 5.19 - Cálculo da semelhança dos casos, usando a lógica <i>fuzzy</i> .....	234
Figura 5.20 - Fórmula de cálculo da semelhança final.....	234
Figura 5.21 – Cálculo da semelhança num conjunto <i>fuzzy</i> .....	235
Figura 5.22 - Cálculo da semelhança entre estilos de aprendizagem.....	236
Figura 5.23 – Algoritmo KNN .....	236
Figura 5.24 - Fórmula de cálculo da semelhança entre duas <i>strings</i> .....	239
Figura 5.25 - Algoritmo de cálculo da semelhança entre duas <i>strings</i> .....	239
Figura 5.26 - Gestão orçamental – área do secretariado .....	242
Figura 5.27 - Gestão do currículo do docente .....	243
Figura 5.28 - Geração dinâmica do currículo do docente .....	244
Figura 5.29 - Gestão de sumários .....	245
Figura 5.30 - Gestão financeira dos projectos.....	247
Figura 5.31 - Gestão do currículo científico.....	248
Figura 6.1 - Etapas de uma metodologia de investigação .....	255

## Índice de Quadros

Quadro 2.1 - Especificações publicadas pelo IMS.....	75
Quadro 3.1 - Métodos de representação de casos .....	104
Quadro 5.1 - Critérios para o cálculo dos níveis de preferência [Miranda 2005]	231
Quadro 6.1 - Investigação quantitativa e qualitativa [Neill 2006] .....	254
Quadro 6.2 - População e amostra da plataforma Domus Cursos Online.....	257
Quadro 6.3 - População e amostra de docentes – Intranet Domus.....	258
Quadro 6.4 - População e amostra de alunos - Intranet Domus .....	259
Quadro 6.5 - População e amostra - protótipo iDomus.....	260
Quadro 6.6 - Relação entre os indivíduos do grupo convidado e real.....	261
Quadro 6.7 - Dados de utilização da plataforma Domus Cursos Online .....	262
Quadro 6.8 - Ficheiros disponibilizados.....	268
Quadro 6.9 - Utilização do fórum da Intranet Domus.....	270
Quadro 6.10 - Horário de acessos à plataforma em Desenvolvimento Web.....	274
Quadro 6.11 - Apoio prestado pelo agente tutor myDomus.....	277
Quadro 6.12 - Apoio prestado pelo agente tutor MyDomus .....	281
Quadro 6.13 - Média e moda dos estilos .....	283
Quadro 6.14 - Média e moda dos estilos de aprendizagem.....	285
Quadro 6.15 - Caracterização do grupo experimental e de controlo de DW .....	286
Quadro 6.16 - Experiência de utilização da Internet.....	287
Quadro 6.17 - Tipo de utilização da Internet.....	287
Quadro 6.18 - Uso do correio electrónico .....	288
Quadro 6.19 - Uso dos fóruns de discussão .....	288
Quadro 6.20 - Tempo de utilização de programas de mensagens instantâneas ..	289
Quadro 6.21 - Caracterização da Intranet Domus .....	289
Quadro 6.22 - Formato dos conteúdos .....	290
Quadro 6.23 - Pontos positivos da Intranet Domus.....	290
Quadro 6.24 - Pontos a melhorar na Intranet Domus.....	291
Quadro 6.25 - Caracterização do protótipo iDomus.....	292
Quadro 6.26 - Vantagens da utilização dos fóruns.....	292

Quadro 6.27 - Experiência de utilização da iDomus.....	293
Quadro 6.28 - Sugestões de melhoria da iDomus .....	293
Quadro 6.29 - Aspectos não mencionados no questionário .....	294
Quadro 6.30 - Caracterização do grupo experimental e de controlo de I2.....	295
Quadro 6.31 - Experiência de utilização da Internet.....	295
Quadro 6.32 - Tipo de utilização da Internet.....	296
Quadro 6.33 - Uso do correio electrónico .....	296
Quadro 6.34 - Uso dos fóruns de discussão .....	297
Quadro 6.35 - Utilização de programas de mensagens instantâneas.....	297
Quadro 6.36 - Caracterização da Intranet Domus .....	298
Quadro 6.37 - Formato dos conteúdos .....	298
Quadro 6.38 - Pontos positivos da Intranet Domus.....	299
Quadro 6.39 - Pontos a melhorar na Intranet Domus.....	299
Quadro 6.40 - Caracterização do protótipo iDomus.....	300
Quadro 6.41 - Vantagens da utilização dos fóruns.....	300
Quadro 6.42 - Experiência de utilização da iDomus.....	301
Quadro 6.43 - Sugestões de melhoria da iDomus .....	301
Quadro 6.44 - Aspectos não mencionados no questionário .....	301

## Índice de Gráficos

Gráfico 6.1 - População e amostra da plataforma Domus Cursos Online.....	257
Gráfico 6.2 - População e amostra de docentes da Intranet Domus.....	258
Gráfico 6.3 - População e amostra de alunos da Intranet Domus .....	259
Gráfico 6.4 - Utilizadores da plataforma Domus Cursos Online .....	263
Gráfico 6.5 - Relação entre acessos e publicação de conteúdos dos docentes ....	264
Gráfico 6.6 - Alunos que utilizaram a Intranet Domus .....	265
Gráfico 6.7 - Meios de acesso dos alunos à Intranet.....	266
Gráfico 6.8 - Meios de acesso dos docentes à Intranet Domus.....	267
Gráfico 6.9 - Disciplinas/unidades curriculares <i>online</i> .....	267
Gráfico 6.10 - Unidades curriculares <i>online</i> e conteúdos disponibilizados .....	268
Gráfico 6.11 - Tipo de conteúdos disponibilizados.....	269
Gráfico 6.12 - Formato de publicação dos conteúdos.....	269
Gráfico 6.13 - Acessos ao protótipo iDomus e à Intranet Domus.....	272
Gráfico 6.14 - Acessos ao protótipo iDomus em DW.....	273
Gráfico 6.15 - Acessos à Intranet Domus em DW .....	273
Gráfico 6.16 - Alunos que acederam à Intranet Domus e ao protótipo iDomus .	274
Gráfico 6.17 - Número de recursos disponibilizados .....	275
Gráfico 6.18 - Fórum do protótipo iDomus .....	276
Gráfico 6.19 - Alunos que acederam às duas plataformas em Informática II.....	278
Gráfico 6.20 - Acessos ao protótipo iDomus Informática II.....	279
Gráfico 6.21 - Acessos à Intranet Domus Informática II .....	279
Gráfico 6.22 - Recursos disponibilizados.....	280
Gráfico 6.23 - Utilização do fórum do protótipo iDomus.....	280
Gráfico 6.24 - Estilos de Aprendizagem do grupo DWE.....	283
Gráfico 6.25 - Relação dos estilos de aprendizagem do grupo IE .....	285

## **Siglas**

*ADL - Advanced Distributed Learning*  
*AHS - Adaptive Hypermedia System*  
*AICC - Aviation Industry CBT Committee*  
*AJAX - Asynchronous JavaScript and XML*  
*ALIC - Advanced Learning Infrastructure Consortium*  
*API - Application Program Interface*  
*AWBES - Adaptive Web-Based Educational Systems*  
*BDI - Believe-Desire-Intention*  
*BPM - Business Process Modeling*  
*CAL - Computer Assisted Learning*  
*CAM - Content Agregation Model*  
*CBR - Case Based Reasoning*  
*CBT - Computer-Based Training*  
*CEN - European Centre of Normalization*  
*CERT - Computer Emergency Response Team*  
*CGIs - Common Gateway Interface*  
*CHAEA - Cuestionario Honey-Alonso de Estilos Aprendizaje*  
*CLR - Common Language Runtime*  
*CMI - Computer Management Instructions*  
*CMS - Content Management System*  
*CP - Content Packaging*  
*CSCW - Computer Supported Cooperative Work*  
*CSS - Cascading Style Sheet*  
*DHTML - Dynamic HTML*  
*DOM - Document Object Model*  
*DSS - Decision Support System*  
*DTD - Document Type Definition*  
*ECTS - European Credit Transfer System*  
*EIS - Executive Information System*  
*EML - Educational Markup Language*

ERP - *Enterprise Resource Planing*  
ESTiG - *Escola Superior de Tecnologia e de Gestão*  
FIPA - *Foundation for Intelligent Physical Agents*  
HTML - *HyperText Markup Language*  
HTTP - *HyperText Transfer Protocol*  
IDC - *International Data Corp.*  
IEC - *International Electrotechnical Commission*  
IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*  
IMAP - *Internet Message Access Protocol*  
IMS - *IMS Global Learning, Inc*  
IMS LD - *IMS Learning Design*  
IP - *Internet Protocol*  
IPB - *Instituto Politécnico de Bragança*  
IRC - *Internet Relay Chat*  
ISO - *International Standards Organization*  
ISP - *Internet Service Provider*  
ISSS - *Information Society Standardization System*  
ITS - *Intelligent Tutoring System*  
IVLE - *Integrated Virtual Learning Environment*  
J2EE - *Java 2 Enterprise Edition*  
JSF - *JavaServer Faces*  
JSP - *JavaServer Pages*  
JTC - *Joint Technical Commitee*  
KQML - *Knowledge Query and Manipulation Language*  
LAMS - *Learning Activity Managment System*  
LAN - *Local Area Network*  
LCMS - *Learning Context Management Systems*  
LDAP - *Lightweight Directory Access Protocol*  
LIP - *Learner Information Package*  
LMS - *Learning Management System*  
LOM - *Learning Object Metadata*  
LTSA - *Learning Technology Systems Architecture*  
LTSC - *Learning Technology Standards Committee*  
MIMIC - *Multiple Intelligent Mentors Instructing Collaboratively*

MIS - *Management Information System*  
MIT - *Massachusetts Institute of Technology*  
MSIL - *Microsoft Intermediate Language*  
OCLC - *Online Computer Library Center*  
ODBC - *Open Database Connectivity*  
OLAT - *Online Learning And Training*  
OMG - *Object Management Group*  
PBL - *Project Based Learning*  
PDA - *Personal Digital Assistant*  
PDF - *Portable Document Format*  
PHP - *Hypertext Preprocessor*  
POO - *Programação Orientada a Objectos*  
POP3 - *Post Office Protocol*  
QTI - *Question and Test Interoperability*  
RAD - *Rapid Application Development*  
RAID - *Redundant Array of Independent Disks*  
RDIS - *Rede Digital Integrada de Serviços*  
RSS - *Really Simple Syndication*  
RTE - *Run-Time Environment*  
SCO - *Sharable Content Object*  
SCORM - *Sharable Content Object Reference Model*  
SI - *Sistema de Informação*  
SIF - *Schools Interoperability Framework*  
SIP - *Session Initiation Protocol*  
SMIL - *Synchronized Multimedia Integration Language*  
SOA - *Service-Oriented Architecture*  
SOAP - *Simple Object Access Protocol*  
SQL - *Structured Query Language*  
SS - *Simple Sequency*  
SSL - *Secure Sockets Layer*  
TCP/IP - *Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*  
TI – *Tecnologias de Informação*  
TIC - *Tecnologias de Informação e Comunicação*  
UDDI - *Universal Description, Discovery and Integration*

UDP - *User Datagram Protocol*  
UML - *Unified Modeling Language*  
UNESCO - *United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*  
VLANs - *Virtual Local Area Networks*  
VoIP - *Voice over IP*  
VPN - *Virtual Private Network*  
W3C - *World Wide Web Consortium*  
WebCT - *Web Course Tools*  
Wi-Fi - *Wireless Fidelity*  
WSDL – *Web Services Definition Language*  
WWW - *World Wide Web*  
WYSIWYG - *What You See Is What You Get*  
XHTML - *Extensible Hypertext Markup Language*  
XML - *Extensible Markup Language*  
XSD - *XML Schema Definition*  
XSL - *Extensible Stylesheet Language*  
XUL - *XML User Interface Language*

# Capítulo 1: Introdução

## 1.1. Motivação

Vive-se, actualmente, um momento de significativa mudança na estrutura das sociedades. As modificações inerentes à transição para a sociedade da informação criaram, provavelmente, o maior impacto desde a Revolução Industrial, afectando profundamente a organização tanto da economia como da sociedade.

O acesso à informação e ao conhecimento tornou-se um factor fundamental na mudança das estruturas económicas e sociais, sendo a chave para a competitividade e a inovação num mundo cada vez mais globalizado.

Em sociedades baseadas no conhecimento, a qualidade e a inovação do sistema educativo é um dos principais pilares que sustenta todo o desenvolvimento económico e social. Este é o principal desafio que o sistema educativo enfrenta, necessitando da mudança para um paradigma de formação ao longo da vida, com ciclos de formação mais curtos e que fomente o “aprender a aprender”.

A União Europeia, consciente desta realidade, iniciou em 1999 o Processo de Bolonha, com o objectivo último de aumentar o número de recursos qualificados na Europa e tornar o ensino superior europeu mais competitivo, estabelecendo como meta até 2010, a criação de um Espaço Europeu de Ensino Superior.

Em 2000, durante a Presidência Portuguesa da União Europeia foi criada a Estratégia de Lisboa, com o grande objectivo de tornar a Europa num espaço competitivo à escala global sem pôr em causa a coesão social e a sustentabilidade ambiental. Para atingir esta meta foi efectuada uma aposta no conhecimento e na inovação como factores de competitividade, coesão e emprego. No entanto, os resultados conseguidos foram díspares.

Nos países em que houve uma concretização coordenada dos objectivos de Lisboa, obtiveram-se progressos assinaláveis em todos os indicadores. Em outros países, em que Portugal se inclui, faliu a implementação e os resultados foram pouco relevantes.

No Conselho Europeu da Primavera de 2005 foi decidido relançar a Estratégia de Lisboa, focalizando-a nos objectivos do crescimento e do emprego, continuando a ser a grande aposta o crescimento económico com base no conhecimento.

Nas conclusões do Conselho Europeu de Março de 2006 salienta-se que “a educação e a formação são factores determinantes, não só para o desenvolvimento do potencial de competitividade da UE a longo prazo, como para a coesão social”, que “há que acelerar os processos de reforma que deverão conduzir à criação de sistemas educativos de grande qualidade e simultaneamente eficientes e equitativos” [Conselho da União Europeia 2006].

As tecnologias de informação e comunicação (TIC), e particularmente o *e-learning*, têm assim um papel fundamental na concretização dos objectivos definidos na Estratégia de Lisboa e posteriormente rectificadas no Programa Educação e Formação para 2010. Os objectivos estratégicos consistem em aumentar a qualidade e a eficácia dos sistemas de educação e formação na União Europeia, facilitar o acesso a todos aos sistemas de educação e formação, e abri-los ao resto do Mundo.

O sistema educativo enfrenta agora novos desafios que obrigam ao aumento do desempenho e a abertura a novos públicos, potenciando a aprendizagem ao longo da vida. Para dar resposta a estes novos desafios é fundamental uma racionalização de recursos e apostem em novas tecnologias e metodologias de ensino e aprendizagem.

O programa Elearning, lançado pela Comissão Europeia e concluído em 2006, teve fundamentalmente o objectivo de tornar o uso das TIC no ensino uma realidade na Europa. Segundo a Comissão Europeia, o programa Elearning é um passo em frente na concretização da visão de que a tecnologia deve servir a aprendizagem ao longo da vida.

As principais linhas de acção do programa foram:

- Promover a literacia digital;
- Campus virtuais europeus;
- E-Twinning – Ligação electrónica das escolas europeias e a promoção da formação de professores em TIC;
- Acções transversais de promoção do e-learning na Europa.

No ensino superior, a medida com melhores resultados foi a dos Campus Virtuais, que teve como principal objectivo dar uma maior dimensão ao *e-learning*, contribuindo para o estabelecimento de um espaço europeu de mobilidade ao nível do ensino superior.

Paralelamente, a estas iniciativas de âmbito europeu, vários países desenvolveram projectos nacionais de *e-learning*, dos quais se destaca no Reino Unido a *e-Universidade*, na Holanda a Universidade Digital, na Alemanha e na Finlândia a Universidade Virtual e em Portugal o e-U.

O projecto e-U Campus Virtuais, iniciado em 2003, foi uma iniciativa que visa a criação e desenvolvimento de serviços, conteúdos, aplicações e redes de comunicações móveis (dentro e fora da universidade) para estudantes e professores do ensino superior, incentivando e facilitando a produção, acesso e partilha de conhecimento [Umic 2003].

Muitos destes projectos traduziram-se em grandes investimentos em tecnologia (*hardware* e software), mas com reduzidos resultados ao nível pedagógico e ao nível da mudança dos processos de ensino e aprendizagem.

Na iniciativa lançada em 2001 pela Comissão Europeia, E-learning: Planear a Educação do Futuro é referido que “a disponibilização de boas ligações, equipamento, conteúdos e serviços é importante, mas não é suficiente para garantir um *e-learning* efectivo e de qualidade. Experiências efectuadas demonstram que a chave para o sucesso da aprendizagem suportada pelas TIC está na orientação e no suporte oferecido pelo professor, formador ou tutor. Para estes agentes estarem preparados para a mudança do ambiente e da sua função no processo de aprendizagem é necessário que exista um investimento na formação a todos os níveis”.

A formação do uso básico das TIC é claramente necessária. No entanto, é ainda mais importante o contínuo desenvolvimento de conhecimentos e de competências em novas práticas pedagógicas e na inovação na aprendizagem [Comissão Europeia 2003].

Esta necessidade de mudança no ensino superior foi antevista por Drucker [Drucker 1997], quando referiu que no futuro as universidades não sobrevirão como instituições residentes. Por outro lado, existem outros autores que antevêm que no futuro as universidades tornar-se-ão fornecedoras de conteúdos e facilitadoras do processo de aprendizagem, sendo os conteúdos produzidos por empresas especializadas.

A ideia de que o maior valor de uma instituição de ensino está na qualidade dos conteúdos pedagógicos, veio a ser contestada pela iniciativa OpenCourseware do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) [MIT *Opencourseware* 2007], que disponibiliza

gratuitamente na Internet material relativo aos seus cursos. Esta iniciativa veio confirmar que as universidades podem apostar na liberdade do acesso ao conhecimento, porque o real valor de uma universidade está no suporte ao processo de aprendizagem e não nos conteúdos.

Para que as instituições de ensino superior estejam preparadas para esta nova realidade é necessária uma mudança do paradigma educacional de forma a tirar partido das vantagens que a sociedade da informação e do conhecimento podem trazer à educação. Isto implica que o professor assuma o papel de facilitador da aprendizagem e menos de transmissor do conhecimento.

Um estudo sobre a adopção das TIC no ensino superior revela que a maioria das instituições não espera uma grande mudança com o uso das TIC. Na maioria dos casos as TIC são usadas para melhorar as actividades de ensino, em vez de substituir o ensino presencial pelo modelo a distância. Só em poucos casos é que as TIC são adoptadas com o intuito de entrar em novos mercados da educação através da educação a distância [Lipori 2003].

Betty [Betty e Marijk 2002] refere que com o uso das TIC no ensino e na aprendizagem, o professor continua no processo, mas fazendo mais com a tecnologia sem nenhuma recompensa. Os professores não estão particularmente preocupados com o uso das TIC e não estão a mudar a forma de ensinar, mesmo usando as TIC de diversas formas.

Segundo Dias [Dias 2004], construir espaços de formação *online* constitui um desafio que não se limita à simples transferência para a Web dos conteúdos organizados para as actividades presenciais. Esta perspectiva tende a transformar os ambientes *online* em repositórios de informação e não nos desejados espaços de interacção e experimentação.

Os cursos *online* são geralmente bem aceites pelos alunos [Schultz 1998] e mesmo no caso em que os alunos expressam uma preferência pelo ensino presencial, testes objectivos revelam que os resultados da aprendizagem são idênticos no ensino presencial e *online* [Johnson, *et al.* 2000].

Senge [Senge 2000] refere que olhando para o futuro, será necessário que o ensino em rede necessite de ser parte de uma larga estratégia de reconceptualização da educação e da construção de novas organizações educacionais e da sociedade do conhecimento.

O desenvolvimento de tecnologias que se adaptem às necessidades do aluno e que tenham a capacidade de aprender através da experiência em ambientes colaborativos é um

dos grandes desafios que se coloca actualmente às novas plataformas de gestão da aprendizagem.

Este trabalho de investigação tem como base trabalhos anteriores, desenvolvido pelo autor antes do início desta investigação, ao nível da integração de tecnologias de *e-learning* na Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança. A primeira experiência de integração de tecnologias de *e-learning* iniciou-se em 1999 com o desenvolvimento da plataforma Domus Cursos Online [Alves 2000]. Após vários anos de utilização verificou-se uma baixa motivação por parte dos docentes em utilizar a plataforma como ferramenta de apoio ao ensino. Constatou-se também que nas disciplinas em que foi adoptada, era usada como um simples repositório de sebatas, sem uma estrutura adequada para a aprendizagem *online*.

No sentido de mudar esta situação, deu-se início na Escola Superior de Tecnologia e de Gestão a um processo de reflexão com vista à definição de uma estratégia que permitisse o uso eficaz das tecnologias de *e-learning* por parte de docente e alunos, fomentando a mudança do paradigma de ensino, passando o docente a ter um papel de facilitador da aprendizagem [Branson 1990].

Esta mudança requer uma ruptura com os modelos que sempre imperaram desde a revolução industrial, em que o conhecimento é transmitido aos alunos sempre da mesma forma, tal como refere Honey [Honey e Mumford 1986] - os professores assumem muitas vezes que os alunos são como “recipientes” vazios à espera de serem cheios através de métodos de ensino que os professores preferem.

Desta forma, este trabalho de investigação procura estudar o efeito que as TIC podem representar na mudança das instituições de ensino superior, no sentido de darem resposta às necessidades da sociedade do conhecimento, preconizadas no processo de Bolonha, o que implica uma estratégia de formação ao longo da vida e um ensino mais individualizado e centrado no aluno.

Neste contexto, a disponibilização de ambientes de aprendizagem centrados no aluno e que se adaptem às suas necessidades, podem dar um contributo na mudança dos processos educativos. Para cumprir este objectivo considera-se fundamental a integração de metodologias de inteligência artificial para tornar os ambientes adaptáveis às necessidades de aprendizagem específicas de cada aluno.

A utilização da inteligência artificial no ensino teve a sua génese nos sistemas de tutoria inteligente. Segundo Kearsley [Kearsley 1987], os sistemas de tutoria inteligente

aplicam técnicas de inteligência artificial para ensinar. Dede [Dede 1986] refere que um tutor inteligente é um dispositivo autónomo, o qual pode iniciar interacções com o utilizador e incorporar todo o conhecimento necessário para ensinar um assunto.

De acordo com Corbett [Corbett, *et al.* 1999] a actual geração de sistemas de tutoria inteligente só têm metade da eficiência de um tutor humano. É necessário desenvolver sistemas de tutoria que sejam tão efectivos como os tutores humanos. Para isso é fundamental estudar o comportamento dos tutores humanos em ambientes de aprendizagem distribuídos e usar esse conhecimento para desenvolver sistemas de tutoria inteligente mais avançados.

Tendo como base trabalhos realizados por diversos autores na área dos sistemas de tutoria inteligente [Boose 1986, Kearsley 1987, Dede 1986, Woolf 1996], o foco principal desta investigação centra-se na especificação de uma arquitectura baseada em agentes tutor colaborativos de suporte ao processo de aprendizagem. Com esta nova arquitectura pretende-se que os processos de ensino e aprendizagem sejam centrados no aluno, fomentando uma partilha do conhecimento mais efectiva, e que todo o processo de ensino e aprendizagem seja baseado em actividades de aprendizagem.

Ao centrar-se o processo de aprendizagem em actividades e não nos conteúdos, é dado ao aluno uma concepção clara dos objectivos a atingir e quais os recursos necessários para os atingir. Com esta abordagem é possível também uma reutilização não só dos conteúdos mas também dos contextos de aprendizagem, que inclui a discussão de temas, notas e dúvidas.

A adaptação dos conteúdos e dos contextos de aprendizagem implica a utilização de técnicas de inteligência artificial que aconselhem o aluno durante o percurso de aprendizagem, com base nas suas necessidades específicas. Segundo Figueiredo [Figueiredo e Afonso 2005], o contexto é aquilo que é relevante para o aluno construir o seu conhecimento, podendo variar em momentos diferentes. Por outro lado, os autores referem também que o contexto é aquilo que o instrutor considera relevante para a experiência de aprendizagem do aluno.

A principal motivação deste trabalho centra-se no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem adaptativos e centrados no utilizador, pretendendo-se estudar qual o impacto que as TIC podem ter na mudança do paradigma educacional e que tipo de suporte os agentes tutor podem dar no processo de aprendizagem.

Para implementar esta estratégia, considera-se fundamental desenvolver sistemas centrados no utilizador e que integrem as componentes de ensino, gestão e investigação. Deste modo, as Intranets educacionais podem dar um grande contributo para tornar as instituições de ensino superior mais ágeis e eficazes, de forma a estarem preparadas para os desafios das sociedades baseadas no conhecimento.

## 1.2. Questões de Investigação

A integração das TIC na educação tem sido um processo lento e que, nomeadamente no ensino superior, encontra uma resistência natural à mudança dos processos de ensino e aprendizagem.

Segundo Harasim [Harasim 2000], a mudança de paradigma necessária é, muitas vezes, apresentada como a mudança para uma abordagem colaborativa no processo de ensino e aprendizagem, também designada como aprendizagem colaborativa em rede ou simplesmente aprendizagem em rede.

O *e-learning* é frequentemente visto como uma forma de distribuição electrónica de conteúdos, sendo esta uma visão redutora das suas potencialidades, o que não incentiva a criação de ambientes colaborativos de aprendizagem.

Tal como Stacey [Stacey 2003] refere, existe uma consciência de que os conteúdos tal como são estruturados levam a que o *e-learning* seja idêntico ao folhear um livro, sem qualquer tipo de interactividade e sem nenhuma estratégia pedagógica.

Deste modo, pretende-se estudar em que medida é que as TIC podem fomentar a mudança dos processos de ensino e aprendizagem, passando a estar centrados no aluno, e que estratégias podem ser seguidas para melhorar esses resultados.

A principal questão de investigação que orientou este trabalho foi a seguinte:

**- Quais as estratégias que podem fomentar a mudança dos processos de ensino e aprendizagem de forma a melhorar os resultados de aprendizagem?**

Subjacente a esta questão de âmbito geral está associada questões mais específicas que serviram de base a este trabalho de investigação, as quais foram organizadas da seguinte forma:

- As plataformas integradas de gestão administrativa, da aprendizagem e da investigação potenciam o uso mais abrangente das TIC no ensino superior?
- As metodologias de ensino e aprendizagem baseadas em actividades impulsionam a mudança para um paradigma centrado no aluno, mais condizente com o Processo de Bolonha?
- Qual a relação que poderá existir entre os estilos de aprendizagem e a colaboração no processo de construção do conhecimento?
- De que forma poderão os agentes tutor colaborativos contribuir para a melhoria da aprendizagem?

Estas questões de investigação reflectem a preocupação crescente de investigadores e educadores na adopção de novas metodologias pedagógicas em ambientes de aprendizagem *online*.

### **1.3. Contributos Científicos**

As principais áreas de estudo deste trabalho incluem os sistemas de informação, nomeadamente as Intranets, e a inteligência artificial no suporte à aprendizagem. Os conhecimentos destas duas áreas convergem na adopção de agentes em Intranets educacionais, permitindo o desenvolvimento de sistemas integrados de ensino, investigação e de gestão.

Uma das principais motivações deste trabalho encontra-se na implementação do Processo de Bolonha, o qual implica grandes mudanças nos processos de ensino e aprendizagem. Ao ser uma abordagem mais centrada na aquisição de competências e uma maior atenção ao processo de aprendizagem em si, verifica-se uma ruptura com o modelo clássico baseado na sala de aula.

O principal objectivo deste trabalho centra-se na especificação de uma arquitectura para Intranets educacionais que potencie a melhoria dos resultados de aprendizagem e a eficiência dos processos organizacionais. Pretende-se assim, analisar o papel das tecnologias de informação e comunicação no processo de ensino e aprendizagem, bom

como que estratégias podem ser seguidas para um maior envolvimento dos diversos intervenientes no processo educativo.

Da validação das questões de investigação resultam as seguintes contribuições:

- Uma arquitectura genérica para Intranets educacionais, integrando as vertentes ensino, investigação e gestão;
- Um sistema de gestão de conteúdos baseado em actividades de aprendizagem, de acordo com as normas IMS *Learning Design*;
- Um modelo de agentes tutor colaborativos suportados pelo raciocínio baseado em casos;
- Mecanismos de adaptação do ambiente de aprendizagem às necessidades do aluno, com base no seu estilo e percurso de aprendizagem;
- Mecanismos de partilha do conhecimento, através da anotação colaborativa de documentos;
- Um modelo de adaptação dos conteúdos ao contexto de aprendizagem.

#### **1.4. Estrutura da Tese**

Este trabalho engloba duas áreas de estudo transversais: as Intranets, baseadas na investigação em sistemas de informação, e os agentes, da área de inteligência artificial. Pretende-se assim apresentar um modelo de uma plataforma tecnológica que suporte a vertente organizacional e educacional de uma instituição de ensino superior.

A tese de dissertação encontra-se dividida em sete capítulos, sendo os dois primeiros relativos ao contexto e os restantes referentes à concretização.

Os temas abordados encontram-se organizados da seguinte forma:

- **Capítulo 1** - Introdução.
- **Capítulo 2** - Contextualização organizacional, onde são apresentados conceitos subjacentes às Intranets educacionais e como é que esta abordagem pode ser aplicada às instituições de ensino superior. Em seguida é apresentado um enquadramento do e-learning no ensino

superior e quais os desafios que o Processo de Bolonha trás à mudança do paradigma educacional. No final do capítulo são apresentadas algumas perspectivas de mudança dos processos de ensino e aprendizagem, focados em actividades de aprendizagem e suportado por ambientes de aprendizagem adaptativos e integrados.

- **Capítulo 3** - Apresentação dos trabalhos relacionados com os instrumentos de apoio pedagógico, sendo apresentadas algumas perspectivas de suporte ao processo de aprendizagem baseadas em teorias de inteligência artificial. Esta abordagem inclui a importância dos estilos de aprendizagem no processo educativo, sendo baseada nas áreas de investigação dos sistemas hipermedia adaptativos e dos sistemas de tutoria inteligente. No final do capítulo são apresentadas novas perspectivas de aplicação da inteligência artificial na educação, baseadas em agentes tutor colaborativos e usando a metodologia do raciocínio baseado em casos.
- **Capítulo 4** - Descrição do modelo de uma arquitectura educacional baseada em agentes tutor colaborativos.
- **Capítulo 5** – Apresentação e descrição da Intranet Domus e do protótipo iDomus, que foram os instrumentos escolhidos para validar o modelo da arquitectura, ao nível da integração de serviços e da organização pedagógica baseada em actividades de aprendizagem e suportada por agentes tutor.
- **Capítulo 6** – Explicação da metodologia de validação do protótipo e apresentação dos resultados alcançados.
- **Capítulo 7** – Apresentação das conclusões do trabalho de investigação e trabalhos futuros.

## Capítulo 2: Intranets Educacionais

### 2.1. Introdução

Neste capítulo é apresentada uma contextualização das Intranets educacionais, sendo feita uma perspectiva histórica das Intranets organizacionais e uma apresentação das suas vantagens no ensino superior. Na primeira parte do capítulo são expostas as principais características das Intranets organizacionais, qual a sua evolução e qual o seu papel na integração de sistemas e na gestão do conhecimento.

Na segunda parte é apresentada a evolução do *e-learning* no ensino superior e que mudanças advêm ao nível organizacional e educacional. Em seguida é discutido o Processo de Bolonha, nomeadamente o seu papel ao nível da transformação do paradigma educacional, e o contributo do *e-learning* para essa mudança.

No sentido de suportar a mudança do paradigma educacional é discutida a adopção do IMS *Learning Design* como base do processo educativo, centrado em actividades de aprendizagem. Neste sentido é apresentada uma perspectiva de como o *Learning Design* pode ajudar a cumprir um dos objectivos do Processo de Bolonha, de centrar o processo educativo no aluno e não na sala de aula.

Na última parte do capítulo é apresentada uma visão de como as Intranets educacionais, como sistemas integrados de gestão da aprendizagem e de gestão organizacional, podem ajudar as instituições de ensino superior a enfrentar os novos desafios do Processo de Bolonha, e de uma forma geral, a sociedade do conhecimento.

## 2.2. Intranets Organizacionais

Em 1990, quando Timothy Berners-Lee desenvolveu a linguagem *Hypertext Markup Language* (HTML) e o protocolo *Hypertext Transport Protocol* (HTTP) estava longe de imaginar o impacto que estes iriam ter a todos os níveis ao nível social e económico. A *World Wide Web* evoluiu desde um sistema simples de publicar textos até à mais poderosa tecnologia de informação e comunicação dos dias de hoje. A principal fase que marcou esta mudança foi a transição das páginas estáticas para as páginas dinâmicas, com o advento das linguagens de *scripting* e as CGIs. Mais recentemente, a tecnologia AJAX (*Asynchronous Javascript and XML*) veio provocar uma grande evolução das aplicações baseadas na Web, passando a ter elevados níveis de interactividade.

Este conjunto de tecnologias permitiu o aparecimento de um novo conceito de WWW, a Web 2.0, que tem a sua força motora nos conteúdos, suportada por redes de conhecimento baseadas na participação activa dos utilizadores.

A evolução de todas as tecnologias associadas à Internet contribuiu também para o grande desenvolvimento das Intranets organizacionais, devido a usarem os mesmos padrões.

### 2.2.1. Evolução das Intranets

Segundo Graham [Graham, *et al.* 1996], o conceito de Intranet foi apresentado pela primeira vez por William Safire em 1994 num artigo publicado no jornal *New York Times*. Embora existam várias definições do conceito de Intranet, a mais consensual é: uma Intranet é uma rede de computadores que comunicam, usando protocolos Internet de acesso interno a determinada organização.

Colby [Colby, *et al.* 2003] define Intranet como um recurso e uma plataforma de comunicação para uma dada organização, a qual é constituída por um conjunto de sítios Web ou aplicações que podem encontrar-se dispersos numa rede. Muitos destes recursos podem incluir diversos tipos de funcionalidades, como formulários comuns da instituição, manuais de referência, sistemas de gestão de clientes, calendários, notícias da empresa, bases de dados de contactos, fóruns de discussão, sistemas de gestão do conhecimento, entre outras aplicações.

O rápido crescimento da Web em todos os sectores da sociedade está a causar um efeito idêntico nas empresas através das Intranets organizacionais. Segundo Macnay [Macnay 2000], estamos a assistir a um crescimento fenomenal das Intranets organizacionais e estas estão fundamentalmente a mudar a forma como fazemos negócio. Os principais benefícios das Intranets organizacionais são a centralização de toda a informação de uma instituição ou empresa, e por outro lado, a construção de um sentido de comunidade.

As principais funções de uma Intranet são a de centralizar os dados e a informação que normalmente se encontram dispersos em diversas bases de dados e muitas vezes inacessíveis aos principais interessados e a descentralização da autoria e do acesso à informação, facilitando a comunicação.

Graham [Graham, *et al.* 1996] descreve os quatro tipos diferentes de Intranets da seguinte forma:

- Intranet de comunicação: as Intranets deste tipo existem normalmente em organizações que se encontram geograficamente dispersas, permitindo uma economia de custos ao nível das comunicações, nomeadamente de fax e telefone. Este tipo de Intranets é comum em organizações que tem um grande número de colaboradores dispersos.
- Intranet de integração: este tipo de Intranets é desenhado para integrar a diversidade de sistemas de comunicação e processamento que existem em grandes organizações, que usam diferentes interfaces e que não permitem qualquer tipo de interligação. Estas Intranets oferecem uma interface comum (Browser) que liga os diversos sítios Web e aplicações da organização através de hiperligações.
- Intranet de catálogo: as Intranets deste tipo são normalmente designadas de Extranets, devido a permitirem o acesso a utilizadores que não pertencem à organização. Estes utilizadores passam a ter acesso a catálogos de informação, particularmente catálogos multimédia.

As primeiras Intranets eram essencialmente estáticas, disponibilizando aos membros de uma organização informação básica, como listas telefónicas, políticas da organização e formulários que podiam ser preenchidos electronicamente e depois

impressos. À medida que as organizações começaram a ter ganhos com o uso destas tecnologias mais rudimentares, foram incorporando tecnologias mais avançadas. Actualmente, as Intranets apresentam as mesmas características que as aplicações Web mais avançadas, tais como o elevado nível de interactividade e uma grande capacidade de envolvimento dos utilizadores, através da facilidade de publicação e do acesso à informação.

Apesar de as Intranets apresentarem diversas vantagens no aumento da eficiência dos processos organizacionais e na gestão da informação e do conhecimento, a realidade é que muitas das implementações de Intranets em empresas não tiveram os resultados esperados.

Breu [Breu, *et al.* 2000] efectuou dois estudos de caso em organizações inglesas e apontou como principal factor para a subutilização ou estagnação das Intranets a falta de uma definição clara sobre a responsabilidade da gestão da Intranet, o que torna as Intranets como um mero sistema de apoio, sem trazer grandes implicações estratégicas no negócio das organizações.

Para que uma Intranet tenha de facto impacto numa organização é necessário que exista uma estratégia clara que inclua a vertente tecnológica e a vertente humana, e que exista um envolvimento de toda a organização para que a tecnologia esteja ao serviço das pessoas e não o contrário.

Algumas das vantagens que a adopção das Intranets ao nível organizacional apresenta são as seguintes [Garrett, *et al.* 1996]:

- Melhorias de produtividades;
- Economia de tempo;
- Comunicação;
- Publicação simples de páginas Web;
- Centralização da informação e descentralização do seu acesso.

As principais desvantagens que as Intranet apresentam são: ao nível dos conteúdos, devido à necessidade de existir um controlo de quais os conteúdos que devem ser publicados e ao nível da segurança, devido a serem necessárias políticas mais complexas de gestão de permissões e de protecção de dados.

### 2.2.2. Integração de Sistemas

A integração de dados e aplicações é provavelmente a funcionalidade mais comum a todas as Intranets. Mesmo no caso de ainda não existir uma Intranet na organização, existem, no entanto, aplicações de gestão, bases de dados, sítios Web, entre outros, nos diversos departamentos da organização.

As principais vantagens do uso de uma Intranet para integração de dados e aplicações numa organização são as seguintes:

- integração das diversas aplicações usando uma única interface;
- integração de dados num único repositório, permitindo o acesso a toda a informação da organização;
- acesso ao sistema de informação sem limitações de espaço e tempo;
- informação personalizada com base no tipo do utilizador e níveis de segurança diferenciados;
- comunicação entre grupos usando correio electrónico, Chat, fóruns ou mensagens instantâneas;
- permite a disponibilização de documentação *online*;
- possibilidade de dar formação no próprio posto de trabalho;
- trabalho colaborativo.

Muitas das organizações possuem sistemas integrados através da introdução de tecnologias de planeamento de recursos empresariais (*Enterprise Resource Planning - ERP*). A principal função dos sistemas ERP é a de armazenar, processar e organizar informações geradas nos processos organizacionais agregando e estabelecendo relações entre todas as áreas de uma organização.

Os objectivos dos sistemas ERP são comuns aos das Intranets ao nível da integração, residindo a principal diferença no tipo de tecnologias usadas. As Intranets usam tecnologias Web, ao passo que os ERP são baseados em aplicações instaladas localmente e ligadas a um sistema de informação central.

As Intranets podem tirar partido do nível de integração conseguido pelos sistemas ERP numa organização, sendo para isso necessário identificar o tipo de informação que

se encontra no ERP que é de interesse publicar na Intranet, criando um *front-end* baseado na Web para aceder ao ERP.

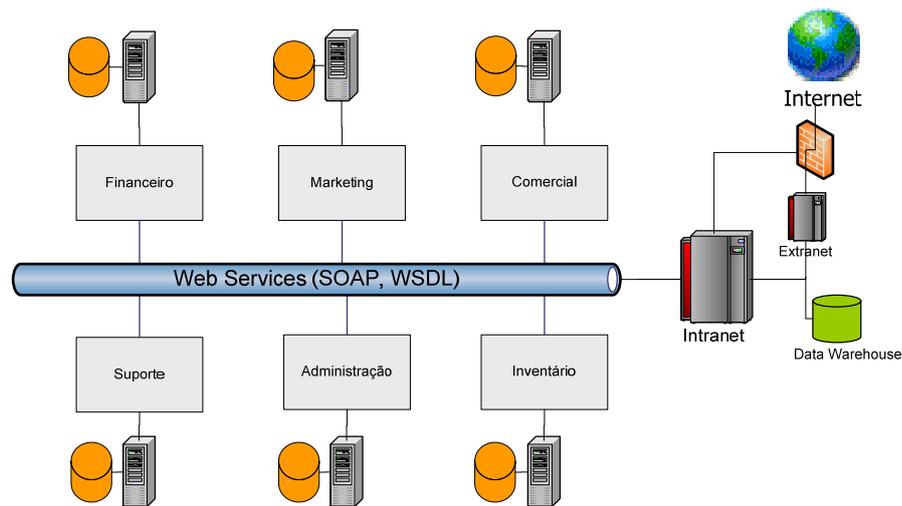
Para integrar as aplicações existentes numa Intranet é necessário recorrer a mecanismos de replicação de dados que podem ser *online* ou *offline*. A replicação *online* é efectuada em tempo real e é baseada em mecanismos de detecção de alteração de dados (*triggers*) que efectuam automaticamente uma réplica na base de dados de destino. A replicação *offline* é efectuada em períodos preestabelecidos, tipicamente no final do dia, para actualização da réplica da base de dados.

O modo de replicação *offline* usa-se tipicamente em sistemas que têm um elevado número de transacções, devido à replicação em tempo real diminuir de forma acentuada o desempenho do sistema.

Em diversas situações a integração ao nível de dados e aplicações de uma organização é efectuada com programas específicos designados de *middleware*. O *middleware* permite ligar componentes de software ou aplicações, usando APIs (*Application Program Interface*) específicas, recorrendo tipicamente à implementação de aplicações distribuídas de elevada complexidade.

Para se conseguir uma integração plena de muitas das aplicações existentes em Intranets é necessário desenvolver componentes de *middleware* que permitam uma troca de dados entre estas aplicações e a Intranet. O *middleware* pode também, de uma forma eficiente, permitir a comunicação entre servidores Web, servidores de correio electrónico, servidores de aplicações, sistemas de gestão de conteúdos, entre outros. Actualmente, as tecnologias mais usadas são baseadas em padrões como o XML, SOAP, *Web Services* e arquitecturas orientadas a serviços (SOA).

As arquitecturas orientadas a serviços permitem uma integração de aplicações e dados dentro de uma organização e entre organizações (Figura 2.1). Estas são normalmente baseadas em serviços Web (*Web Services*), que é uma interface que descreve uma colecção de operações que podem ser acedidas através da rede, usando mensagens baseadas em XML.



**Figura 2.1 - Integração de aplicações usando Web Services**

Os *Web Services* são constituídos por um protocolo de transporte que funciona sobre HTTP, o SOAP (*Simple Object Access Protocol*), o WSDL (*Web Service Definition Language*) que é a linguagem que descreve o serviço e o UDDI (*Universal Description Discovery and Integration*) que permite localizar os serviços.

A mudança do paradigma computacional de sistemas centrais para sistemas distribuídos levou a que toda a informação que era processada centralmente em ambientes homogêneos passasse a ser heterogênea. Esta mudança levou à necessidade de integração de aplicações e dados, desde a simples replicação de dados até aos sistemas ERP, *Data Warehouses*, *middleware* e mais recentemente as arquiteturas baseadas em serviços.

As Intranets apresentam-se assim como uma plataforma com grandes potencialidades para tirar partido do nível de integração das aplicações e dados de uma organização, permitindo um acesso personalizado e com segurança aos recursos da organização.

### **2.2.3. Groupware**

As características do local de trabalho mudaram nos últimos anos. Com a globalização e da abertura de novos mercados, os colaboradores de muitas organizações tornaram-se utilizadores móveis dos sistemas organizacionais, em que o posto de trabalho tanto pode ser a empresa, como um aeroporto ou um hotel em qualquer parte do mundo.

Este conceito de mobilidade, cada vez mais presente nas organizações, pode trazer algumas dificuldades ao nível da comunicação com a empresa.

Um dos grandes desafios para as grandes organizações está em criar um sentido de comunidade para todos os seus colaboradores, independentemente do local de trabalho. Os colaboradores de uma organização necessitam do acesso à informação e de comunicarem em qualquer altura e em qualquer lugar, para sentirem uma ligação de proximidade com a organização.

Segundo Morris [Morris 1999], a criação de uma comunidade dentro da organização pode ser conseguida através do uso de grupos de discussão (fóruns ou newsgroups), para a partilha do conhecimento, promovendo uma troca de ideias e experiências ou mesmo para disponibilizar apoio técnico.

O uso de ferramentas de *groupware* nas organizações tem como princípio fundamental facilitar a comunicação e a colaboração entre membros de uma organização. A definição mais comum de *groupware* é a de um software que tem a função de melhorar a produtividade de indivíduos com interesses e objectivos comuns, permitindo criar redes de comunicação entre as pessoas e partilhar informação.

As Intranets têm um papel muito importante na integração dos sistemas de comunicação do tipo *groupware*, com o intuito de melhorar a produtividade e possibilitar uma ligação mais estreita entre colaboradores que se encontram em vários locais do mundo.

Dos sistemas de comunicação e colaboração existentes destacam-se os seguintes:

- fóruns e grupos de discussão;
- chat;
- voz sobre IP;
- videoconferência;
- wikis;
- blogues;

Os fóruns ou grupos de discussão permitem a criação de ambientes virtuais de conversação assíncrona, com organização por assuntos e com funcionalidades de pesquisa. A principal vantagem que estes sistemas apresentam em relação ao e-mail é a

de cada mensagem ficar guardada uma única vez, ao passo que no e-mail é necessário guardar uma mensagem por utilizador.

Ao nível da comunicação síncrona o *chat* é uma aplicação de conversação bastante difundida que inclui as aplicações IRC (*Internet Relay Chat*), as conversações em sítios Web (*Webchat*) e as mensagens instantâneas. Das aplicações *chat*, a mais popular de todas é, sem dúvida, o mensageiro instantâneo.

As aplicações de *chat* têm evoluído muito nos últimos anos, integrando tecnologias de comunicação de Voz sobre IP e videoconferência, aliando à comunicação escrita em tempo real a voz e a imagem.

No que diz respeito à publicação de conteúdos, destacam-se os *wikis* que permitem a edição de páginas Web forma colaborativa. A integração de *wikis* em Intranets permite melhorar as suas capacidades colaborativas, tornando uma Intranet num sistema de conhecimento partilhado e em constante actualização.

#### **2.2.4. Workflow**

Ao longo dos tempos, com a introdução de novas tecnologias, os processos de trabalho tiveram muitas mudanças. Durante a Revolução Industrial, a grande aposta foi na mecanização dos processos e na produção em série. Actualmente, esse paradigma mudou bastante nas sociedades mais modernas, estando o trabalho mais dependente de complexas redes de conhecimento e menos ligado a tarefas simples de carácter automático.

Com este novo paradigma baseado no conhecimento, o trabalho em equipa e a gestão eficiente dos fluxos de trabalho tornou-se fundamental para a competitividade das organizações. É neste contexto que surgem os sistemas de gestão de *workflow* nas organizações, para permitir uma eficiente gestão dos complexos processos de trabalho.

O *workflow* significa a automatização dos processos, em parte ou no seu conjunto, na qual documentos, informação ou tarefas são passadas de um participante para outro para a sua execução, com base num determinado conjunto de regras.

Segundo Moore [Moore 2002], algumas das vantagens que a gestão do *workflow* trás às organizações são:

- redução do tempo de produção, possibilitando que produtos e serviços possam estar mais rapidamente disponíveis no mercado;

- aumento da produtividade e redução de custos;
- melhoria dos serviços ao cliente, o que permite uma maior fidelização dos clientes e a conquista de novos clientes;
- aumento da capacidade de mudar rapidamente os processos de negócio, reagindo mais rapidamente às necessidades de um mercado mais competitivo;
- redução de erros, o que reduz os custos inerentes à sua correcção;
- redução do tempo gasto em tarefas de carácter administrativo, permitindo libertar os recursos humanos para outras tarefas que aumentem a produtividade da organização.

A introdução de sistemas de gestão de *workflow* nas organizações é um processo muito complexo, porque implica a mudança de hábitos de trabalho. Uma regra de ouro, até há pouco tempo atrás, nas organizações era “primeiro organizar e depois informatizar”. Isto significa que no desenho dos processos de negócio sempre foi assumido que estes seriam fundamentalmente geridos por pessoas. Com a automatização dos processos, conseguida com a introdução dos computadores, existe uma necessidade de desenhar os processos de uma forma abstracta sem considerar implementações, sendo decidido só depois na fase de implementação se o processo vai ser executado por pessoas ou computadores [Aalst e Hee 2002].

A implementação de um sistema de *workflow* é normalmente uma oportunidade para melhorar todos os processos da organização, daí que seja necessário melhorar alguns dos processos, porque caso um processo seja ineficiente não é com a introdução de tecnologia que ele passa a ser eficiente. Por outro lado, em muitos dos casos, consegue-se melhorias consideráveis no aumento da produtividade das organizações só com a reengenharia de processos e sem a necessidade da introdução de tecnologia.

Devido à complexidade da implementação de um sistema de gestão de *workflow* numa organização, é necessária a constituição de uma equipa multidisciplinar que inclua uma representação de todos os departamentos e secções, liderada por uma pessoa que conheça muito bem todos os processos da organização.

### 2.2.5. Gestão do Conhecimento

Actualmente, as sociedades mais desenvolvidas vivem uma mudança impulsionada pelas tecnologias da informação, que se traduz na transição para a sociedade do conhecimento. A informação é a base das sociedades modernas, no entanto a informação (aquilo que nos é oferecido) é só um meio para atingir o conhecimento (aquilo que é construído).

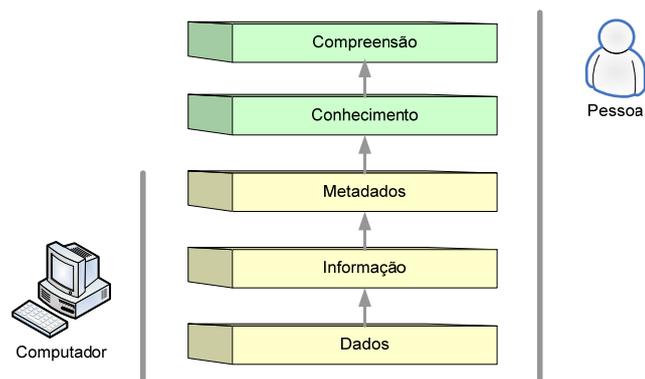
Passada a euforia da sociedade da informação, em que o lema era disponibilizar o máximo de informação possível, passamos à fase do saber usar a informação existente, surgindo o conceito da sociedade do conhecimento. A sociedade do conhecimento dá especial relevância à questão de aprender a aprender, ou seja, o conhecimento constrói-se através da análise, crítica, selecção, retenção e assimilação da informação.

A informação e o conhecimento têm um valor inquestionável nas organizações do século XXI, sendo fundamental suportar a transição de uma forma estática (informação) para uma forma dinâmica (conhecimento). A gestão do conhecimento (*Knowledge Managment*) usa um conjunto de tecnologias que permite lidar com a informação e o conhecimento numa organização.

O conhecimento pode ser guardado no cérebro de uma pessoa, mas pode também ser transferido para um disco rígido, papel, quadro, ou outros artefactos. Este sempre foi a forma como todo o nosso sistema de ensino e aprendizagem se desenvolveu.

Os sistemas de gestão do conhecimento tem o papel de pesquisar e organizar toda a informação que existe numa dada organização, para que possa ser disponibilizada a quem necessite, permitindo a criação do conhecimento. Por outro lado, o conhecimento criado pode ser guardado de novo no sistema de informação, melhorando continuamente o conhecimento global da organização.

Segundo Bergeron [Bergeron 2003], uma das maiores dificuldades dos sistemas de gestão do conhecimento encontra-se na clarificação do que constitui conhecimento, informação e dados (Figura 2.2).



**Figura 2.2 - Hierarquização da informação e do conhecimento [Bergeron 2003]**

Embora os investigadores da área tenham discutido esta distinção ao longo de décadas, Bergeron considera as seguintes definições [Bergeron 2003]:

- **Dados** - São quantidades numéricas ou outros atributos que derivam da observação, experimentação ou cálculo.
- **Informação** - É um conjunto de dados associados a explicações, interpretações ou outros materiais textuais relacionados com um determinado objecto, evento ou processo.
- **Metadados** - Os metadados são dados acerca de informação, incluindo descrições e categorização de alto nível dos dados e da informação. Isto significa que os metadados são informação acerca do contexto, no qual a informação é usada.
- **Conhecimento** - O conhecimento é a informação que é organizada ou sintetizada para permitir a compreensão ou a clarificação. Isto significa que o conhecimento é a combinação de metadados com a compreensão do contexto, no qual os metadados podem ser aplicados com sucesso.
- **Compreensão** - É a clara e completa ideia da natureza, significado ou explicação de algo. A compreensão permite a generalização de conceitos e a sua aplicação a outros domínios.

Os sistemas de gestão do conhecimento podem por exemplo gerar relatórios, gerar dados estatísticos, informações de vendas, extrair dados de aplicações mais antigas, gerir

bases de dados, e outro tipo de informação que anteriormente só estava disponível a um número limitado de pessoas.

A implementação de sistemas de gestão do conhecimento em Intranets apresenta assim grandes vantagens ao tornar a informação acessível a todas as pessoas da organização. Isto permite o acesso ao conhecimento em qualquer altura e em qualquer lugar.

A gestão do conhecimento, ao permitir que um maior número de pessoas de uma organização tenha acesso ao conhecimento que era anteriormente mais restrito, aumenta a eficiência, o que permite preparar melhor a organização para as mudanças estratégicas necessárias em mercados competitivos, em constante mutação.

### **2.3. E-learning no Ensino Superior**

Um número cada vez maior de países está a mudar para a economia baseada no conhecimento. Neste tipo de economias, a aprendizagem ao longo da vida e a inovação são dois pilares fundamentais, que só são possíveis com um sistema educativo de qualidade e acessível a todos.

A necessidade de actualização constante dos conhecimentos leva, cada vez mais, um maior número de alunos de volta às instituições de ensino superior, o que implica uma mudança nas estruturas destas instituições para responder às exigências deste novo público, com experiências e necessidades de aprendizagem diferentes.

A utilização de TIC no suporte ao processo educativo é uma forma de responder a estes novos desafios. Como o número de alunos que se encontram já inseridos no mercado de trabalho é potencialmente maior, é necessário adaptar os processos de ensino e aprendizagem às suas necessidades e objectivos pessoais.

De acordo com Maehl [Maehl 2000], as características dos alunos adultos implica a adaptação dos programas e a implementação de novas metodologias de ensino e aprendizagem, das quais se destaca:

- incorporar uma aprendizagem baseada em problemas, directamente relacionados com a experiência dos alunos adultos;

- proporcionar uma oportunidade para os adultos desempenharem um papel central no desenho, direcção e implementação da sua experiência de aprendizagem;
- oferecer flexibilidade no tempo, espaço e forma, dando suporte a contextos de mudança;
- reconhecer que a relação entre o aluno e o professor deve ser constituída por respeito mútuo, dando ênfase à cooperação em vez do controlo;
- disponibilizar um ambiente de aprendizagem construtivo e participativo.

As actividades de aprendizagem desempenham um papel central na definição desta estratégia. No passado, as actividades de aprendizagem colaborativas estavam restritas a alunos que frequentavam um curso a tempo inteiro, devido às limitações de espaço e de tempo, para que todos os alunos trabalhassem em grupo [Kimball 1998]. No entanto, com o aparecimento das tecnologias de comunicação baseadas na Internet ocorreu uma transformação no ensino superior tanto para alunos como para professores [Collis 1996].

O *e-learning* vem permitir novas formas de ensino e aprendizagem sem limitações de espaço e tempo, conjuntamente com uma adaptação do processo de aprendizagem às necessidades de cada aluno.

Morrison [Morrison 2003] define o *e-learning* como uma contínua assimilação do conhecimento e de competências por parte de adultos, estimulada por eventos de aprendizagem síncronos e assíncronos, os quais são criados, distribuídos, envolvidos, suportados e administrados usando tecnologias Internet.

Apesar de a grande maioria das instituições de ensino superior usarem o *e-learning* no apoio ao ensino, só um reduzido número de docentes usam as potencialidades do *e-learning*, desenvolvendo conteúdos específicos para a aprendizagem *online* e usam ferramentas de colaboração.

Os novos desafios da sociedade da informação e do conhecimento e as mudanças impulsionadas pelo Processo de Bolonha exige uma elevada capacidade de resposta por parte das instituições de ensino superior ao nível da organização, qualidade de ensino e

capacidade de captação de novos públicos, para os quais as tecnologias de informação e comunicação (TIC) e, mais especificamente, o *e-learning*, podem dar um grande contributo.

### 2.3.1. Evolução do E-learning

O desenvolvimento do *e-learning* consagrou-se graças a diversas outras evoluções ou revoluções no sector da educação. As principais revoluções apontadas por Billings [Billings e Moursund 1988] são:

- a invenção da leitura e da escrita;
- o aparecimento da profissão de professor/estudioso;
- a invenção da tipografia;
- o desenvolvimento das tecnologias electrónicas.

Existem várias terminologias para designar a aprendizagem *online* tais como: *e-learning*, ensino baseado na Internet (*Internet learning*), ensino distribuído (*distributed learning*), ensino em rede (*networked learning*), tele-ensino (*tele-learning*), ensino virtual (*virtual learning*), ensino assistido por computador (*computer-assisted learning*), ensino baseado na Web (*Web-based learning*) e ensino a distância (*distance learning*). Todos estes termos implicam que o aluno esteja a distância do formador ou professor e que o aluno use algum tipo de tecnologia (normalmente um computador) para aceder aos materiais. Na aprendizagem *online* também é necessário existir algum tipo de interacção entre alunos e professores suportada por uma tecnologia [Anderson 2004].

Tsai [Tsai e Machado 2002] distingue as diversas terminologias da seguinte forma:

- *e-learning* está normalmente associado a actividades que envolvam computadores e redes interactivas em simultâneo. O computador não necessita de ser o elemento central da actividade ou disponibilizar o conteúdo da aprendizagem. No entanto, o computador e as redes devem ter um envolvimento significativo nas actividades de aprendizagem;

- o ensino baseado na Web está associado à consulta dos materiais de aprendizagem através de um browser, incluindo quando os materiais se encontram num CD-ROM ou em outro meio de suporte;
- ensino *online* está normalmente associado ao uso do computador como instrumento de suporte à aprendizagem. Os conteúdos podem estar na Web, Internet, CD-ROM ou disco rígido;
- ensino a distância é um termo mais amplo que envolve a interacção a distância entre o tutor e os alunos, permitindo um apoio aos alunos, usando qualquer forma de comunicação (telefone, fax, correio electrónico, fóruns, videoconferência, entre outros). A simples disponibilização de conteúdos não é ensino a distância, devido a ser necessário existir uma comunicação bidireccional entre o professor e os alunos.

Stockly [Stockly 2003] define *e-learning* como a distribuição de programas de aprendizagem, formação ou de educação de forma electrónica, envolvendo o uso de um computador ou dispositivos electrónicos (por exemplo telemóvel ou PDA) para disponibilizar materiais de formação, educação ou de aprendizagem.

Amaral [Amaral e Leal 2006] identificam a existência de cinco tipos diferentes de *e-learning* que incluem o ensino síncrono *online*, o ensino *online* com momentos assíncronos, o ensino *online* e presencial (sala de aulas), o ensino *online* (síncrono e assíncrono) e o ensino baseado no computador. Segundo o autor, para os vários tipos de *e-learning* existe um elemento comum que é a aprendizagem através do computador. Deste modo, é apresentada uma definição de *e-learning* como sendo um processo no qual os alunos aprendem com base em conteúdos, os quais são disponibilizados através da Internet ou CD-Rom, podendo existir um professor (ou não) que se encontra a distância para comunicar (sincronamente ou assincronamente) com os alunos, existindo opcionalmente sessões presenciais.

A evolução da Internet e das tecnologias de informação em geral foi a grande impulsionadora do forte desenvolvimento que o *e-learning* teve ao longo dos anos. No entanto, muitas das metodologias de ensino e aprendizagem usadas no *e-learning*

existiram antes do próprio *e-learning*, podendo-se definir quatro épocas diferentes com base na evolução da tecnologia (Figura 2.3).

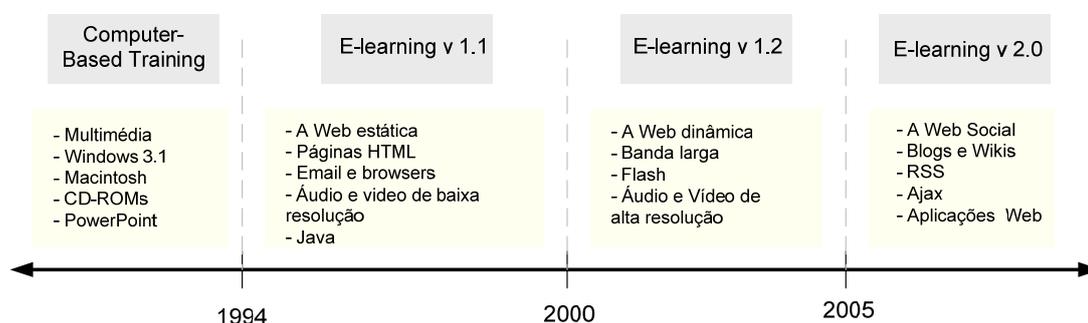


Figura 2.3 - As principais fases de evolução do *e-learning*

Numa primeira fase, antes de 1994 e antes de a Web ser usada para o suporte ao ensino e à aprendizagem, a formação mediada por computador (*Computer-Based Training*) foi uma das primeiras abordagens à formação baseada em tecnologia. Nesta fase, o grande impulso foi dado pelas aplicações multimédia, tais como o CD-ROM.

Os primeiros produtos multimédia de suporte à formação eram baseados em Macintosh e Windows 3.1, sendo as principais ferramentas de autoria o *HyperCard* para o Macintosh e posteriormente o *Toolbook* para o Windows.

Em 1990, com o aparecimento da *World Wide Web*, ou simplesmente Web, criada por Tim Bernes-Lee, iniciou-se uma revolução tecnológica, social e cultural. Em 1993, o CERN (Organização Europeia de Investigação Nuclear), sediado na Suíça, anuncia que a Web irá ser livre, surgindo também nesse ano o primeiro Browser gráfico, o *Mosaic*. Ao contrário da tecnologia que a antecedeu, o *Hypercard* que era proprietário, a Web ao ser gratuita expandiu-se rapidamente a todas as áreas da sociedade, existindo actualmente mais de 120 milhões de sítios Web [NetCraft 2007].

A rápida expansão da Web permitiu, ao público em geral, o seu acesso no final de 1994. Neste contexto, a Web teve uma rápida aceitação nas instituições de ensino e nas empresas, sendo descobertas as vantagens do seu uso para o ensino e formação. Só depois de 1994 é que surgem os termos de formação baseada na Web, ensino baseado na Web, entre outros.

Uma das principais razões da rápida popularidade da Internet deveu-se à simplicidade com que se pode construir uma página Web, usando a linguagem HTML

(*HyperText Markup Language*). O HTML permite descrever a estrutura de um documento e o seu formato, podendo estabelecer ligações entre documentos ou outros recursos multimédia, à semelhança do *Hypercard*.

A Web veio permitir resolver alguns dos problemas da formação mediada por computador, ao permitir a aprendizagem sem limitações de espaço e de tempo, reduzindo custos de distribuição dos conteúdos e ao mesmo tempo permitindo uma maior interactividade entre os alunos e o professor.

Na terceira fase de evolução do *e-learning* registam-se grandes avanços tecnológicos, incluindo as redes de banda larga, o que permitem áudio de vídeo de grande qualidade, a massificação da tecnologia Flash e o aparecimento de páginas interactivas e dinâmicas, popularizando-se o uso de linguagens de programação como o JavaScript, ASP, PHP, JSP e ColdFusion.

Após o ano 2000, na fase da Web dinâmica, o design passou a ter um papel central no *e-learning*, potenciando o desenvolvimento de conteúdos multimédia interactivos e mais apelativos para os alunos.

A última fase de expansão do *e-learning* não está relacionada com uma inovação tecnológica mas sim com o aparecimento de um novo conceito de Web. O termo Web 2.0 surge em 2004 por Tim O'Reilly [O'Reilly 2004] para descrever a mudança para uma Internet como plataforma, referindo um conjunto de regras para obter o sucesso nesta nova plataforma. A regra mais importante é a de desenvolver aplicações que aproveitem os efeitos de rede, para que as aplicações se tornem melhores quanto mais as pessoas as usarem, aproveitando a inteligência colectiva.

A designada Web Social é um exemplo de como as redes de conhecimento tem um papel fundamental na nossa sociedade. Em termos tecnológicos, a principal inovação nesta fase deve-se à massificação do uso do AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*), que permite uma maior interactividade, aliado às RSS (*Really Simple Syndication*) para seminação de notícias e terminando na utilização de blogues e *wikis*, que devido a serem ferramentas simples de publicação e de colaboração, têm contribuído para a disseminação do conhecimento.

Alguns dos exemplos da *Web 2.0* são a *Wikipedia* (enciclopédia colaborativa e gratuita), o *YouTube* (serviço de partilha de vídeos *online*), o *Hi5* e o *MySpace* (Comunidades *online*) e o *Blogger* (gerador automático de blogues).

As novas ferramentas de comunicação e de colaboração baseadas em redes deram origem também a um novo conceito de *e-learning* inspirado na Web 2.0, que é o *e-learning 2.0*. O *e-learning 2.0* é designado por alguns autores como a segunda fase do *e-learning*, baseada na Web 2.0 e com as seguintes características [Downes 2005]:

- os alunos criam conteúdos, partilham o conhecimento através de blogues, *wikis*, fóruns, RSS ou outras tecnologias para formar uma rede de aprendizagem baseada na criação de conteúdos e na distribuição de responsabilidades;
- o *e-learning* tira vantagem das diversas fontes de conteúdos existentes agregando-os para criar experiências de aprendizagem enriquecedoras;
- são usadas diversas ferramentas de gestão do conhecimento, de colaboração e de pesquisa e indexação.

Ao ter o *e-learning* a vantagem da aprendizagem sem limitações de espaço e tempo, no entanto a sua generalização na formação e na educação ainda está muito longe de ser conseguida. Uma das razões pode ser explicada por aquilo que Kruse [Kruse 2003] designou de ciclo de entusiasmo do *e-learning* (*e-learning hype cycle*), em que existe numa primeira fase de grande entusiasmo impulsionado pela evolução tecnológica, mas que depois atinge um pico, caindo abruptamente para o nível de desilusão. Este ponto é atingido quando se chega à conclusão que a tecnologia não resolve todos os problemas. Finalmente, passa-se a uma fase de equilíbrio em que o *e-learning* entra numa etapa de maior produtividade.

Kruse descreve o ciclo de entusiasmo tecnológico como a fase em que os formadores de uma organização descobrem as vantagens das tecnologias Internet, criando um grande entusiasmo na sua utilização, julgando que a tecnologia pode resolver todos os problemas.

O ciclo de entusiasmo do *e-learning* permite retirar a conclusão de que a tecnologia tem um efeito de entusiasmo sobre os seus utilizadores, mas que por si só não dita o sucesso de um projecto de *e-learning*. É fundamental que em qualquer processo de ensino e aprendizagem exista uma especial atenção pelas necessidades individuais e colectivas dos alunos e docentes, para assim a tecnologia estar ao serviço das pessoas e não o inverso.

### 2.3.2. O E-learning no Ensino Superior Português

Segundo Nichols [Nichols 2001], a educação depara-se com novos desafios no virar do século. Os principais desafios apontados por Nichols são:

- Aumento da capacidade e eficiência - As instituições devem ter capacidade de formar um número elevado de alunos em simultâneo.
- Melhoria da eficácia - Através do incentivo à adopção de novas metodologias de ensino e aprendizagem e à adaptação directa do conhecimento à vida real.
- Melhoria da acessibilidade - Remover barreiras como a distância, captar novos públicos e adaptar-se às necessidades ao nível do tempo e estilo de vida, promovendo a formação ao longo da vida.
- Ter uma mentalidade de competitividade - A educação tem o potencial de ser oferecida internacionalmente, no local de trabalho ou à distância, dando mais opções de escolha ao aluno.
- Dar ênfase aos recursos - Permitir que os alunos possam controlar o quê, onde, quando e de que forma estudam, possibilitando uma aprendizagem não linear.
- Personalização - Ao existir uma maior interacção entre os alunos e o professor permite um maior grau de adaptação dos resultados de aprendizagem do curso aos objectivos de aprendizagem do aluno.

Os principais pontos apontados por Nichols como estratégicos implicam uma grande mudança das instituições de ensino superior ao nível organizacional, educativo e na sua relação com a sociedade. As principais mudanças ao nível educativo referidas pelo autor depreendem-se com a individualização do ensino, adaptando-o às necessidades de cada aluno, com uma clara relação entre a aprendizagem e a aplicação do conhecimento na vida real. Desta forma, a partilha de experiências entre os alunos, o desenho dos currículos de uma forma mais flexível e participada, o encorajamento à reflexão dos alunos e uma aposta na qualidade dos conteúdos são elementos chave desta estratégia.

A abertura do mercado da educação, quer pelos efeitos da globalização, quer pela mobilidade de alunos fomentada pelo Espaço Europeu de Ensino Superior, aumenta a

competitividade do ensino superior. Deste modo, O' Neill [O' Neill, *et al.* 2004] refere que o *e-learning* representa uma oportunidade para a entrada de novos participantes no mercado de ensino superior. A principal concorrência que as instituições de ensino superior tradicionais vão enfrentar é das universidades empresariais e das universidades virtuais.

As universidades virtuais usam fundamentalmente o ensino a distância e não possuem um *campus* físico, tendo maiores possibilidades de expansão em novos mercados. O *e-learning* veio assim possibilitar um processo de ensino e aprendizagem a distância mais participativo, sem limitações de espaço e tempo, podendo captar alunos de todo o mundo.

Mas a maior ameaça, segundo O' Neill, depreende-se com as universidades empresariais que estão ligadas a grandes multinacionais, tendo uma grande vantagem na captação de novos públicos, nomeadamente na aprendizagem ao longo da vida. Através do *e-learning*, as universidades empresariais podem formar os seus colaboradores no próprio local de trabalho, sendo uma grande vantagem competitiva, devido às empresas não poderem dispensar os colaboradores para terem formação fora da empresa

O *e-learning* pode ser tão eficaz como o ensino presencial. Segundo um estudo elaborado por Hiltz [Hiltz e Wellman 1997], os cursos a distância podem ser tão efectivos como os cursos presenciais desde que usem metodologias que fomentem a aprendizagem colaborativa e o trabalho em equipa.

Por outro lado, Talbott [Talbott 1998] refere que as universidades têm grande apreensão em aderir ao *e-learning*, devido a estarem actualmente no centro dos modelos de ensino tradicionais, tendo receio de poderem vir a perder esse estatuto e o poder que detêm.

Segundo um estudo efectuado por Brandão [Brandão 2004] sobre a utilização de plataformas de *e-learning* no ensino superior, é referido que os docentes e os órgãos directivos das instituições de ensino superior estão sensibilizados relativamente às vantagens que advém da adopção do *e-learning*, referindo que este pode facilitar a adopção de diferentes orientações pedagógicas e tornar a aprendizagem mais flexível, mais activa e colaborativa.

Com as mudanças profundas que são necessárias para a implementação de uma estratégia global de *e-learning*, a maioria das instituições de ensino superior têm

adoptado pelo *blended-learning*, que é uma forma mista de ensino presencial e a distância.

Garrison [Garrison e Kanuka 2004] refere que existe um grande potencial no *blended-learning*, que é relevante para mudar a forma como as pessoas aprendem, ajudando a promover uma forma de aprendizagem mais experimental e personalizada. Pode também trazer grandes mudanças na forma como os materiais educativos são desenhados e desenvolvidos, apresentando as vantagens de uma comunicação e acompanhamento presencial com as vantagens de uma aprendizagem sem limitação de espaço e tempo.

O crescimento do mercado global do *e-learning* tem sido bastante significativo, segundo a IDC [IDC 2003], o crescimento estimado entre 2003 e 2006 é superior a 70% ao ano (Figura 2.4), o que revela uma confiança neste mercado, tanto ao nível empresarial, quer ao nível das instituições de ensino superior.

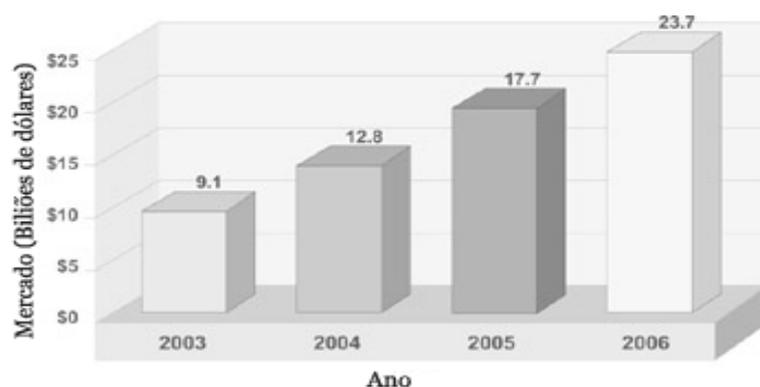


Figura 2.4 - Crescimento do mercado mundial de *e-learning* [IDC 2003]

Em Portugal, as primeiras experiências de *e-learning* iniciaram-se por volta de 1996, com os primeiros projectos a nascerem no seio de empresas. Um dos primeiros projectos de *e-learning* foi desenvolvido pela PT Inovação, intitulado programa Formare [PT Inovação 1996], utilizando a Web como meio de formação a distância. Este projecto integrou conteúdos em suporte multimédia, funcionando como uma sala de aulas virtual, podendo os alunos comunicar entre si e com o instrutor, aceder aos conteúdos e esclarecer dúvidas. Contou com 862 participantes, em 1998 foi alargado à formação de professores através de uma parceria com o Ministério da Educação.

Em 2002 a plataforma de *e-learning* Formare ([www.formare.pt](http://www.formare.pt)) foi disponibilizada comercialmente, surgindo em 2006 a versão 4.2, que segundo a empresa é uma solução escalável e orientada para a usabilidade que permite a formação em ambiente Internet, Intranet, nas comunidades virtuais e nos ambientes colaborativos de *e-learning* e de *blended-learning*.

Ao nível das instituições de ensino superior, as primeiras experiências de *e-learning* com maior visibilidade tiveram início em 1999. Um dos primeiros projectos foi o da Universidade de Aveiro que no ano lectivo 1998/1999 começou a utilizar a plataforma WebCT para apoio às disciplinas dos cursos de Ciências e Tecnologias. No ano lectivo 2002/2003 tinha mais de 400 disciplinas suportadas nas plataformas de *e-learning* da universidade [Ramos 2003].

No mesmo ano, a Universidade Aberta ([www.univ-ab.pt](http://www.univ-ab.pt)) lançou o curso Viagens Virtuais, destinado a promover o uso das tecnologias multimédia na aprendizagem da língua e da cultura portuguesas. O público-alvo era constituído por estrangeiros e portugueses residentes no estrangeiro.

Nos anos seguintes, as experiências foram-se multiplicando um pouco por todas as instituições de ensino superior, destacando-se alguns exemplos como a Universidade do Minho, com o TWT, a Universidade de Évora com o Lotus Learning Space, a Universidade do Porto, com o WebCT e o Luvit, a Universidade Católica Portuguesa, com o TWT e o Lotus Learning Space, ou Institutos Politécnicos como o do Porto, com o WebCT, o da Guarda, com o Sophia-Sítio da Disciplina o de Bragança, com o Domus, ou o de Viana do Castelo, com o AulaNet [Cardoso 2005].

Apesar de terem existido experiências mais ou menos extensivas de *e-learning*, foi com a iniciativa e-U (universidade electrónica), lançada pelo governo em 2003, que o *e-learning* se generalizou a todas as instituições de ensino superior. A iniciativa e-U ([www.e-u.pt](http://www.e-u.pt)) foi considerada uma experiência inovadora a nível mundial, sendo apresentada como exemplo europeu da utilização do conceito de mobilidade nos meios académicos. Portugal foi o primeiro país a criar, à escala do ensino superior, uma rede integrada *Wi-Fi*.

A iniciativa e-U arrancou com oito projectos-piloto em universidades de todo o país. A primeira instituição a disponibilizar a sua rede *wireless*, no âmbito desta iniciativa, foi a Universidade de Aveiro, em Janeiro de 2003, contando com 60 *Access*

*Points* distribuídos pelo campus. Entretanto, outras sete instituições avançaram com os seus projectos-piloto [Umic 2003].

Num estudo realizado sobre a utilização do *e-learning* no ensino superior por Pinheiro [Pinheiro 2005], em faculdades e escolas das universidades e politécnicos do país, revelou que dos 97 estabelecimentos que responderam ao inquérito, apenas 19 possuíam uma plataforma de *e-learning*. Das restantes 78 instituições, refere o estudo que, 49% dos estabelecimentos afirmaram não pretender possuir e utilizar qualquer plataforma de *e-learning*. A principal justificação apontada foi a incompatibilidade da metodologia de ensino da instituição com a utilização de plataformas de *e-learning*, seguida da utilização destes sistemas não ser uma questão prioritária. Apenas uma instituição salientou como sendo questionável a aprendizagem em rede. Das instituições que afirmaram ter a intenção de implementar plataformas de *e-learning* (34), uma grande percentagem (47%) afirma que irá fazê-lo dentro de dois anos.

A adopção do *e-learning* no ensino superior é um processo que tem naturais resistências, devido à necessária mudança ao nível dos processos de ensino e aprendizagem, o que leva a que o professor tenha um papel de tutor e menos de transmissor do conhecimento.

A grande maioria de instituições de ensino superior tem já em marcha projectos de *e-learning*, ou pelo menos possuem já tecnologia suficiente para pôr em marcha esses projectos. No entanto, as mudanças ao nível do paradigma de ensino e aprendizagem levam algum tempo, pelo que a estratégia de uma abordagem de ensino misto, através de *blended-learning*, foi a fórmula encontrada pela maioria das instituições de ensino superior.

### **2.3.3. Tecnologias e Ferramentas**

Existe, actualmente, uma grande variedade de tecnologias para o mercado de *e-learning*, com as mais diversas finalidades, desde a autoria de conteúdos até à distribuição e gestão da aprendizagem.

William e Katherine Horton [Horton 2003] definiram vários níveis de granularidade das ferramentas existentes no mercado, organizadas em três categorias: desenvolvimento, distribuição e apresentação. Os níveis de granularidade são os seguintes:

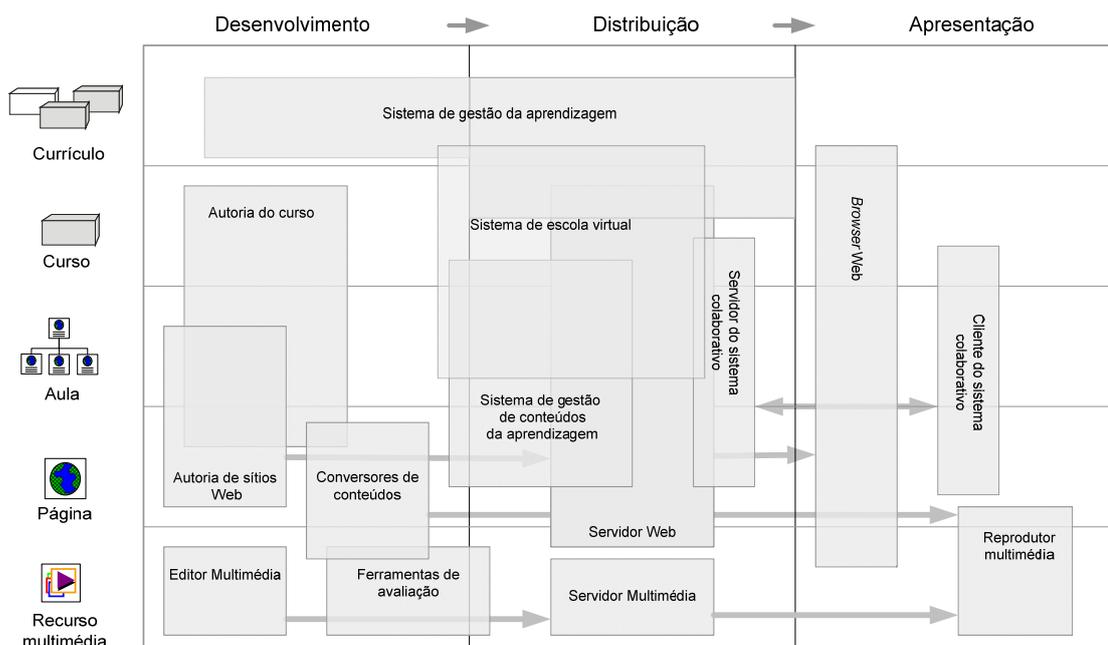
- Currículo - O currículo consiste na localização e integração de cursos que se encontram separados, agregados numa estrutura ou sequência coerente.
- Curso - Os cursos requerem a integração de dados ou conteúdos de forma a criar uma estrutura de navegação em tabelas, árvore ou outra, que formem um todo coerente.
- Aula - Uma aula é constituída pela selecção e ligação de páginas ou outros objectos numa estrutura de navegação coerente.
- Página - Uma página é constituída por texto integrado com gráficos ou outros media. Pode também incluir a inserção de hiperligações para outras páginas ou recursos digitais.
- Recurso multimédia - Os recursos multimédia contêm fotografias, animações, som, musica, vídeo ou outros recursos digitais.

Com base neste nível de granularidade, Afaneh [Afaneh, *et al.* 2006] organizou as diversas ferramentas nas seguintes categorias e níveis de granularidade:

- Desenvolvimento
  - Autoria do Curso - Criar um curso sem intervenção do Webmaster, incluindo implementação de estratégias de instrução, criando menus e esquemas de navegação, e páginas de autoria.
  - Autoria de sítios Web - Criar páginas HTML e estabelecer ligações entre elas para produzir um sítio Web.
  - Testes e avaliação - Criar testes e realizar avaliações.
  - Editores Multimédia - Criar, editar e publicar desenhos, ícones, fotografias, animações, som, vídeo ou outros recursos multimédia usados no e-learning.
- Distribuição
  - Servidor Web - Permite servir os pedidos de um browser Web, enviando páginas através do protocolo http.

- Sistemas de gestão da aprendizagem (LMS) - Permitem administrar cursos e alunos.
  - Sistemas de gestão de conteúdos de aprendizagem (LCMS) - Permitem suportar a oferta de cursos constituídos por módulos de conteúdos reutilizáveis.
  - Ferramentas de colaboração - Permitem uma comunicação entre alunos e entre o aluno e o professor, tornando possível o trabalho e a aprendizagem a distância.
  - Sistemas de escola virtual ou sistemas de gestão de cursos (CMS) - Permitem o ensino e a aprendizagem através da rede, reunindo características dos sistemas de gestão de conteúdos da aprendizagem e de sistemas de colaboração.
  - Media Servers - Têm a finalidade de transmitir som, vídeo ou outros conteúdos dinâmicos através da Internet.
- Apresentação
    - Browser Web - É um programa que permite visualizar documentos HTML.
    - Reprodutores multimédia e viewers - Reproduzem conteúdos multimédia dinâmicos, tais como áudio e vídeo ou formatos proprietários. Os viewers só conseguem reproduzir o seu próprio formato.

A distribuição das diversas ferramentas e tecnologias ao longo das diferentes fases do *e-learning*, desde o desenvolvimento à visualização, foram representadas graficamente por Horton, facilitando a compreensão da influência que cada uma destas ferramentas tem no processo (Figura 2.5).



**Figura 2.5 - Ferramentas de e-learning [Horton 2003]**

Das ferramentas apresentadas as que estão relacionadas com a distribuição do *e-learning* são as que necessitam de uma estratégia bem definida pela organização, porque a sua aceitação por parte dos professores e alunos é um passo importante para o sucesso de um projecto de *e-learning*.

### 2.3.4. Sistemas de Gestão da Aprendizagem

A quantidade de ferramentas disponíveis para o *e-learning* torna mais complexa a tarefa de escolha de uma ferramenta para cada fase do *e-learning*. Apesar da escolha das ferramentas de desenvolvimento e produção de conteúdos serem importantes para o *e-learning*, o facto é que a sua escolha recai normalmente sobre os autores dos conteúdos, podendo estes escolher aquela que melhor se adapta às necessidades específicas de cada curso.

O sistema que requer uma maior atenção na sua escolha é, de facto, aquele que permite a distribuição dos cursos e que tem que operar com as ferramentas de desenvolvimento e também com os sistemas de visualização.

A escolha de um sistema de gestão da aprendizagem gera sempre grande controvérsia, devido a não existir nenhum sistema que reúna todas as características desejadas por todos os utilizadores. Este processo requer a criação de uma equipa

multidisciplinar, com o intuito de efectuar uma identificação, aquisição ou implementação de um sistema de gestão da aprendizagem ou outro com características equivalentes.

Ao nível da distribuição de cursos de *e-learning* existem três tipos de sistemas: gestão da aprendizagem, gestão de conteúdos da aprendizagem e escola virtual. Este tipo de plataformas de *e-learning* apresenta diversas funcionalidades, que vão desde a gestão de um módulo de um curso até à gestão de uma universidade virtual. A escolha de um destes sistemas depende fundamentalmente do número de cursos, alunos e professores e do tipo de ferramentas que se pretende utilizar na autoria de conteúdos.

Os sistemas de gestão da aprendizagem (LMS) permitem criar e oferecer cursos e currículos. Os currículos são planos de estudo integrados que incluem vários cursos, disponibilizando o LMS, as funcionalidades de gerir as inscrições nos cursos e de registar o percurso dos alunos. Segundo a estrutura apresentada por Horton, a área de influência dos LMS encontra-se num nível mais abrangente, sendo estes sistemas indicados para a gestão de currículos e cursos.

Os sistemas de gestão de conteúdos de aprendizagem (LCMS) têm a função específica de gerir conteúdos em repositórios de dados, podendo estar integrados ou operar em conjunto com os LMS. Os LCMS permitem aos autores organizar, suportar, publicar e distribuir cursos ou outros eventos de aprendizagem, situando-se abaixo dos LMS e possibilitando a administração e autoria de cursos, aulas e páginas.

Por outro lado, os sistemas de escola virtual apresentam uma abrangência maior, indo desde o currículo até aos recursos multimédia. Integram também diversas ferramentas de colaboração e permitem a gestão de currículos, cursos, aulas, páginas e recursos multimédia. Embora a sua função não seja a autoria de conteúdos, podem no entanto importar os conteúdos de ferramentas de autoria e também interligar-se com sistemas LCMS para a gestão de conteúdos e com os LMS para a integração de currículos.

Os sistemas de escola virtual designam-se normalmente também de campus virtuais ao nível do ensino universitário, sendo os principais sistemas existentes no mercado o Aspen Virtual Classroom Server, BlackBoard, Covene, eCollege Campus, E-education, EDLE, First Class, IVLE, Jenzabar's Internet Campus Solution, Lotus Learning Space, .LRN, Serf, Top Class, Virtual-U e WebCT Campus Edition.

A escolha da plataforma de suporte ao *e-learning* é assim uma tarefa bastante complexa, devido ao número de soluções existentes no mercado, só ao nível de LMS existem mais de 150 produtos, além do facto de normalmente ser difícil catalogar um sistema como LMS, LCMS ou escola virtual, por reunirem por vezes características de várias áreas.

Para a definição da estratégia de implementação do *e-learning* é necessário em primeiro lugar definir os objectivos que se pretendem alcançar com a sua adopção, nomeadamente público-alvo, taxas de utilização e resultados de aprendizagem, para assim se poder escolher a plataforma mais adequada em função desses objectivos.

Numa segunda fase deve-se efectuar um levantamento das principais soluções existentes no mercado e analisar se essas soluções permitem cumprir os objectivos definidos. Nesta fase pode-se equacionar se o sistema deve ser adquirido, se deve ser *open source* ou desenvolvido internamente.

Após a selecção dos sistemas que reúnem as características definidas com base nos objectivos traçados, pode-se passar para a avaliação das funcionalidades de cada sistema. A maioria dos sistemas comerciais tem uma versão de teste que permite aferir as principais funcionalidades do sistema.

No final da fase de avaliação dos sistemas, pode-se dar o facto de nenhuma das soluções suportar completamente os objectivos fixados, devendo-se então equacionar o desenvolvimento à medida, que pode ser interno ou em regime de *outsourcing*.

As principais vantagens que a compra de um sistema apresenta é a rapidez – a compra de uma solução “chave na mão” permite um uso imediato do produto, o suporte – a empresa fornecedora tem a responsabilidade de dar suporte técnico e a facilidade – como é um produto pronto a usar não são necessários conhecimentos técnicos para instalar e manter o sistema.

Por outro lado, o desenvolvimento à medida deve ser equacionado quando as soluções existentes não cumprem os objectivos definidos. As principais vantagens de um sistema feito é a inovação – um produto desenvolvido à medida permite uma inovação constante no caso de ser desenvolvido internamente, o controlo – com o acesso ao código fonte é possível controlar todas as funcionalidades do sistema e corrigir problemas que sejam detectados e o retorno de investimento – caso a solução desenvolvida seja inovadora torna-se possível a venda da aplicação cobrindo os custos de desenvolvimento.

Dentro das soluções existentes no mercado pode-se optar por uma solução comercial ou por uma solução *open source*. As principais vantagens que as soluções *open source* apresentam são as seguintes:

- Baixo custo - As soluções *open source* são normalmente gratuitas ou de custo muito baixo em relação aos produtos comerciais.
- Suporte - Suportam tipicamente um elevado número de sistemas operativos e existe uma grande comunidade que pode dar suporte à instalação e exploração da solução.
- Independência - Actualmente existe um receio em relação às grandes empresas de software, ao nível de políticas que estas têm seguido para fidelização dos seus clientes. Nas aplicações *open source* não existe essa ideia, bem pelo contrário, devido à liberdade de alteração do código fonte.
- Mais alternativas - Existem vários programas *open source* para cada uma das áreas. Caso uma aplicação não seja suficientemente adequada às necessidades, pode-se encontrar sempre várias alternativas. Um exemplo da diversidade de projectos *open source* pode ser encontrado no repositório sourceforge.net ([www.sf.net](http://www.sf.net)).

Os sistemas de gestão de aprendizagem *open source* estão a ganhar muita popularidade por serem gratuitos e por permitirem uma grande flexibilidade ao nível da integração de componentes desenvolvidos por terceiros. Além deste facto, são multi-plataforma e são baseados em padrões.

A diversidade de soluções de sistemas *open source* existentes actualmente é muito grande, existindo dezenas de produtos no mercado. Aqueles que têm tido uma maior aceitação são o Moodle, Ganesha, Claroline, ILIAS e Sakai. O Moodle surgiu em 2002 e no final de Janeiro de 2007 tinha mais de 20000 sítios registados e 825154 cursos, num total de 8559928 utilizadores. Em 2004 surge a fundação Sakai com o objectivo de desenvolver um sistema de gestão da aprendizagem aberto para o ensino superior, reunindo actualmente mais de 100 membros.

O LMS Claroline conta actualmente com mais de 500 organizações de 68 países que usam a plataforma, ao passo que o ILIAS tem uma forte implementação em universidades alemãs.

Para facilitar o processo de escolha de um LMS existem algumas ferramentas *online* que permitem comparar as características de diversos sistemas LMS, LCMS e escola virtual, das quais se destaca o sítio Edutools [Edutools 2007]. Esta ferramenta permite comparar diversos sistemas de gestão de cursos num total de 17. Além de apresentar uma comparação entre os vários sistemas é também possível, com base numa pontuação atribuída a cada característica pelo utilizador, atribuir uma classificação final para cada sistema analisado.

Os sistemas que são possíveis de analisar são: Angel Learning Management Suite, Atutor, Blackboard Learning System, Blackboard Learning System Vista, Claroline, Desire2Learn, dotLRN, eCollege, KEWL, LON-CAPA, Moodle, OLAT, Sakai, Scholar360, TeleTOP Virtual Learning Environment, The Blackboard Academic Suite e The Blackboard Learning System.

O relatório final da análise das plataformas permite efectuar uma observação das principais características destes sistemas, assim como observar os comentários dos autores do estudo de cada uma das plataformas. A ferramenta EduTools é assim indispensável para todas as organizações que estão a ponderar adquirir ou mudar de plataforma de *e-learning*.

A escolha do sistema de gestão de aprendizagem mais adequado para uma organização é assim um processo de análise muito cuidadoso e que deve ter em especial atenção o princípio de que o valor de um sistema de gestão de aprendizagem não está nas suas características, mas sim naquilo que ele pode fazer pela organização.

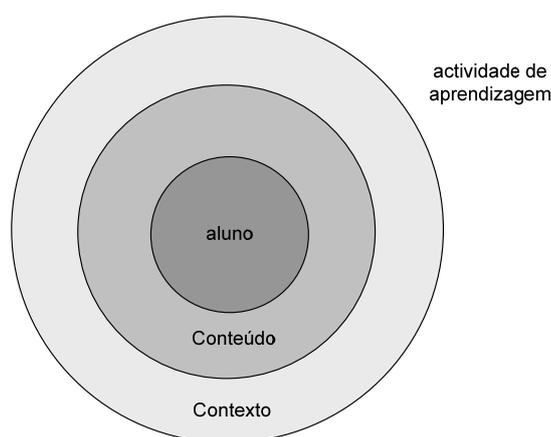
### **2.3.5. Conteúdos e Contextos de Aprendizagem**

Existe uma certa tendência nas organizações de focar todos os esforços na aquisição ou desenvolvimento de tecnologia nos projectos de *e-learning*. Este facto é considerado estratégico, não incluindo outros factores na sua definição, como por exemplo os conteúdos e os contextos de aprendizagem.

O *e-learning* tem a função de formar pessoas, pelo que toda a estratégia de implementação de uma solução de *e-learning* deve ser focada nas pessoas, nos seus

objectivos e necessidades e nos contextos em que vão receber essa formação. Devem também ser analisados os objectivos da organização e que de forma é que o *e-learning* pode contribuir para a concretização desses objectivos. A compatibilização dos objectivos de uma organização e os objectivos pessoais dos seus colaboradores é a chave para o sucesso de um projecto de *e-learning*.

Figueiredo [Figueiredo e Afonso 2005] considera os contextos e os conteúdos como elementos fundamentais do modelo de aprendizagem. O modelo de aprendizagem (Figura 2.6) define a actividade de aprendizagem como a situação na qual os indivíduos aprendem. O conteúdo é a informação que foi estruturada e é constituída por texto, matérias multimédia, a palavra do professor, ou qualquer outro meio. O contexto é um conjunto de circunstâncias que são relevantes para o aluno construir o conhecimento através da ligação ao conteúdo.



**Figura 2.6 - Conteúdo e contexto de aprendizagem [Figueiredo e Afonso 2005]**

No modelo apresentado, o professor tem um papel bipartido na apresentação dos conteúdos e na criação do contexto de aprendizagem. O contexto pode ser uma sala de aula ou um ambiente virtual de aprendizagem, em que o papel do professor é mais centrado nos conteúdos, no caso da sala de aula, e no contexto no caso dos ambientes virtuais de aprendizagem.

Os conteúdos assumem assim o papel de meio de transmissão do conhecimento, em que a informação é transformada em conhecimento através de uma dada actividade de aprendizagem.

Neste sentido, e atendendo a que os conteúdos podem ser usados em diversos contextos, os objectos de aprendizagem tem-se assumido como um forma de estruturação

de conteúdos com vista à sua reutilização. O objecto de aprendizagem, segundo Wiley [Wiley 2001], é qualquer recurso que pode ser reutilizado para suportar a aprendizagem. Isto significa que a principal ideia dos objectos de aprendizagem é de dividir os conteúdos em pequenas peças que podem ser reutilizados em diversos ambientes de aprendizagem, no mesmo espírito das linguagens orientadas por objectos.

O IEEE *Learning Technology Standards Committee* [LTSC 2002] define de uma forma mais abrangente os objectos de aprendizagem como sendo qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada para a aprendizagem, educação ou formação. Esta necessidade de dividir os conteúdos em unidades reutilizáveis levou simultaneamente o LTSC a desenvolver padrões para os metadados dos objectos de aprendizagem.

O *Learning Objects Metadata* (LOM) é um modelo de dados, normalmente codificado em XML, usado para descrever um objecto de aprendizagem, facilitando a interoperabilidade entre sistemas e a descoberta de objectos de aprendizagem em grandes repositórios. Os metadados assumem assim uma grande importância nos conteúdos, porque permitem identificar em que contexto é que os objectos de aprendizagem podem ser reutilizados.

Para suportar a autoria de conteúdos e a introdução de metadados existem várias ferramentas no mercado. As principais ferramentas indicadas por William e Katherine Horton [Horton 2003] para o desenvolvimento são as de autoria do curso, autoria de sítios Web, criação de testes de avaliação, autoria multimédia e de conversão.

A quantidade e a qualidade de ferramentas existentes permitem o desenvolvimento de conteúdos mais ricos e interactivos, motivando os alunos e conseguindo-se experiências de aprendizagem mais enriquecedoras.

A importância dos objectos de aprendizagem pode constatar-se pelo sucesso que representa o repositório MERLOT (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*). O MERLOT [MERLOT 2007] é um repositório livre de objectos de aprendizagem com revisão e que permite a disponibilização e consulta de materiais de aprendizagem, o qual conta actualmente com 16081 materiais e 42192 membros.

Apesar da importância dos objectos de aprendizagem no processo educativo, Figueiredo [Figueiredo e Afonso 2005] sugere que se siga outra orientação mais focada nos contextos, propondo uma especificação designada de sistemas de gestão dos contextos de aprendizagem (*Learning Context Management Systems*), que permite a

criação de comunidades de aprendizagem e a disponibilização de ferramentas de gestão da colaboração. Desta forma, segundo os autores, é possível satisfazer as necessidades ao nível dos conteúdos e dos contextos em ambientes de aprendizagem

Segundo Sheinberg [Sheinberg 2001], o contexto no qual um curso de *e-learning* tem lugar deve influenciar todos os aspectos do desenho de um curso. A recolha de informação acerca da audiência que vai frequentar um curso deve ser feita antes de desenvolver o curso, podendo melhorar fortemente a possibilidade de este ter sucesso. O contexto pode ser o elemento mais importante que ajuda a determinar o sucesso de uma iniciativa de *e-learning*. Uma análise do contexto deve ser o ponto de partida de qualquer projecto de *e-learning*. Para considerar o contexto, devem ser consideradas as características dos alunos, podendo incluir [Sheinberg 2001]:

- Características físicas - Idade, sexo e necessidades especiais.
- Educação - Áreas de estudo, formação e utilização do computador.
- Nível cultural - Língua, lugar de origem, tradições e assuntos sensíveis.
- Experiência profissional - Experiência, tempo no emprego actual e relações entre participantes.
- Expectativas - Razões para atender o curso e resultados esperados.

O contexto é assim criado por diversos factores que são importantes para o sucesso de um projecto de *e-learning*. Também a este propósito, Ramos [Ramos e Caixinha 2000] refere que os modelos pedagógicos a adoptar em ambientes de *e-learning* deverão ter em consideração a área técnico-científica do programa ou curso, as características da população alvo (no que diz respeito à flexibilidade espacial e temporal), a avaliação (presencial, a distância ou misto) e as tecnologias de suporte.

Estes factores, apresentados pelo autor, dizem respeito não só a questões tecnológicas de suporte à aprendizagem, mas também aos contextos da aprendizagem, no sentido de adaptar os modelos pedagógicos às necessidades da população alvo. Os contextos de aprendizagem podem variar muito, especialmente para os alunos que por necessidade de actualização dos seus conhecimentos voltam a estudar, frequentando cursos superiores. Deste modo, a heterogeneidade no ensino superior irá ser cada vez

maior quer ao nível da idade, expectativas, experiência profissional, situação familiar, entre outras.

A criação do contexto de aprendizagem é feita através da interacção entre os alunos e entre os alunos e os conteúdos, sendo as ferramentas de comunicação e de colaboração fundamentais para o seu sucesso. Algumas das ferramentas que permitem a criação do contexto de aprendizagem em ambientes de aprendizagem são os fóruns, *chat*, *wikis* e *blogues*.

## **2.4. Normas de *E-learning***

Com o elevado crescimento do número de plataformas de gestão da aprendizagem, ferramentas de produção de conteúdos, entre outras, as questões de interoperabilidade entre plataformas começaram a ser colocadas devido à necessidade de transferência de dados e conteúdos entre plataformas.

A necessidade de mudar de uma plataforma para outra, quer seja comercial ou *open source*, levou a que as instituições e empresas comesçassem a exigir da indústria de *e-learning* uma maior compatibilidade entre os diversos sistemas. No sentido de dar resposta a este problema várias empresas ou instituições reuniram-se para criar um conjunto de normas que permitissem a interoperabilidade entre os vários sistemas.

A existência de normas permite aumentar o retorno de investimento, tanto para os produtores de conteúdos, bem como para as empresas ou instituições que usam os conteúdos. Desta forma, a adopção de normas no *e-learning* permite economizar tempo e recursos.

Vários organismos têm-se debruçado sobre a problemática da interoperabilidade no *e-learning*, produzindo diversas normas, especificações ou recomendações. A diferença fundamental entre as normas e as especificações ou recomendações está no facto de as normas serem adoptados por uma larga maioria, ao passo que as recomendações ou especificações pertencem a um processo inicial que poderá mais tarde conduzir à transformação em normas.

O termo norma é usado para descrever vários métodos nos quais a conformidade e a consistência são asseguradas. As normas são métodos, tecnologias ou formatos nacionais ou internacionais documentadas em detalhe e aceites por toda a comunidade

internacional, sendo certificadas por organismos internacionais como o ISO (*International Standards Organization*), CEN (*European Centre of Normalization*), IEEE ou outro organismo de normalização reconhecido internacionalmente.

Os principais organismos que elaboram normas, especificações ou recomendações para o *e-learning* são os seguintes:

- ISO (International Standards Organization)
- IEEE LTSC (Learning Technology Standards Committee);
- CEN (European Centre of Normalization)
- IMS (IMS Global Learning, Inc)
- AICC (Aviation Industry CBT Committee)
- ARIADNE (Alliance for Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe)
- ADL (Advanced Distributed Learning)

Na Figura 2.7, encontra-se representado o processo de normalização das tecnologias de *e-learning*. Num primeiro nível são produzidas as especificações pelos organismos AICC, IMS, ADL e *Ariadne*, sendo depois submetidas ao IEEE LTSC para normalização. O IEEE LTSC, em conjunto com a ISO/IEC/JTC1/SC36, avalia se a especificação reúne as condições para ser apresentada para normalização ISO.

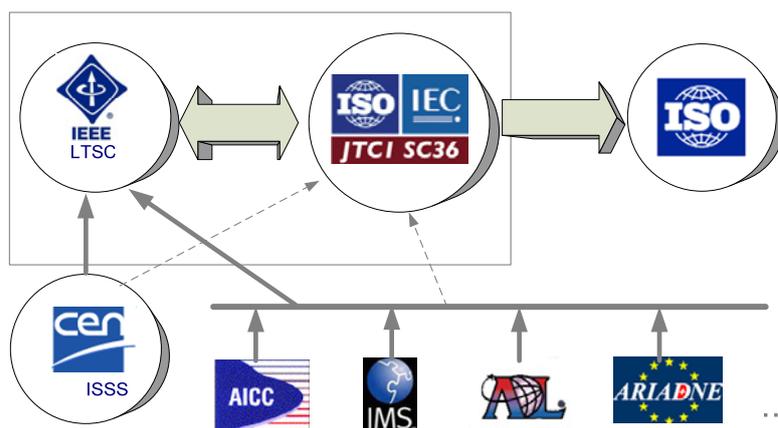


Figura 2.7 - Processo de normalização de tecnologias de *e-learning*

A adopção de normas ou especificações publicadas pelos organismos acima referidos é fundamental para a evolução do *e-learning*, devido permitir a interoperabilidade entre sistemas e a reutilização de conteúdos.

As principais normas, especificações ou recomendações usadas actualmente foram desenvolvidas pela AICC, IMS, IEEE LTSC e ADL. Em seguida são descritos os principais organismos de normalização, e as normas e especificações mais importantes.

### **2.4.1. AICC**

A AICC é uma associação internacional de formação profissional baseada em tecnologia, que tem como actividade principal actividade o desenvolvimento de guias para a indústria da aviação. A sua experiência no desenvolvimento de guias e recomendações remonta à formação mediada por computador (*computer-based training*). Em 1989 foram aprovadas as primeiras recomendações para a formação mediada por computador.

Desde essa altura foram várias as recomendações aprovadas que trouxeram vários benefícios à formação mediada por computador e mais tarde ao ensino baseado na Web ou *e-learning*.

Em 1993 foram publicadas as primeiras recomendações para a interoperabilidade dos sistemas de formação mediada por computador, permitindo a independência dos materiais dos cursos em relação aos fornecedores dos sistemas de formação.

Em 1998, com o aparecimento das tecnologias de formação baseada na Web, a AICC adaptou o seu modelo CMI (*Computer Management Instructions*) à formação baseada na Web, designado de AGR-010. Este modelo foi depois melhorado juntamente com a disponibilização de uma API em Javascript, que passou a ser a base do modelo de execução do SCORM da ADL.

O modelo CMI da AICC permite a interoperabilidade entre os sistemas de gestão da aprendizagem e os conteúdos, ao disponibilizar uma API que regista todo o progresso do aluno ou formando, enviando-o de volta para o sistema, permitindo a troca de dados independentemente do fornecedor.

### 2.4.2. IMS

O IMS *Global Learning Consortium* é uma organização mundial sem fins lucrativos que desenvolve e promove a adoção de especificações técnicas abertas, com vista à interoperabilidade de tecnologias de ensino e aprendizagem. Algumas das especificações do IMS tornaram-se normas mundiais para a distribuição de produtos e serviços de *e-learning*. É composto por cerca de cinquenta membros e associados, dos mais diversos sectores do *e-learning*, incluindo fabricantes de *hardware* e *software*, instituições de ensino, editoras, agências governamentais, integradores de sistemas, produtores de conteúdos multimédia, entre outros.

O IMS também colabora activamente com outros organismos de normalização ou de certificação tais como a ADL, ALIC (*Advanced Learning Infrastructure Consortium*), ARIADNE, AICC, CNI (*Coalition for Networked Information*), Dublin Core, CEN/ISSS, IEEE/LTSC, MERLOT, OCLC (*Online Computer Library Center*), SIF (*Schools Interoperability Framework*) e W3C (*World Wide Web Consortium*).

Desde 1999, o IMS já publicou mais de sessenta versões de especificações, desde os metadados, acessibilidade, conteúdos, informação do aluno, sequência da aprendizagem, avaliação, entre outros. As especificações publicadas pelo IMS até ao momento encontram-se indicadas no Quadro 2.1.

Especificação	Data	Versão
<i>Meta-data</i>	25/08/2006	1.3
<i>General Web Services</i>	13/01/2006	1.0
<i>ePortfolio</i>	5/07/2005	1.0
<i>Question and Test Interoperability</i>	24/01/2005	2.0
<i>Learner Information Package</i>	17/01/2005	1.0.1
<i>Content Packaging</i>	1/11/2004	1.1.4
<i>Resource List Interoperability</i>	30/08/2004	1.0
<i>AccessForAll Meta-Data</i>	23/08/2004	1.0
<i>Enterprise Services</i>	24/08/2004	1.0
<i>Shareable State Persistence</i>	30/07/2004	1.0
<i>Vocabulary Definition Exchange</i>	22/03/2004	1
<i>Learner Information Package Accessibility for LIP</i>	25/07/2003	1
<i>Simple Sequencing</i>	20/03/2003	1.0
<i>Learning Design</i>	13/02/2003	1.0
<i>Digital Repositories Specification</i>	30/01/2003	1
<i>Enterprise Specification</i>	16/07/2002	1.1
<i>IMS Question &amp; Test Interoperability Specification (Lite)</i>	18/03/2001	1.1
<i>Learning Resource Meta-data Specification</i>	05/05/2000	1.1

**Quadro 2.1 - Especificações publicadas pelo IMS**

Das especificações apresentadas anteriormente, são de seguida descritas de forma sucinta aquelas que maior impacto tiveram no *e-learning*.

### ***Content Packaging (CP)***

O *Content Packing* [IMS 2001] é uma especificação que permite o empacotamento dos conteúdos de um determinado curso ou lição para poderem ser transferidos entre sistemas. Esta especificação permite de uma forma eficiente a agregação, distribuição, gestão e publicação de conteúdos. Com a adopção desta especificação por parte dos fabricantes de ferramentas de autoria de conteúdos, sistemas de gestão de aprendizagem ou outros sistemas ou serviços de criação, gestão ou

distribuição de soluções de *e-learning*, tornou possível aos autores, gestores ou alunos a utilização de tecnologias de *e-learning* independentemente do fornecedor.

A estrutura do *Content Packing* (Figura 2.8) tem como destinatários os autores que desenvolvem os conteúdos, os administradores que gerem e distribuem os conteúdos e finalmente os alunos que interagem e aprendem através dos conteúdos.

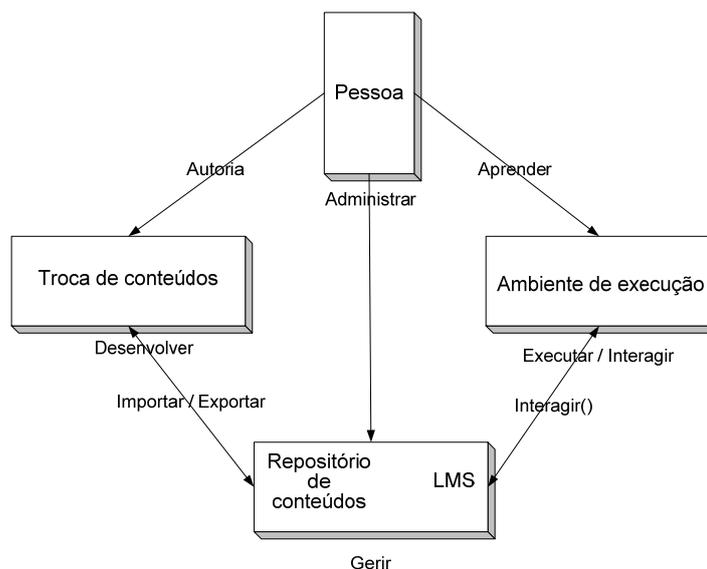


Figura 2.8 - Objectivos da estrutura do *Content Packing* [IMS 2001]

As principais organizações interessadas nesta estrutura são os produtores de conteúdos, os vendedores de sistemas de gestão da aprendizagem, os vendedores de soluções informáticas e os fornecedores de serviços de *e-learning*.

Por fornecedores de serviços de *e-learning* entende-se todas as empresas ou instituições que disponibilizam serviços de ensino ou formação, tais como escolas, universidades, empresas, entre outros.

A estrutura *Content Packing* é constituída por um ficheiro único (por exemplo .zip, .jar ou .cab) que contém a estrutura conceptual representada num ficheiro XML (*manifest*), o qual possui a estrutura física dos ficheiros que contém os conteúdos. Os principais elementos da estrutura *Content Packing* são os seguintes o *package interchange file* (ficheiro único que contém o ficheiro conceptual de manifesto), o *Package* (pacote que representa uma unidade de reutilização de conteúdos) e o *manifest* (ficheiro XML especial situado na raiz do pacote que descreve toda a estrutura dos recursos).

O *Content Packing* pode também integrar outras especificações como a *Learning Design*, *Simple Sequencing*, *Meta-data* e *Question and Test Interoperability*. Esta especificação foi também adoptada pelo SCORM como modelo de empacotamento e descrição dos recursos.

### ***Simple Sequencing (SS)***

A especificação *Simple Sequency* [IMS 2003], publicada em Março de 2003, é usada para definir as regras que determinam a navegação ao longo dos conteúdos. Estas regras podem depois ser reproduzidas em qualquer sistema tecnológico de aprendizagem que adopte esta especificação.

Podem também ser definidos caminhos de navegação alternativos ao longo dos conteúdos da aprendizagem, em resposta a acções do utilizador. Desta forma é possível definir percursos de aprendizagem diferentes conforme o comportamento do utilizador e adaptar a experiência de aprendizagem às necessidades específicas do aluno ou formando.

O *Simple Sequencing* usa a estrutura do *Content Packing*, tornando possível a interoperabilidade entre os sistemas de gestão da aprendizagem e ferramentas de autoria de conteúdos.

### ***Question and Test Interoperability (QTI)***

A avaliação das actividades de aprendizagem é uma componente fundamental de um curso *online*. A maioria dos sistemas de gestão da aprendizagem disponibiliza formas de avaliação baseadas em testes de correcção automática que podem incluir questões do tipo escolha múltipla, verdadeiro e falso, entre outras.

A especificação *Question and Test Interoperability* [IMS 2005] torna mais fácil a partilha de elementos de avaliação que pode incluir questões, testes e resultados, permitindo a importação e exportação de dados de uma forma normalizada, suportando testes com uma estrutura mais simplificada até testes mais complexos. Usando esta especificação, os autores dos conteúdos de um curso podem utilizar a ferramenta de autoria que mais lhe convém, porque todos os dados podem posteriormente ser importados para o sistema de gestão da aprendizagem.

### 2.4.3. IEEE LTSC

O IEEE *Learning Technology Standards Committee* é um comité do IEEE responsável pela aprovação e adopção de normas para a indústria do *e-learning*. A sua actividade está centrada no desenvolvimento de normas, recomendações ou guias com vista à interoperabilidade entre as diversas tecnologias de *e-learning*, incluindo todo o processo deste a autoria, passando pela distribuição até ao suporte ou manutenção.

O IEEE LTSC [LTSC 2002] aprovou diversas normas das quais se destacam o IEEE *Standard for Learning Object Metadata*, o IEEE *Standard for Learning Technology-Learning Technology Systems Architecture* (LTSA) e o IEEE *Standard for Learning Technology-Data Model for Content to Learning Management System Communication*.

Das normas aprovadas pelo IEEE LTSC a que teve maior impacto na indústria do *e-learning* foi a da definição de metadados para objectos de aprendizagem (*Learning Object Metadata*), aprovada em 2002. Esta norma é um modelo de dados conceptual que define a estrutura dos metadados para a descrição de objectos de aprendizagem. Com a adopção desta norma torna-se possível a reutilização de objectos de aprendizagem, incluindo a sua descoberta em repositórios e facilitando a interoperabilidade entre sistemas de gestão da aprendizagem.

A organização dos conteúdos de um curso em objectos de aprendizagem apresenta diversas vantagens das quais se destaca:

- Acessibilidade - Através da possibilidade de aceder a recursos de aprendizagem sem limitações de espaço e de tempo.
- Interoperabilidade - Podendo ser desenvolvidos usando diversos tipos de ferramentas e em diversas plataformas.
- Durabilidade - Ao usarem padrões não se tornam dependentes da evolução tecnológica, o que permite terem uma grande durabilidade.
- Reutilização - Os objectos de aprendizagem podem ser reutilizados em diversos contextos educativos, dependendo do nível de granularidade.

Apesar do uso de objectos de aprendizagem no *e-learning* ser cada vez mais comum, a utilização de todas as potencialidades da norma *Learning Object Metadata*

encontra-se ainda numa fase inicial. Os principais entraves encontrados estão na necessidade da introdução dos metadados que descrevam de forma plena cada objecto de aprendizagem, o que representa um trabalho acrescido para os autores dos conteúdos.

Recentemente, o IEEE LTSC foi transferido para o organismo de normalização *International Standards Organization* (ISO), para o qual foi estabelecido um comité específico para tecnologias de *e-learning* designado de *ISO Joint Technical Committee* (JTC1), *Sub Committee 36 (SC 36) on Learning Technology*.

#### **2.4.4. ADL**

A *Advanced Distributed Learning* (ADL) é uma iniciativa do Departamento de Defesa dos Estados Unidos com vista a alcançar a interoperabilidade entre os diversos sistemas de ensino e formação baseados na Internet. Foi estabelecida em 1997, tendo por base a definição de uma estratégia para facilitar a cooperação entre o governo norte-americano, instituições de ensino e a indústria, no desenvolvimento de normas para o *e-learning*, que permitissem incrementar a reutilização e a qualidade dos sistemas de gestão da aprendizagem.

Em 1999, como resultado desta iniciativa surgiu a primeira versão de avaliação do referencial *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM). O SCORM é do conjunto de especificações da ADL, a que maior impacto teve no mercado de *e-learning*, sendo actualmente adoptado pela maioria dos fabricantes.

O SCORM representa um conjunto de especificações técnicas com o objectivo de permitir a partilha de objectos de aprendizagem e a sua reutilização em diversos contextos de aprendizagem, independentemente das plataformas usadas.

É constituído pelo modelo de estruturação dos conteúdos - *Content Agregation Model* (CAM) e pelo modelo de execução - *Run-Time Environment* (RTE). O modelo CAM define a forma como é que os objectos de aprendizagem ou *Sharable Content Object* (SCO) são agregados, descritos e sequenciados. O modelo de execução ou RTE descreve uma API e um modelo de dados que permite a comunicação entre os objectos de aprendizagem e os sistemas de gestão da aprendizagem, suportando o registo do percurso de aprendizagem do aluno.

O SCORM integra diversas especificações num único referencial, nomeadamente o *Content Packing* e o *Simple Sequence* do IMS, o *Learning Object Metadata* do IEEE LTSC e o modelo *Computer Management Instructions (CMI)* da AICC.

A API do SCORM vem também facilitar a forma como os autores de plataformas LMS podem fazer o registo do percurso do aluno e como este pode ser enviado de volta para o LMS. Para isso, a ADL disponibiliza gratuitamente a API em Javascript e em Java que pode ser integrada no LMS, servindo como uma camada de *middleware* que capta os eventos do cliente (aluno) e os envia para o LMS.

## **2.5. O Processo de Bolonha**

Em Março de 2000, na cimeira de Lisboa, os chefes do governo dos países da União Europeia aprovaram a Estratégia de Lisboa para 2010, tendo como objectivo principal tornar a Europa na mais competitiva e dinâmica economia baseada no conhecimento.

O facto de a Europa apresentar sinais de pouco investimento e dificuldades em atrair e reter talentos em relação aos Estados Unidos [Comissão Europeia 2003], gerou um grande debate em torno das políticas necessárias, com vista a tornar o espaço europeu de ensino superior mais competitivo.

As primeiras linhas de acção foram definidas ainda antes da Estratégia de Lisboa, na Declaração de Sobornne assinada em Paris, em Maio de 1998, pelo Ministros da Educação da Alemanha, França, Itália e Reino Unido, onde se perspectivava já a construção de um Espaço europeu de ensino superior. A criação de um espaço europeu aberto para o ensino superior, que respeitasse as diversidades, mas que por outro lado removesse as barreiras, foi considerado como sendo o factor fundamental para o aumento da competitividade do sistema de ensino superior europeu.

### **2.5.1. Contextualização do Processo de Bolonha**

Após a Declaração de Sobornne, a 19 de Junho de 1999, reuniram-se os ministros da educação de 29 Estados Europeus, entre os quais o Estado Português, que subscreveram a Declaração de Bolonha, “(...) *acordo este que contém como objectivo*

*central o estabelecimento, até 2010, do espaço europeu de ensino superior coerente, compatível, competitivo e atractivo para estudantes europeus e de países terceiros, espaço que promova a coesão europeia através do conhecimento, da mobilidade e da empregabilidade dos seus diplomados”* (Decreto-Lei nº 42/2005 de 22 de Fevereiro, Diário da República – I Série – A nº 37, pág.1494).

A Declaração de Bolonha [União Europeia 1999] indica como prioridades os seguintes pontos:

- adopção de um sistema que facilite a comparação de graus, através da implementação do Suplemento ao Diploma, de forma a promover o emprego e uma competitividade ao nível internacional do sistema de ensino superior europeu;
- adopção de um sistema baseado essencialmente em dois ciclos de graduação e pós-graduação, sendo o primeiro ciclo de qualificação relevante para o mercado Europeu e o segundo conduzindo a um mestrado e/ou doutoramento;
- estabelecimento de um sistema de créditos (do tipo do sistema ECTS) de forma a promover uma maior mobilidade de alunos. Os créditos podem ser adquiridos em outros contextos, como a aprendizagem ao longo da vida;
- promover a mobilidade através da eliminação de obstáculos à livre circulação, com particular ênfase nos alunos, docentes, investigadores e pessoal administrativo;
- promover a cooperação europeia na garantia da qualidade com vista ao desenvolvimento de metodologias e critérios comparáveis;
- promover a necessária dimensão europeia do ensino superior, particularmente ao nível do desenvolvimento curricular, da cooperação inter-institucional, na mobilidade de programas integrados de estudo, na formação e na investigação.

Após a Declaração de Bolonha seguiram-se vários encontros entre os ministros com a tutela do ensino superior, com vista a por em marcha o processo de Bolonha. Em Maio de 2001 ocorreu em Praga um novo encontro que se traduziu num aumento dos

signatários da Declaração de Bolonha para 32, tendo sido definidas algumas linhas orientadoras com vista à concretização dos seis objectivos definidos na Declaração de Bolonha.

Nesta reunião foi realçada a importância da aprendizagem ao longo da vida, tendo sido considerado um elemento essencial para a criação do Espaço europeu de ensino superior. Foi também destacada a importância da criação de estratégias de aprendizagem ao longo da vida para a transição da Europa para a sociedade e economia baseada no conhecimento, permitindo enfrentar os desafios da competitividade, sendo factor fundamental a adopção de novas tecnologias que promovam a coesão social, a igualdade de oportunidades e melhoria da qualidade de vida [União Europeia 2001].

Em 2003, o encontro de Berlim reuniu 33 ministros responsáveis pelo ensino superior, foi referido no comunicado que os ministros reafirmam a importância da dimensão social do Processo de Bolonha. A necessidade de aumentar a competitividade deve ser balanceada, com o objectivo de melhorar as características sociais do espaço europeu de ensino superior, procurando a coesão social e a eliminação de qualquer tipo de desigualdades.

Em Maio de 2005 em Bergen decorreu mais uma conferência de ministros, tendo sido apontados novos desafios e prioridades tais como a relação entre o ensino superior e a investigação, a dimensão social, a mobilidade, a atractividade do espaço europeu de ensino superior e a cooperação com outras partes do mundo.

A implementação do Processo de Bolonha obrigou a diversas mudanças ao nível legislativo de forma a reorganizar a formação de nível superior em três ciclos de estudo: licenciatura, mestrado e doutoramento.

Em Março de 2006, com a publicação do regime jurídico dos graus e diplomas do ensino superior (Decreto-Lei nº 74/2006) tornou-se possível a implementação do modelo de organização baseado em três ciclos, tendo iniciado os primeiros cursos segundo o modelo de Bolonha no ano lectivo 2006/2007.

### **2.5.2. A mudança do Paradigma de Ensino**

A mudança do paradigma de ensino preconizada pelo Processo de Bolonha, baseado na aquisição de competências, é um elemento central para a garantia da mobilidade e da qualidade do espaço europeu de ensino superior.

Como consequência da passagem para um modelo centrado no aluno, os resultados da aprendizagem são apresentados como competências adquiridas. Por outro lado, o sistema de créditos introduz uma outra mudança através do paradigma de ensino/aprendizagem, ao quantificar a globalidade das horas de aprendizagem, quer em contexto de sala de aula, quer em actividades não presenciais.

Com a adopção do sistema de créditos curriculares (ECTS - *european credit transfer system*), que é um instrumento que permite medir a acumulação e a transferência de conhecimentos, tornou-se possível quantificar a aprendizagem ao longo da vida para todo o tipo de formação de nível superior, quer sejam formações que conferem grau ou não.

Durante mais de uma década as universidades têm-se mantido indiferentes à expansão do acesso ao ensino superior. A sociedade do conhecimento necessita de mais graduados, e estes graduados necessitam de retornar ao ensino superior para terem acesso à aprendizagem ao longo da vida, tendo lugar tanto no local de trabalho com nos tempos livres [Laurillard 2002].

Os métodos de ensino actuais ainda são muito baseados na ideia da transmissão do conhecimento, tendo lugar fundamentalmente em contexto de sala de aula. Este paradigma limita muito a expansão do ensino superior a novos públicos, devido a ser necessário um aumento das instalações e dos recursos das instituições.

As instituições de ensino superior têm olhado o uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino como uma forma de facilitar a transmissão de conhecimentos, mas sem mudar o modelo de ensino, sendo o professor visto como o elemento principal na produção e disseminação do conhecimento.

Na declaração mundial do ensino superior proferida pela UNESCO [Unesco 1998] é referida a importância do ensino superior para o desenvolvimento sociocultural e económico, sendo referido no Artigo 12, o potencial e o desafio do uso das tecnologias na mudança do papel do ensino superior “(...) *Com o rápido surgimento de novas TIC, irá mudar a forma como o conhecimento é desenvolvido, adquirido e transmitido. É também importante referir que as novas tecnologias oferecem oportunidades para inovar ao nível dos conteúdos dos cursos e modelos de ensino, permitindo alargar o acesso ao ensino superior. No entanto é de referir que as novas tecnologias não reduzem a necessidade de professores, mas sim muda o seu papel no processo de aprendizagem (...)*”.

Esta mudança no papel do professor, nos métodos de ensino e aprendizagem e na abertura a novos públicos através da aprendizagem ao longo da vida é provavelmente o maior desafio que as instituições de ensino superior enfrentam actualmente. Esta transformação foi também impulsionada pelo Processo de Bolonha, ao basear o modelo educativo na aquisição de competências, mais centrado no aluno, implicando uma transição do modelo transmissor para um modelo baseado nos resultados de aprendizagem e aquisição de competências.

Os desafios da aprendizagem ao longo da vida na sociedade do conhecimento são um elemento nuclear da transformação das instituições de ensino superior. Segundo Bernheim [Bernheim, *et al.* 2003] as principais respostas a estes novos desafios são:

- adopção do paradigma de aprender a aprender;
- mudança do foco do modelo educativo para o processo de aprendizagem;
- o novo papel do professor no suporte à construção do conhecimento;
- a flexibilidade curricular e a adopção de teorias modernas para o redesenho de currículos e programas;
- promoção de uma maior flexibilidade nas estruturas académicas;
- o sistema de créditos;
- o inter-relacionamento das funções básicas de uma instituição de ensino superior (ensino, investigação, extensão e serviços);
- a redefinição das competências profissionais;
- a reengenharia institucional e a gestão estratégica como uma componente normal da gestão das instituições;
- autonomia responsável das instituições;
- o processo de ligação com a sociedade e os diversos sectores económicos.

A mudança do papel das instituições de ensino superior na sua relação com a sociedade é um factor fundamental para o desenvolvimento económico e social, pelo que

esta abertura deve ser efectuada nos vários domínios de uma instituição, quer seja no ensino, investigação, extensão ou serviços.

A mudança do paradigma de ensino de um modelo que tem por base a concepção de que a educação é um processo de transmissão do conhecimento, para um modelo baseado no processo de aprendizagem e na aquisição de competências, implica que o professor deixe de ser o elemento central do processo. Neste novo paradigma, o ensino não é um simples método de repetição mas sim um processo de construção.

### **2.5.3. O Papel do E-learning no Processo de Bolonha**

A resistência à adopção de novas metodologias pedagógicas e o uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem, tem-se revelado o principal entrave à disseminação do *e-learning*.

Segundo um relatório da Comissão Europeia sobre o objectivo da Estratégia de Lisboa, refere o seguinte [Comissão Europeia 2004]:

*“O e-learning tem claramente o potencial de estimular as redes de aprendizagem e novas formas de formação nas organizações. O princípio básico de que uma boa pedagogia continua a ser aquela que integra o desenho de todo o processo de aprendizagem (possivelmente suportado pelo e-learning), é um factor decisivo para o sucesso do aluno. Além disso, os países europeus devem encarar as medidas de adopção do e-learning, não só como uma mera questão de hardware e software, mas sim focar toda a estratégia na pedagogia associada ao e-learning.”*

Deste modo, as instituições de ensino superior enfrentam grandes desafios com a necessidade da aprendizagem ao longo da vida, conjugada com a necessidade de mudança do paradigma de ensino para um modelo baseado na aquisição de competências e nos resultados de aprendizagem resultantes do Processo de Bolonha.

Isto implica uma maior flexibilidade das instituições e uma necessidade constante de melhoria do desempenho, para se tornarem mais competitivas no panorama nacional e internacional. É neste ponto específico que o *e-learning* pode dar um grande contributo na captação de novos públicos, nomeadamente para a aprendizagem ao longo da vida e na melhoria dos resultados da aprendizagem.

O *e-learning* também pode ter um papel fundamental ao nível organizacional, se existir uma simbiose ou interoperabilidade entre os sistemas de informação das

instituições e os sistemas de gestão de aprendizagem. Desta forma é possível registar a aquisição de competências ao longo do processo de aprendizagem e transferi-lo para formatos normalizados, tais como o Suplemento ao Diploma, permitindo a mobilidade e o reconhecimento de competências ao nível Europeu.

As estratégias a seguir pelas instituições com vista ao suporte dos processos de ensino e aprendizagem podem ser variadas, incluindo formas de *e-learning* ou de *blended-learning*, destacando-se as seguintes estratégias:

- Modelo enriquecido - Os materiais são disponibilizados de forma electrónica e são usados em contexto de sala de aula ou para acompanhar as actividades presenciais.
- Modelo híbrido - São disponibilizados módulos para estudo autónomo.
- Modelo a distância - Os alunos tem acesso *online* a todas as actividades de aprendizagem.

A aplicação de um destes modelos ou a conjugação de vários depende fundamentalmente da motivação dos docentes e da capacidade de produção de conteúdos.

Para suportar o processo de Bolonha, a abordagem de *blended-learning*, que corresponde ao modelo híbrido, é aquela que permite ao mesmo tempo suportar as actividades em contexto de sala de aula, assim como as actividades não presenciais, revelando-se a solução mais equilibrada para a maioria das instituições de ensino.

## **2.6. O Learning Design como Base do Processo Educativo**

As modificações introduzidas com o Processo de Bolonha requerem um suporte da aprendizagem mais efectivo e com recurso a tecnologias de *e-learning* ou de *blended-learning*. As estratégias de *blended-learning* adoptadas no ensino superior português têm resultado num aumento significativo da disponibilização de materiais de apoio ao ensino presencial, mas que não foi acompanhada por uma mudança do paradigma de ensino, recorrendo a novas metodologias pedagógicas. Deste modo, os sistemas de gestão da aprendizagem são usados pela maioria dos docentes como simples repositórios de conteúdos pouco estruturados e sem uma contextualização da aprendizagem.

É neste sentido que o IMS *Global Consortium* desenvolveu um conjunto de especificações designadas de *Learning Design* [IMS 2003], com o objectivo de suportar uma grande variedade de modelos pedagógicos e de permitir aos professores ou formadores a adaptação de recursos e de ambientes de aprendizagem de uma forma flexiva, atendendo às necessidades específicas dos professores e alunos.

O *Learning Design*, ao ser uma especificação aprovada por um organismo internacional, permite a independência das instituições em relação a fornecedores específicos de soluções de *e-learning*, permitindo a interoperabilidade e a reutilização de conteúdos, independentemente dos editores de conteúdos ou ambientes de aprendizagem usados.

As normas ou especificações para o *e-learning* assumem assim um papel fundamental na economia de tempo e recursos, devido a permitirem a interoperabilidade dos sistemas de gestão de aprendizagem e ferramentas de produção de conteúdos, tornando as empresas ou instituições menos dependentes do fornecedor da plataforma.

### **2.6.1. IMS Learning Design**

Uma das especificações mais recentes apresentadas pelo IMS (*IMS Global Learning Consortium*) é o *Learning Design* [IMS 2003], que significa usar métodos pedagógicos para planear e desenvolver um curso, lição, módulo ou unidade curricular. A metodologia pedagógica advém do *Instructional Design*, teoria esta que tem uma forte preocupação pedagógica, ao contrário da maioria dos ambientes de aprendizagem que são mais orientados para a distribuição de conteúdos.

O *Instructional Design* é um processo intelectual que ajuda os professores a analisar sistematicamente as necessidades dos alunos e a construir soluções estruturadas com base nessas necessidades [Shambaugh 1997].

Os aspectos pedagógicos assumem assim uma maior importância, existindo uma consciência crescente de que os conteúdos tal como são estruturados levam a que o *e-learning* seja idêntico ao folhear um livro, sem qualquer tipo de interactividade e sem nenhuma estratégia pedagógica, o que leva a que os alunos tenham a sensação de que os conteúdos são estáticos e pouco interessantes [Stacey 2003]

O *Learning Design* vem dar resposta a este problema, porque além de existir uma preocupação com a organização dos conteúdos e recursos, associa uma estratégia pedagógica que é baseada em actividades.

A especificação *IMS Learning Design* (IMS LD) foi aprovada na sua versão final em 2003 pelo *IMS Global Consortium* [IMS 2003]. O IMS LD foi baseado na linguagem *Educational Markup Language* (EML) desenvolvida pela Universidade Aberta da Holanda.

A modelação de unidades de aprendizagem é uma das bases do IMS LD e permite desenvolver unidades granulares que podem corresponder a uma aula, módulo, unidade curricular ou curso. Este aspecto da granularidade é importante para a reutilização das unidades de aprendizagem.

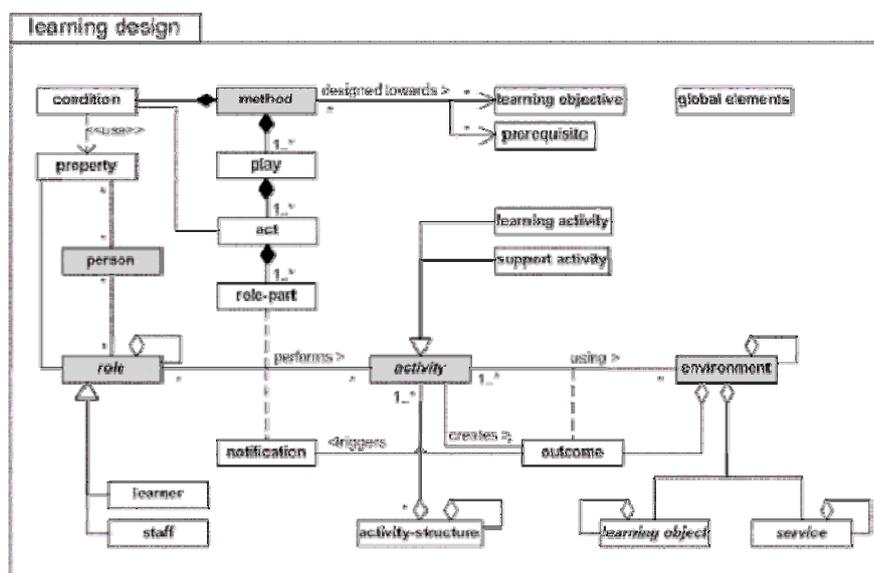


Figura 2.9 - Modelo conceptual do IMS LD [IMS 2003]

As principais componentes da estrutura do IMS LD (Figura 2.9) são as seguintes [IMS 2003]:

- Unidade de aprendizagem (*unit of learning*) - É a unidade fundamental do IMS LD correspondendo ao IMS *Content Package* + IMS *Learning Design*, contendo os conteúdos mais um ficheiro com a especificação *Learning Design*.
- Objectivos da aprendizagem (*learning objectives*) - Objectivos a atingir ao completar a unidade de aprendizagem.
- Pré-requisitos (*prerequisites*) - Pré-requisitos para os alunos poderem realizar a unidade de aprendizagem.
- Componentes (*components*) - São as componentes fundamentais que constituem o *Learning Design* e que podem conter actividades, perfis, ambientes, propriedades, entre outros.
- Função (*roles*) - Permite definir o papel de cada interveniente numa unidade de aprendizagem: aprendiz (*learner*), pessoal de apoio (*staff*) e dentro do pessoal de apoio se é *tutor*, *teaching assistant*, *mentor*, entre outros.
- Propriedades (*properties*) - Definem uma função concreta e estão disponíveis no nível B e C. Formam a base dos *dossiers* e dos portefólios, permitindo a personalização da aprendizagem.
- Actividades (*activities*) - É um dos elementos estruturais do *Learning Design* e forma uma ligação entre os perfis, os objectos de aprendizagem e os serviços de um ambiente de aprendizagem. As actividades podem ser de aprendizagem, suporte ou podem conter outras actividades.
- Ambiente (*environment*) - As actividades ocorrem num determinado ambiente e corresponde a uma colecção estruturada de objectos de aprendizagem, serviços ou de outros ambientes.

- Objecto de aprendizagem (*learning object*) - Qualquer recurso digital ou não digital reproduzível e endereçável e que pode ser usado em actividades de aprendizagem ou em actividades de suporte.
- Serviços (*services*) - Pode ser um fórum, correio electrónico, serviço de conferência, monitorização, indexação ou pesquisa.
- Métodos (*method*) - Define a parte dinâmica do *Learning Design*, contendo a sequência e as condições de execução. Por exemplo, um aluno pode em determina altura escolher uma de diversas actividades em paralelo.
- Acto (*acts*) - É um conjunto de actos que definem a sequência de execução das actividades e serviços. Uma Execução só pode começar depois da anterior terminar.
- Condições (*conditions*) - São usadas em conjunto com as propriedades para adicionar características de personalização. É possível tomar decisões tendo em conta o perfil do aluno, a avaliação ou selecções efectuadas.

O IMS LD é constituído por três níveis que correspondem ao nível de implementação das componentes de *Learning Design*:

- Nível A - Contém as componentes principais do *Learning Design* que foram descritas anteriormente, excepto as propriedades, condições e notificações.
- Nível B - Adiciona ao nível A as propriedades e condições, que permitem a personalização do ambiente baseado nos portefólios e nas interacções com o utilizador.
- Nível C - Adiciona ao nível B as notificações, permitindo por exemplo o envio de um correio electrónico quando uma actividade é concluída.

O número de ambientes de gestão da aprendizagem que suportam o *Learning Design* ainda é muito reduzido. O primeiro sistema de gestão da aprendizagem a suportar o *Learning Design* foi o .LRN. No entanto, existem editores e *players* como o RELOAD,

o *Learning Activity Management System* (LAMS), o Alfanet e o Coopercore [Unfold Project 2006], que permitem implementar o *Learning Design* na prática.

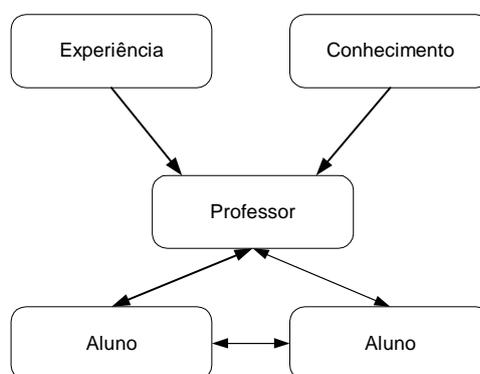
A adaptação das actuais plataformas de *e-learning* à especificação IMS LD irá ser um processo demorado, devido a existir uma filosofia muito diferente em relação ao SCORM, que é o standard adoptado pela maioria dos fabricantes de sistemas de gestão da aprendizagem.

### 2.6.2. O *Learning Design* e o Processo de Bolonha

A mudança do paradigma de ensino defendido por Branson [Branson 1990], apresenta a evolução dos paradigmas educacionais através de três modelos designados de modelo tradicional, modelo do presente e modelo do futuro.

No modelo educacional tradicional, o aluno recebe a mensagem do professor de uma forma passiva, não participando na construção do conhecimento.

No modelo educacional do presente, o professor continua a beneficiar das experiências e conhecimentos adquiridos, mas esses conhecimentos só podem ser adquiridos pelos alunos via professor, tal como está representado na Figura 2.10., adaptada do modelo proposto por Branson por Morais [Morais 1994]



**Figura 2.10 - Modelo educacional do presente [Branson 1990, Morais 1994]**

O modelo educacional do futuro (Figura 2.11) sugere que a informação e os sistemas que a permitem gerir sejam o centro de toda a actividade educacional. Este modelo vai de encontro à mudança do paradigma preconizado pelo Processo de Bolonha.

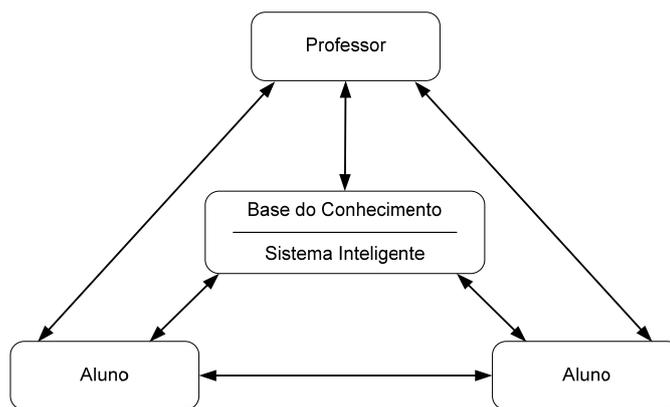


Figura 2.11 - Modelo educacional do futuro [Branson 1990, Morais 1994]

A mudança do paradigma de formação para a vida, que imperou até ao final do século XX, para o paradigma da formação ao longo da vida, é necessária uma actualização constante dos conhecimentos para enfrentar os desafios de uma economia baseada no conhecimento e na inovação.

Esta mudança está directamente relacionada com o Processo de Bolonha e implica uma maior atenção e acompanhamento do percurso de aprendizagem do aluno, sendo necessário um ensino mais personalizado, baseado nas necessidades de cada aluno.

A necessidade de desenhar todo o programa de uma unidade curricular, tendo em conta o número total de horas, presenciais e não presenciais, leva à necessidade de um planeamento exaustivo de todas as actividades pedagógicas, presenciais e não presenciais.

Para o ensino superior poder responder aos novos desafios do modelo baseado na aquisição de competências, é necessária a adopção de novas metodologias de aprendizagem suportadas pelas TIC.

Os ambientes virtuais de aprendizagem têm adoptado, como base do processo de ensino, um modelo baseado na transmissão de conhecimentos através da disponibilização de conteúdos e de recursos, os quais devem ser assimilados pelos alunos de uma forma passiva.

Este modelo de aprendizagem *online* deixou de ser compatível com as exigências do novo paradigma de Bolonha, sendo necessário basear todo o processo de aprendizagem em actividades, que permitam ao aluno adquirir as competências estipuladas para a unidade curricular.

O IMS *Learning Design* possui uma estrutura baseada em unidades de aprendizagem que podem conter actividades de aprendizagem, objectos de aprendizagem, recursos, elementos de avaliação, entre outros.

A principal mudança que o *Learning Design* introduz está na flexibilidade das metodologias pedagógicas, na reutilização dos conteúdos e contextos de aprendizagem e na adaptação dos percursos de aprendizagem às necessidades específicas dos alunos.

Desta forma o *Learning Design* permite suportar o desenho de actividades de aprendizagem que após a sua realização com sucesso se traduzem em resultados de aprendizagem e competências adquiridas, que estão na base do novo modelo subjacente ao Processo de Bolonha [Alves, *et al.* 2007].

A adopção da especificação IMS *Learning Design* permite descrever cenários de aprendizagem para o ensino misto, com uma parte presencial e também a distância, também designado de *blended-learning*.

## **2.7. Resumo e Conclusões do Capítulo**

O contexto de mudança vivido no ensino superior, impulsionado pelo Processo de Bolonha, requer uma grande flexibilidade das instituições de ensino superior e uma grande capacidade de inovação tanto ao nível pedagógico, de investigação como ao nível organizacional.

As instituições para poderem responder eficazmente a estes novos desafios têm que estar bem organizadas, sendo as Intranets uma ferramenta fundamental para promover a inovação. As Intranets ao integrarem num único ambiente as aplicações e sistemas de informação, tais como ferramentas de *groupware*, *workflow* e de gestão do conhecimento, garantem um acesso e gestão da informação descentralizada, o que permite uma maior capacidade de resposta e eficiência ao nível organizacional.

Uma instituição de ensino superior deve considerar como motores do seu desenvolvimento o ensino, a investigação e a gestão. Estes três vectores estratégicos devem ser vistos de forma integrada, sendo as Intranets um dos meios mais eficazes para a integração e conseqüente melhoria da eficiência e competitividade.

Atendendo a estas três componentes fundamentais de uma instituição de ensino superior foi proposta uma nova abordagem das Intranets organizacionais, designada de

Intranets educacionais, devido a aliarem a componente de gestão organizacional à componente educativa e de investigação.

Para o sucesso deste tipo de plataformas é necessário que sejam centradas no utilizador e que reúnam num único ambiente todos os serviços, informação e conhecimento que os docentes, alunos e colaboradores necessitam.

Para a componente de *e-learning* estar de acordo com os desafios do Processo de Bolonha, focado em resultados de aprendizagem, é necessária a adopção de novas metodologias de ensino. Além das especificações focadas nos conteúdos, como o SCORM, é necessária a adopção de especificações focadas nos conteúdos e nos contextos de aprendizagem.

A especificação *Learning Design* apresenta as características indicadas para cumprir este objectivo, devido a ser baseada em actividades de aprendizagem e de focar o processo educativo no aluno, permitindo uma aprendizagem mais personalizada.

## Capítulo 3: Agentes Tutor Colaborativos

### 3.1. Introdução

O *e-learning* está cada vez mais disseminado nos diversos níveis de ensino, quer no apoio ao ensino presencial, quer na distribuição de cursos a distância.

As plataformas de *e-learning* actuais, designadas genericamente de ambientes virtuais de aprendizagem, disponibilizam diversas funcionalidades que permitem a gestão dos cursos, a comunicação e a distribuição de conteúdos.

A grande maioria das plataformas é baseada no paradigma da sala de aula, em que os conhecimentos são transmitidos da mesma forma para todos os alunos. Este paradigma usa os conteúdos como o único meio de transferência do conhecimento.

Tal como foi referido no capítulo anterior, o Processo de Bolonha vem mudar este paradigma, reflectindo as novas exigências das sociedades baseadas no conhecimento, o que implica um ensino mais personalizado e baseado na aquisição de competências.

No conjunto das especificações existentes, aquela que tem uma clara preocupação com este problema é o IMS *Learning Design*, permitindo a definição de diversos percursos de aprendizagem, com base nas necessidades do aluno ou de um grupo de alunos.

Apesar do *Learning Design* permitir uma grande flexibilidade ao nível das metodologias pedagógicas e de suportar tanto ambientes de *e-learning* como de *blended-learning*, a personalização da aprendizagem está fortemente dependente das regras definidas pelo autor do curso.

No sentido de dar resposta a este problema da personalização da aprendizagem, adaptando o ambiente de aprendizagem às necessidades específicas do aluno, os

conteúdos não devem ser vistos como o único veio de transmissão do conhecimento. O conhecimento para ser construído de uma forma sólida deve ser adquirido através da experiência, com base na colaboração entre professor e os alunos.

Para permitir uma maior adaptação do ambiente de aprendizagem com base no percurso do aluno, é proposta a adoção de teorias de inteligência artificial na educação, baseadas na experiência dos alunos, para que os conteúdos e os contextos de aprendizagem possam ser reutilizados e adaptados a novas situações.

Tendo em conta que as experiências de aprendizagem não são todas síncronas, é possível e desejável que uma dada experiência de aprendizagem possa contribuir para melhorar outras experiências de aprendizagem. Isto torna-se possível através do registo das diversas dificuldades encontradas no percurso de aprendizagem e das respectivas soluções encontradas. A reutilização destas experiências é assim um grande desafio para as tecnologias no ensino.

Nas últimas três décadas, a inteligência artificial tem vindo a ser adoptada no ensino de diversas formas. As primeiras experiências de adopção da inteligência artificial no ensino remontam a 1984. Várias outras abordagens se seguiram tendo em vista a adopção da inteligência artificial na educação, sendo neste capítulo apresentada uma nova abordagem de sistemas de tutoria inteligente, que integra agentes e a metodologia de raciocínio baseado em casos.

A teoria do raciocínio baseado em casos (CBR) permite utilizar a experiência adquirida na resolução de situações do passado para resolver novos casos, possibilitando a personalização do ambiente, de forma a prestar um melhor suporte durante o processo de aprendizagem do aluno.

Tendo em conta que cada aluno tem o seu estilo próprio de aprendizagem, o qual influencia a colaboração durante o processo de aprendizagem, são apresentados neste capítulo os diversos estilos de aprendizagem e a relação que estes têm com os sistemas hipermédia adaptativos.

No final do capítulo é apresentada uma nova perspectiva de aplicação da inteligência artificial no ensino, através do uso de agentes tutor colaborativos suportados pelo raciocínio baseado em casos.

## 3.2. Raciocínio Baseado em Casos

O raciocínio baseado em casos (*case-based reasoning* - CBR) pode ser visto como um modelo de aprendizagem que inclui a resolução de problemas, a compreensão e a aprendizagem, integrando tudo num processo de memorização.

O CBR é um paradigma para a aprendizagem e raciocínio baseado na experiência, inspirado no comportamento humano. A principal ideia do CBR é a resolução de novos problemas usando a experiência de casos passados.

A investigação neste campo teve como base os estudos efectuados anteriormente ao nível do processo cognitivo, nomeadamente através da análise de como o ser humano aprende um novo conceito e como é que formula hipóteses para resolver novas situações, baseadas em experiências passadas.

### 3.2.1. Fundamentos de Raciocínio Baseado em Casos

O CBR é um mecanismo de raciocínio que se baseia em recordar situações ou experiências (casos) similares acontecidas no passado e memoriza-las numa base do conhecimento, adaptando essas soluções à situação actual [Aamodt e Plaza 1994, Kolodner 1993, Leake 1996, Pal e Shiu 2004, Watson 1997].

Segundo Kolodner, o CBR consiste em adaptar soluções para situações passadas de forma a resolver novas necessidades. O modelo CBR inclui a resolução de problemas, a compreensão, a aprendizagem e a sua integração no processo de memorização. As principais premissas segundo Kolodner [Kolodner 1993] são:

- a referência a casos passados é vantajosa para lidar com novas situações que ocorrem. A referência a situações anteriores similares é necessária para lidar com a complexidade de novas situações. Também a alusão a soluções de casos passados faz parte do processo de aprendizagem que permite enfrentar novas situações;
- devido à descrição dos problemas ser muitas vezes incompleta, a compreensão ou a interpretação de um problema é um pré-requisito para o raciocínio. Qualquer forma de raciocínio requer que uma situação seja elaborada num detalhe suficiente, e que seja representada

com clareza, com um vocabulário adequado, de forma a permitir a fácil aquisição do conhecimento que necessita;

- como um novo caso nunca é igual a um passado, é normalmente necessário adaptar uma solução anterior a uma nova solução;
- a aprendizagem ocorre como uma consequência natural do raciocínio. Se um determinado procedimento é desenvolvido durante a resolução de um problema complexo e se este é o mais adequado durante a execução, então de facto foi efectuada a aprendizagem de um novo processo para lidar com esta nova classe de situações;
- o feedback e a sua análise ao longo de determinados procedimentos, fazem parte do raciocínio interpretativo que completam o ciclo de raciocínio/aprendizagem.

Riesbeck [Riesbeck e Shank 1989] indica algumas vantagens dos sistemas CBR sobre os sistemas baseados em regras, que são os mais usados em inteligência artificial. Segundo o autor, a desvantagem de um sistema baseado em regras é a de não conseguir reorganizar o conhecimento de forma a responder a novas situações, além do facto de tempo de treino do sistema ser muito elevado.

Os sistemas baseados em regras necessitam de um conjunto de regras do tipo “IF A THEN B”, onde A é a condição e B é a acção. Este tipo de sistemas possui um motor de inferência que compara os dados armazenados na memória com as condições, de forma a seleccionar qual a regra que irá aplicar.

Num ambiente de aprendizagem em que os perfis e os percursos de aprendizagem dos alunos podem ser diversificados, a adopção de sistemas baseados em regras implica a criação de um número muito elevado de regras, o que torna este tipo de sistemas inexecutáveis.

Pal [Pal e Shiu 2004] considera que o CBR é uma alternativa mais eficaz do que os sistemas baseados em regras em domínios imprevisíveis, devido a não necessitar de uma aquisição do conhecimento prévia, podendo produzir resultados eficazes mesmo com um número reduzido de casos. Com a utilização do sistema a precisão dos resultados aumenta, tornando-os mais eficazes.

As principais vantagens apresentadas por Pal [Pal e Shiu 2004] para os sistemas CBR são:

- reduzem as tarefas de aquisição do conhecimento;
- reduzem a possibilidade de repetição de erros;
- permitem a flexibilidade na aquisição do conhecimento;
- permitem o raciocínio em domínios que não se encontram completamente definidos, compreendidos ou modelados;
- aprendem com o tempo;
- permitem o raciocínio em domínios com baixo nível de conhecimento;
- podem ser usados em diversos domínios;
- reflectem o raciocínio humano.

A flexibilidade da metodologia CBR na adaptação a novas situações é baseada num ciclo de resolução de problemas, que consiste fundamentalmente nos seguintes passos [Aamodt e Plaza 1994]:

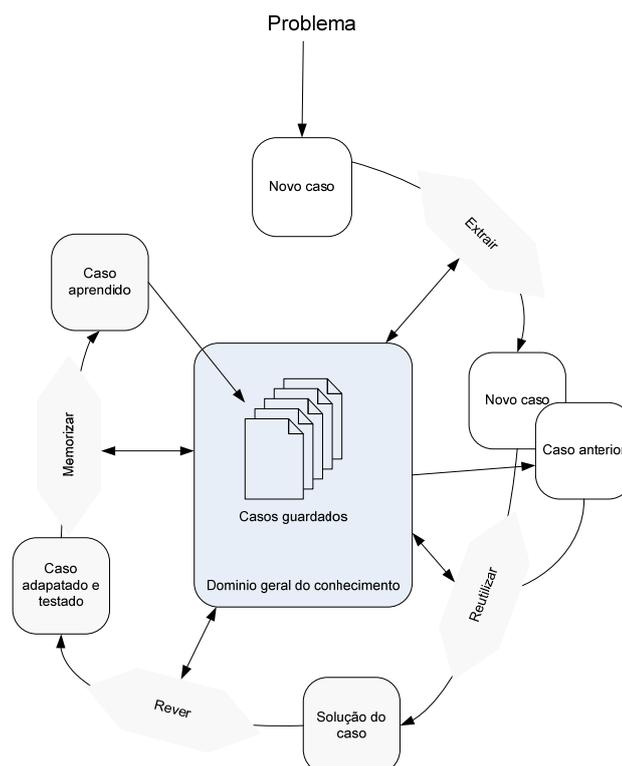
- extracção de casos experimentados, para os quais o problema é semelhante;
- reutilização de casos, copiando ou integrando soluções dos casos extraídos;
- revisão ou adaptação das soluções extraídas;
- memorização da nova solução, uma vez confirmada a sua validade.

O ciclo CBR é também designado de ciclo dos quatro R's, devido às quatro fases, que em linguagem anglo-saxónica são designadas de *retrieve*, *reuse*, *revise* e *retain*. Na implementação de sistemas CBR, o facto de as fases de reutilização e de revisão serem difíceis de distinguir, são normalmente agrupadas numa única fase designada de adaptação.

Na Figura 3.1, encontra-se representado o ciclo CBR proposto por Aamodt [Aamodt e Plaza 1994]. Na fase de extracção dos casos, o sistema procura na base do conhecimento casos que sejam semelhantes, de forma a adaptar a solução ou soluções ao

caso presente. Esta é uma das áreas do CBR sobre a qual tem havido uma investigação intensiva, nomeadamente ao nível da representação e indexação dos casos e no cálculo da semelhança.

As fases de reutilização e/ou de revisão são necessárias quando a solução ou soluções extraídas não podem ser directamente aplicadas ao problema em questão. A adaptação pode incluir alterações pontuais ao nível dos parâmetros ou a aplicação de modelos mais complexos.



**Figura 3.1 - Ciclo CBR [Aamodt e Plaza 1994]**

A fase de memorização permite guardar na base do conhecimento novos casos e as respectivas soluções, aumentando a eficiência do sistema. À medida que aumenta o número de casos, as soluções tornam-se mais precisas e o nível de adaptação necessário para os casos armazenados é cada vez menor.

A manutenção dos casos é também uma componente fundamental de um sistema CBR. Com o aumento de casos aumenta também a precisão do sistema, dando soluções mais adequadas para novos casos. Por outro lado, o desempenho do sistema vai-se deteriorando, devido à necessidade de extrair um maior número de casos.

Este factor designado de problema da utilidade do CBR é a principal desvantagem do CBR, porque quanto mais útil é o sistema, menor é a sua capacidade de resposta. Para resolver este problema é normalmente limitado o crescimento do número de casos, sendo eliminados os excedentários através de um algoritmo de manutenção.

Existem diversas técnicas de manutenção dos casos, sendo a remoção periódica de casos menos relevantes ou pouco úteis, uma função que qualquer sistema deve possuir. Leake [Leake e Wilson 1998] define a manutenção da base de casos como a implementação de políticas de revisão da organização dos conteúdos (representação, conteúdos do domínio, informação estatística ou implementação) de uma base de casos, com o propósito de facilitar o raciocínio, tendo em vista o alcance de um determinado nível de desempenho do sistema.

Apesar da versatilidade dos sistemas CBR, existem certos tipos de problemas ou domínios em que outras metodologias são mais adequadas, tais como:

- quando os casos não se repetem ou têm pouca semelhança entre si;
- os casos passados têm pouca relevância no futuro;
- as diferenças entre os casos são mínimas podendo ser facilmente parametrizadas.

### **3.2.2. Representação e Indexação de Casos**

A representação de casos consiste no armazenamento em memória, de experiências ou problemas passados. A escolha das componentes do caso que devem ser armazenadas é bastante crítica porque pode afectar o desempenho do sistema. Se a informação for escassa, compromete a capacidade de raciocínio do sistema e os resultados podem ser imprecisos, por outro lado, se cada caso for representado exhaustivamente com informações que não são usadas, torna o processo de extracção mais demorado afectando o desempenho do sistema.

Kolodner [Kolodner 1993] a propósito da comparação entre o conhecimento armazenado num sistema baseado em regras e num sistema baseado em casos, refere que num sistema baseado em casos o conhecimento é mais específico, ao passo que num sistema baseado em regras o conhecimento é mais abstracto, de forma a resolver uma

maior variedade de problemas possíveis. Deste modo, num sistema baseado em casos o conhecimento armazenado para um caso é específico só para esse caso.

Desta forma, o conhecimento gerado por um sistema CBR é armazenado numa estreita proximidade entre o problema e a solução. O conhecimento necessário para resolver um determinado caso é encontrado em poucos casos ou mesmo em um único caso, sendo depois agrupado para apresentar a solução.

Os casos podem representar diversas formas de conhecimento e podem ser armazenados usando diversas formas de representação. A escolha do modelo de representação e dos atributos está intimamente ligado aos objectos do sistema CBR e quais os problemas que este pretende resolver.

Um caso pode representar pessoas, objectos, tarefas, situações, diagnósticos, entre outros. Em muitos sistemas, os casos são normalmente armazenados em dois conjuntos não estruturados de pares *atributo-valor*, que representam características do problema e da solução [Gebhardt 1997].

Na maioria dos sistemas CBR nem todos os casos são representados, sendo necessário a definição de critérios que permitam seleccionar os casos a representar e quais são descartados. Esta necessidade de selecção dos casos mais importantes está relacionada com o problema da utilidade do CBR, referido anteriormente, e que permite garantir que o crescimento exponencial do número de casos não afecte de forma substantiva o desempenho do sistema.

Na decisão de que componentes de um caso devem ser representados, existem duas que são incontornáveis, a descrição do problema que se pretende resolver e a descrição da solução para esse problema. Estas são as componentes macro de qualquer sistema de representação de casos, sendo necessário resolver um conjunto de problemas associados, dos quais se destaca:

- decidir o que se pretende armazenar num caso;
- encontrar a estrutura apropriada para descrever o conteúdo de um caso;
- decidir como é que a memória de um caso deve ser organizada e indexada para efectiva extracção e reutilização;

- definir como é que se deve integrar a estrutura de memória dos casos com o modelo geral do conhecimento para que o conhecimento possa ser gerado.

Um caso pode ser considerado uma experiência contextualizada, sendo a efectiva contextualização um factor crítico para que o raciocínio possa ser efectuado com eficácia. A representação da estrutura de um caso e dos atributos que o classificam é a componente de um sistema CBR que mais influencia o desempenho das restantes.

Para armazenar o conteúdo de um caso, ou seja os atributos que o permitem classificar, é necessário escolher uma estrutura apropriada à natureza do sistema CBR. Os principais métodos de representação e indexação de casos são os seguintes [Kolodner 1993]:

- memória plana e pesquisa em série;
- redes de características partilhadas;
- redes discriminatórias;
- redes discriminatórias redundantes;
- bibliotecas planas e pesquisas em paralelo;
- memória hierárquica e pesquisa em paralelo.

Os métodos de representação de casos estão directamente relacionados com os objectivos de raciocínio do sistema e as restrições impostas ao modelo. Os principais métodos de representação dos casos são a representação relacional, orientada a objectos e a de predicados.

A representação relacional é o método de representação de casos mais usado, devido às potencialidades de organização e extracção, que as bases de dados relacionais apresentam. A indexação dos casos é gerida pelo próprio motor de bases de dados e permite usar a linguagem SQL para extracção de casos, o que é acessível a um maior número de programadores.

Relativamente à representação orientada a objectos, é referido que apresenta uma grande flexibilidade por usar uma estrutura mais compacta dos dados, além de possibilitar a reutilização de *software*. Este modelo é mais adequado para sistemas mais complexos, como CAD/CAM, multimédia e de informação geográfica, em que as bases de dados relacionais não são adequadas para criar bases de casos mais complexas.

A representação de predicados consiste na representação das relações entre objectos, constituída por uma condição e uma acção do tipo *IF* (condição) *THEN* (acção). A principal vantagem deste método é que usa regras e factos para representar os casos, possibilitando o desenvolvimento de sistemas híbridos baseados em regras ou em casos.

A escolha do melhor método de representação depende de vários factores. Pal [Pal e Shiu 2004] compara os métodos de representação de casos relacional, orientado a objectos e predicados, usando várias características (Quadro 3.1).

Característica do método de representação de casos	Relacional	Orientado a objectos	Predicados
Compacticidade	Média	Alta	Baixa
Independência da aplicação	Sim	Não	Não
Reutilização do <i>software</i>	Não	Sim	Não
Escala da base de casos	Grande	Grande	Pequena
Característica da extracção de casos	Fácil	Fácil	Difícil
Compatibilidade com os sistemas baseados em regras	Baixa	Baixa	Boa
Método de organização dos casos	Chaves	Herança/referência	Definição de dados

**Quadro 3.1 - Métodos de representação de casos**

Num sistema CBR a representação de casos está intimamente ligada à sua indexação. Uma base de casos não indexada implica que cada pesquisa seja sequencial, percorrendo todos os casos, o que é pouco eficiente.

A indexação de casos consiste em atribuir índices de forma a facilitar a sua recuperação. Isto inclui a colocação de rótulos nos casos, no momento em que são inseridos na base de casos, para mais tarde serem recuperados. Através da indexação é possível definir algoritmos de extracção de casos mais eficientes, garantindo um melhor desempenho do sistema CBR.

A escolha do índice implica uma observação dos conteúdos de cada caso, nomeadamente a relação entre os atributos e o problema que se pretende resolver. Kolodner [Kolodner 1993] aponta como condição fundamental para a obtenção de um bom índice, os seguintes factores:

- prever a futura utilização da informação para solução de diferentes problemas;
- identificar as similaridades mais úteis entre os casos;

- ser abstracto o suficiente para tornar um caso útil para uma grande variedade de situações;
- ser concreto o suficiente para ser facilmente reconhecido em futuras situações.

### 3.2.3. Recuperação de Casos

A recuperação ou extracção de casos é um acto bem mais complexo numa base de casos do que numa base de dados. Numa base de dados são extraídos os registos que cumprem um determinado critério, ao passo que numa base de casos existe a necessidade de avaliação sobre as características dos casos, de maneira a seleccionar um conjunto que reúna características semelhantes ao novo caso.

A selecção e a extracção de casos são as fases do ciclo CBR que maior investigação tem tido nos últimos. Para a recuperação de casos é necessário encontrar a sua semelhança, de forma a seleccionar somente os casos que apresentem uma semelhança mais próxima do caso que se pretende encontrar a solução. Deste modo, é possível aplicar diversos métodos de inteligência artificial.

No CBR o cálculo computacional da semelhança é um elemento muito importante na fase de recuperação de casos. O algoritmo de cálculo da semelhança é considerado efectivo, se os casos extraídos são úteis para a resolução do problema.

Dos métodos de recuperação de casos [Watson e Marir 1994, Pal e Shiu 2004], apresentam-se de seguida os mais conhecidos.

#### **Algoritmo de vizinhança (*K-Nearest Neighbour*)**

Este método baseia-se na comparação entre um novo caso e os que se encontram armazenados na base do conhecimento [Hennessy e Hinkle 1991, Pearce, *et al.* 1992]. Para determinar a semelhança usa uma soma ponderada das características dos casos, sendo necessário atribuir um peso a cada um dos atributos que descrevem o caso.

Se os atributos forem numéricos o cálculo da semelhança entre eles é efectuado através do inverso do módulo da diferença ( $1/|q_i - c_i|$ ). Para atributos não numéricos, o valor da semelhança é 1 se forem iguais e 0 se forem diferentes. A soma dos factores de ponderação de todos os atributos tem que ser 1, podendo os pesos serem definidos manualmente ou de forma automática.

O algoritmo Knn (*K-Nearest Neighbour*) é relativamente simples de implementar, mas apresenta como principal desvantagem de o método por vezes poder não convergir para uma solução correcta e o tempo de recuperação de casos crescer linearmente com o número de casos. Isto significa que o algoritmo Knn só é eficiente para uma base de casos de pequena dimensão, sendo necessário por vezes ser usado em conjunto com outros métodos.

### **Algoritmo de indução (*indutive*)**

Automaticamente extrai características relevantes para a recuperação de casos, criando hierarquias baseadas na discriminação dos casos. Os casos são depois recuperados através de uma árvore de decisão. Este algoritmo foi utilizado no sistema ID3 de Quinlan [Quinlan 1986] para descoberta de conhecimento em bases de dados.

Este método só atinge bons resultados se existirem um número suficiente de casos e se os objectivos da recuperação dos casos estiverem bem definidos. No entanto, o processo de aprendizagem é bastante demorado, o que leva a que este algoritmo seja aplicado normalmente em processamentos em série (*batch*).

### **Baseadas no conhecimento (*Knowledge-based*)**

Este algoritmo usa o conhecimento existente em cada caso armazenado na base de casos para determinar a importância das características individuais durante a recuperação dos casos [Lauzon e Rose 1993; Kitano, *et al.* 1993]. A maioria dos métodos existentes é aplicada a sistemas periciais de domínio.

### **Conjuntos *Fuzzy***

A teoria *Fuzzy* foi introduzida em 1965 por Lotfi Zadeh, tendo actualmente aplicação nos mais variados domínios da ciência e engenharia. Esta metodologia foi aplicada em outros domínios, o que provocou grandes avanços na área de electrónica e informática.

É um método adequado para retirar conclusões definitivas da informação vaga, ambígua ou imprecisa. A lógica *Fuzzy* é no fundo uma extensão da lógica Booleana, onde os valores Verdadeiro e Falso da lógica Booleana, assumem na lógica *Fuzzy* diversos estados entre os valores 0 e 1.

Isto permite expressar o conhecimento em termos subjectivos como por exemplo alto, baixo, quente ou frio. De certa forma, a lógica *Fuzzy* segue a lógica humana de classificação e de tomada de decisão, com o intuito de usar a informação aproximada para tomar decisões [Pal e Shiu 2004].

Este método pode ser aplicado a uma grande variedade de situações e de domínios, através da criação de grupos de semelhança designados de clusters, permitindo uma eficiente recuperação de casos.

#### **3.2.4. Adaptação de Casos**

O processo de adaptação de casos consiste em adaptar a solução associada a um caso recuperado, às necessidades específicas do problema corrente. A fase de recuperação extrai os casos que apresentam um nível de semelhança com o caso actual, existindo no entanto diferenças que são necessárias através da adaptação dos casos.

O processo de adaptação procura as diferenças entre as descrições dos casos e aplica regras que permitam compensar essas diferenças. O CBR assume que casos idênticos têm soluções idênticas, deste modo, é essencial combinar na maioria das vezes a solução de vários casos, de forma a obter um única solução mais adequada à descrição do problema.

Existem fundamentalmente duas formas de efectuar a adaptação do conhecimento segundo Pal [Pal e Shiu 2004]. A forma tradicional, que consiste em codificar manualmente as tarefas específicas de adaptação do conhecimento no sistema CBR, e a forma automática, que usa técnicas de aprendizagem automática. Na forma manual o conhecimento pode ser representado através de tabelas de decisão, árvores semânticas ou regras do tipo *IF-THEN*. Na adaptação automática o conhecimento é obtido com base nos casos memorizados através de técnicas de aprendizagem automática.

A forma mais tradicional também designada de adaptação estrutural usa regras de adaptação aplicadas sobre as soluções armazenadas de cada caso. Esta técnica foi adoptada em sistemas como o *Judge*, *Chef*, *Clair* e *Juliana* [Kolodner 1993] e a principal vantagem que apresenta é a de poder ser utilizada quando as soluções associadas aos casos não são bem compreendidas.

As principais estratégias que podem ser seguidas na adaptação estrutural são [Pal e Shiu 2004]:

- Reinstanciação - É a forma mais simples de adaptação em que a solução do novo problema é simplesmente copiada do caso recuperado, sendo usada directamente sem modificações.
- Substituição - Esta técnica substitui parte dos atributos das soluções em memória, no caso de estes entrarem em conflitos com os requisitos do novo problema.
- Transformação - É uma técnica que é aplicada quando não é possível encontrar atributos que possam ser trocados pela técnica de substituição.

As técnicas de adaptação baseadas na aprendizagem automática, também designadas de adaptação derivacional, reutilizam os algoritmos, métodos ou regras que geraram a solução que se encontra armazenada na base de casos, para gerar uma nova solução para o problema em questão.

As principais técnicas usadas são as seguintes:

- Árvores de decisão *Fuzzy* - A lógica *fuzzy* aplicada na recuperação de casos pode também ser aplicada em árvores de decisão para a adaptação de casos [Olaru 2003].
- Modelo *Bayesiano* - As redes *bayesianas* são diagramas que organizam o conhecimento em uma dada área através de um mapeamento entre causas e efeitos. Os sistemas baseados em redes *Bayesianas* são capazes de gerar automaticamente previsões ou decisões mesmo quando a informação é incompleta.
- Algoritmos genéticos - São uma família de modelos computacionais inspirados na evolução, sendo usados em situações em que o número de casos é insuficiente. Os algoritmos genéticos permitem adaptar a solução de forma aleatória, tal como na reprodução genética.

As diversas técnicas de adaptação de casos são baseadas em metodologias de inteligência artificial, como a lógica *fuzzy*, as redes *bayesianas* e os algoritmos genéticos. Devido à possibilidade de integração de diversas técnicas de inteligência artificial no ciclo CBR, quer na recuperação quer na adaptação de casos, é considerado por diversos

autores que o CBR é uma área da inteligência artificial que irá ter um papel cada vez relevante na ciência e tecnologia.

### **3.2.5. Manutenção de Casos**

A manutenção dos casos é uma tarefa muito importante para a garantia do desempenho de um sistema CBR. À medida que os sistemas CBR vão crescendo em número de casos e conseqüentemente em conhecimento, é necessário efectuar uma manutenção constante para que o sistema possa responder satisfatoriamente a mudanças nas tarefas e no ambiente.

A necessidade da manutenção de casos deve-se a vários factores incluindo as alterações implícitas ou explícitas do ambiente de raciocínio, do foco das tarefas ou dos utilizadores. Estas alterações podem influenciar a adequação do conhecimento ao contexto dos novos problemas, afectando a eficiência e a qualidade dos resultados. A actualização do conhecimento é assim imperiosa para que os sistemas CBR possam adaptar-se a mudanças nas tarefas ou no ambiente.

A importância da manutenção em sistemas inteligentes baseados em regras, tem sido investigada por diversos autores [Gupta 1993, Menzies 1999]. No entanto, as questões da manutenção não têm sido tão abordadas em sistemas CBR como nos sistemas baseado em regras, existindo só mais recentemente uma investigação mais intensiva nesta área.

A manutenção de casos envolve políticas ou técnicas para adicionar, eliminar ou actualizar casos, índices ou outras estruturas do conhecimento. Existem dois tipos de manutenção que podem ser aplicadas, a qualitativa que se refere à manutenção da eficácia dos sistema CBR e a quantitativa que se refere à manutenção da eficiência na resolução dos casos, ao nível de tempo de resposta e do tamanho da base de casos.

Pal [Pal e Shiu 2004] aponta como principais objectivos da manutenção qualitativa, a melhoria das seguintes características dos sistemas CBR:

- Precisão - A precisão de um sistema CBR consiste na sua capacidade de resolver problemas de uma forma correcta.
- Consistência - A consistência de um sistema CBR envolve a qualidade das soluções encontradas, para que não estejam em contradição com os problemas.

- Plenitude - Num sistema CBR os casos são incrementados de uma forma temporal, não implicando sempre a adição de novos casos. Um sistema diz-se pleno se os casos nele contidos descrevem de uma forma ampla o domínio do problema.

Por outro lado, a manutenção quantitativa implica o controlo do tamanho do número de casos e a manutenção dos índices, garantindo que o desempenho do sistema se mantenha em níveis aceitáveis.

A manutenção quantitativa pode incluir as tarefas de controlo do tamanho da base de casos, revisão da estrutura de índices, detecção de casos irrelevantes ou obsoletos, eliminação de ruído ou de dados incompletos, recolha dos dados de utilização do sistema, comentários dos utilizadores, cópias de segurança e recuperação de dados.

A manutenção quantitativa da base de casos pode ser efectuada usando algumas das técnicas abordadas anteriormente, tais como *fuzzy (rough-fuzzy)*, partição dos casos em *clusters*, aprendizagem dos pesos das características (*Learning Feature Weights*), entre outros.

### 3.3. Teoria de Agentes

Os sistemas de computação evoluíram desde a sua utilização como máquinas de cálculo (1950-60), para a era do processamento de informação (1970-80) e mais recentemente para a era dos ambientes de informação (1990). Os ambientes da informação, tal como a Web, estão na génese dos sistemas de *software* autónomos.

O conceito de autonomia em sistemas de *software* esteve também na origem dos agentes de *software*, recebendo também contributos da área da robótica, nomeadamente da robótica móvel.

Os agentes inteligentes são um novo paradigma para desenvolver aplicações, sendo considerados como uma revolução na indústria de *software* [Ovum 1994]. A aplicação de agentes tem captado a atenção principalmente de investigadores das áreas das ciências da computação e da inteligência artificial. No entanto, a sua aplicação é bem mais vasta, incluindo sistemas mais pequenos como os de filtragem de correio electrónico até sistemas críticos de controlo aéreo.

Segundo Jennings [Jennings e Wooldridge 1998] um agente é um sistema computacional situado em algum ambiente, que é capaz de tomar acções autonomamente neste ambiente para cumprir os objectivos para que foi concebido.

Russel [Russel e Norving 1995] define agente como qualquer entidade que tem capacidade de entender o ambiente que o rodeia através de sensores e de agir através de actuadores.

As principais características de um agente são [Jennings e Wooldridge 1998]:

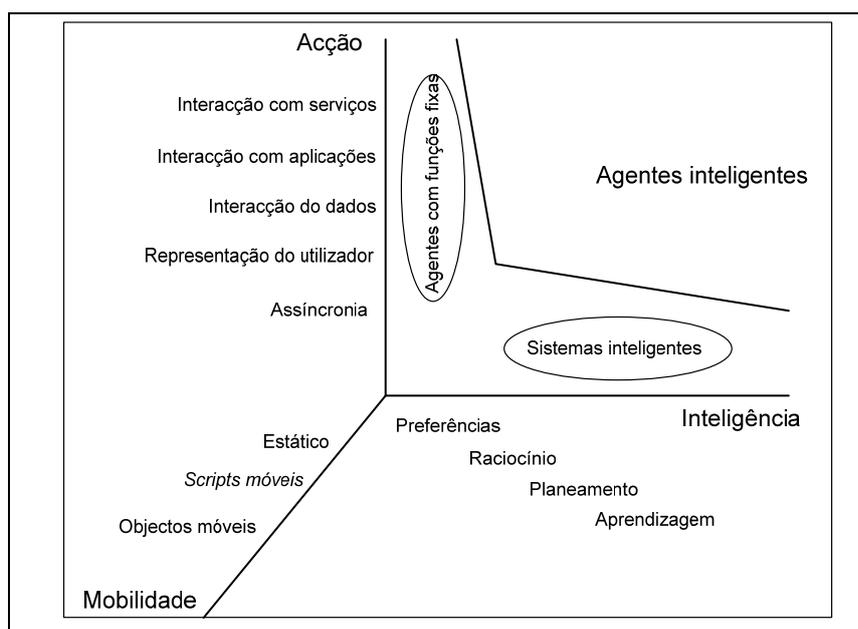
- Autonomia - O agente controla o seu comportamento de forma a atingir os seus objectivos, com capacidade de agir de forma autónoma e flexível, num determinado ambiente.
- Flexibilidade - A flexibilidade de um agente é caracterizada por ser reactivo, pró-activo e social.
- Reactividade - Capacidade de compreender o ambiente que o rodeia e responder em tempo útil a mudanças que aí ocorrem de modo a satisfazer os seus objectivos. As reacções também podem ser causadas por resposta a mensagens de outros agentes.
- Pró-actividade - O comportamento do agente é orientado ao objectivo, tomando iniciativas de forma a atingir os seus próprios objectivos.
- Sociabilidade - Habilidade de interagir com outros agentes (e eventualmente humanos), através de uma linguagem de comunicação entre agentes.

Além destas características os agentes podem ainda ser racionais, benevolentes, verdadeiros, terem capacidade de adaptação e serem móveis. Com base nestas características apresenta-se de seguida as principais tipologias de agentes.

### **3.3.1. Tipos de Agentes**

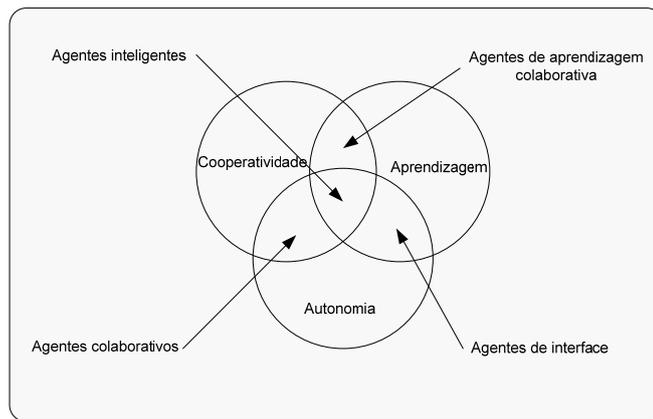
Os domínios de aplicação de agentes podem incluir a filtragem de informação, trabalho colaborativo, gestão de agenda, uso de interfaces, comércio electrónico e gestão de redes.

A classificação do tipo de agentes depende fundamentalmente das suas características e do tipo de ambiente em que eles vão operar. Gilbert [Gilbert 1995] definiu um método de classificação de agentes baseado na inteligência, acção e mobilidade (Figura 3.2). Desta forma pode-se verificar que os agentes inteligentes possuem um nível de acção que pode incluir interacção com serviços, aplicações, dados ou utilizadores. Possuem simultaneamente inteligência ao nível das capacidades de raciocínio, preferências, planeamento e aprendizagem.



**Figura 3.2 - Âmbito dos agentes inteligentes [Gilbert 1995]**

De uma forma mais abrangente Nwana [Nwana 1996] classificou os agentes de acordo com três atributos fundamentais: autonomia, cooperação e aprendizagem. A autonomia refere-se à capacidade de o agente poder agir sem intervenção humana. A cooperação refere-se à possibilidade de interagir com outros agentes ou humanos (possuir características de sociabilização). A aprendizagem refere-se à capacidade do agente poder melhorar o seu desempenho adquirindo conhecimento (Figura 3.3).



**Figura 3.3 - Tipologia de agentes [Nwana 1996]**

A classificação em três categorias: agentes inteligentes, agentes de aprendizagem colaborativa, agentes colaborativos e agentes de interface, foram posteriormente alargados por Bradshaw [Bradshaw 1997]:

- Agente inteligente - Agente que pode incluir introspecção, planeamento, agendamento e regras, entre outras.
- Agentes de aprendizagem - Agente que possui um comportamento adaptativo, baseado no reconhecimento de padrões ou no reforço da aprendizagem (*reinforcement learning*).
- Agente intencional - Agente que formula os seus planos de acção baseado nos seus objectivos e usa o raciocínio reflectivo.
- Agente social - Este tipo de agente é capaz de efectuar uma coordenação e raciocinar com base em outros agentes.
- Agente móvel - Agente que se pode mover, em que alguns casos tendo que se descolar para modelar um problema ou acompanhar um utilizador.
- Agentes de informação - São agentes únicos ou uma colecção de multi-agentes que recolhem informação de diversas fontes heterogéneas e a disponibilizam em um ou vários canais.
- Agente de interface - É um tipo de agente que tem como finalidade comunicar com pessoas, fornecendo mensagens do sistema ou apoiar o utilizador na interacção com a interface.

- Agentes reactivos ou actores - Cada agente tem o seu próprio processo de controlo para responder a eventos e mensagens.
- Agentes mediadores - Abrangem uma vasta gama de agentes incluindo: operar ao nível do *middleware* (mediação de *software*) com aplicações, dados ou serviços, mediadores em tarefas partilhadas, organização de agendas distribuídas, tradução, entre outros.

Cada categoria ou tipo de agente tem também uma arquitectura associada, que está relacionada com a missão de cada agente [Wooldridge 2000]. Desta forma, o autor propôs a classificação de agentes em deliberativos, BDI (*believe-desire-intention*) e sistemas multiagente.

O agente deliberativo usa informação sobre os seus objectivos, é mais flexível devido aos diversos comportamentos serem obtidos para o mesmo estado do mundo, tem um comportamento mais complexo e uma melhor adaptação às condições dinâmicas.

O agente “BDI” é baseado nos princípios da crença (que acredita ser possível), no desejo (o que deseja obter) e na intenção (acções ou tarefas que seleccionou).

Os sistemas multiagente são usados em situações em que a informação e o controlo são distribuídos e heterogéneos e cada agente tem informação incompleta e capacidades limitadas.

### 3.3.2. Sistemas Multiagente

A investigação em sistemas multiagente tem sido uma das áreas mais activas dentro dos agentes de *software*. A contribuição para a área dos sistemas multiagente inclui os seguintes temas:

- modelos baseados na crença, desejo e intenção (BDI);
- cooperação e coordenação;
- organização;
- comunicação;
- negociação;
- aprendizagem multiagente;
- resolução distribuída de problemas.

Os sistemas multi-agente podem ser encontrados em diversas áreas tais como: análise de processos de negócio intra ou inter empresas, gestão do fluxo de tráfego urbano ou aéreo, comércio electrónico, monitorização e gestão de redes de telecomunicações, marcação automática de reuniões, optimização de processos de produção e manufactura e entretenimento electrónico e interactivo.

Os sistemas multiagente dividem-se essencialmente em dois tipos: os sistemas multiagente cognitivos e os reactivos. Os sistemas multiagente cognitivos são baseados em organizações humanas como grupos, hierarquias e mercados.

Segundo Ferber [Ferber 1991], os sistemas multiagente representam explicitamente o ambiente e os outros agentes da sociedade, podem manter um histórico das interacções e das acções passadas, raciocinam e decidem em conjunto sobre as acções a ser executadas e usam modelos sociológicos baseados no comportamento humano.

Os sistemas multiagente reactivos são baseados em modelos de organização biológica, em que o conhecimento dos agentes é implícito, não há uma representação do ambiente e são baseados na organização etológica idêntica às comunidades constituídas por animais.

O desenvolvimento de um sistema multiagente é um processo bastante complexo. Para diminuir o tempo de desenvolvimento existem diversas plataformas (*frameworks*) para o desenvolvimento de sistemas multiagente. As principais *frameworks* são:

- JATLite - Foi desenvolvida na Universidade de Stanford e consiste num pacote de programas escrito na linguagem Java que permite rapidamente criar novos agentes de *software* que possam comunicar através da Internet. As comunicações de baixo nível são baseadas em TCP/IP e a comunicação entre agentes é baseada em mensagens usando a linguagem KQML (mais à frente descrita) [Petry e Cutkosky 2001].
- Jade - A plataforma Jade (*Java Agent Development Framework*) usa a linguagem FIPA-ACL para a troca de mensagens entre agentes e é *open source*. Foi desenhada para suportar a escalabilidade [Jade 2007].
- Jason - A plataforma Jason (*Java-based interpreter for an extended version of AgentSpeak*) é também uma plataforma *open source* que

permite o desenvolvimento de agentes cognitivos usando uma arquitectura BDI [Jason 2007].

A utilização de uma *framework* (plataforma) para o desenvolvimento de sistemas multiagente permite uma abstracção da própria arquitectura multiagente, tornando mais célere o desenvolvimento de sistemas. No entanto, para o desenvolvimento de agentes híbridos, que reúnem características de mais do que um tipo ou agentes de interface, as *frameworks* existentes não são as mais indicadas.

### 3.3.3. Agentes Colaborativos

Os agentes colaborativos apresentam como principais características a autonomia e a capacidade de cooperação com outros agentes, com a missão de executar as tarefas num dado ambiente multiagente. Os agentes colaborativos não possuem características de aprendizagem, tendo em alguns dos casos uma aprendizagem parametrizada ou delineada. Para coordenarem as suas actividades podem ter que negociar acordos mútuos, sendo tendencialmente estáticos, benevolentes, racionais e verdadeiros.

Os sistemas colaborativos apresentam como principais vantagens a modularidade, rapidez, fiabilidade e flexibilidade. A principal missão dos agentes colaborativos é de resolverem problemas de inteligência artificial distribuída, dos quais se destaca [Huhns e Singh 1994]:

- resolverem problemas que são de grande dimensão para serem resolvidos por um único agente;
- permitir uma interligação ou interoperabilidade com sistemas antigos cuja tecnologia está desactualizada;
- encontrarem soluções para problemas em sistemas distribuídos.

As principais aplicações de agentes colaborativos podem ser encontradas em protótipos dos laboratórios da British Telecom, o sistema ADEPT [O' Brien e Wiegand 1996] que usa agentes colaborativos aplicados à reengenharia dos processos de negócio e o MII [Winter, *et al.* 1996] que demonstra que os agentes colaborativos podem ser usados para descentralizar processos de gestão e controlar aparelhos electrónicos.

Para Nwana [Nwana 1996] existe um elevado potencial no uso de agentes colaborativos em aplicações industriais. Os projectos, ARCHON que usa agentes

colaborativos para a gestão do transporte de energia e o projecto OASIS em que os agentes colaborativos auxiliam a gestão do controlo de tráfego aéreo, são um bom exemplo das potencialidades deste tipo de agentes.

#### 3.3.4. Agentes de Interface

Os agentes de interface segundo a tipologia de Nwana [Nwana 1996] apresentam como principais características a capacidade de aprendizagem, nomeadamente através da interacção com o utilizador e a autonomia, tomando decisões com base nos seus objectivos.

Maes [Maes 1994] define agentes de interfaces como um programa de computador que aplica técnicas de inteligência artificial de modo a disponibilizar suporte ao utilizador durante o uso de uma determinada aplicação. Os agentes de interface podem ser vistos como assistentes pessoais que colaboram com o utilizador no mesmo ambiente de trabalho.

Os agentes de interfaces são considerados agentes semi-inteligentes devido a não possuírem a capacidade de cooperação com outros agentes ou humanos. Fundamentalmente dão assistência ao utilizador nas tarefas diárias de utilização de um sistema informático, sendo também designados de agentes pessoais.

As principais características dos agentes de interface incluem a prontidão na resposta, competência e acessibilidade. Este tipo de agentes usa várias formas de comunicação com o utilizador, tais como: texto, voz, expressões faciais ou linguagem gestual. Podem actuar autonomamente executando operações sem a indicação explícita do utilizador ou colaborar com outros agentes de *software*.

A maioria dos agentes de interface é suportada por sistemas baseados em regras. As aplicações mais modernas de agentes de interface utilizam inteligência artificial, aprendizagem de máquina (*machine learning*) e tecnologias de processamento de linguagens.

O desenho de agentes de interfaces deve obedecer a algumas regras básicas, das quais se destaca:

- interfaces mais sociáveis, ou seja, devem obedecer às regras básicas da vivência em sociedade;

- a personagem que representa o agente deve expressar as capacidades deste;
- o utilizador deve ter controlo total da interacção com o sistema;
- a personagem deve expressar um carácter forte e consistente;
- os agentes de interface não devem distrair o utilizador, relativamente às suas tarefas principais.

A aplicação de agentes de interface para a pesquisa de informação, filtragem, suporte ao cliente ou apoio à navegação, são cada vez mais comuns. Alguns exemplos de agentes de interfaces são:

- **Coversive** ([www.coversive.com](http://www.coversive.com)) - Presta suporte a clientes através de um agente de interface, ao qual o cliente coloca questões e este responde de forma textual. Usa técnicas de processamento de linguagens para obter as respostas.
- **Microsoft Agent** ([www.microsoft.com/msagent](http://www.microsoft.com/msagent)) - A tecnologia Microsoft Agent é aplicada em vários produtos Microsoft, tendo assumido um maior destaque no pacote de produtividade Microsoft Office. Esta tecnologia disponibiliza também uma API para desenvolver agentes de interface que pode ser usado em aplicações locais ou via Web.
- **Kiwilogic** ([www.kiwilogic.com](http://www.kiwilogic.com)) - É um agente de interface conversacional que além de ter uma interacção textual com o utilizador, também apresenta uma personagem que exprime de forma visual as emoções.

Vários autores têm também estudado a aplicação de agentes no trabalho cooperativo suportado por computador (CSCW). Baecker [Baecker 1993] define CSCW como a coordenação de actividades por computador, tais como a resolução de problemas e a criação de canais de comunicação, para um grupo de pessoas que trabalha em conjunto.

Nos sistemas de *groupware* mais modernos também têm sido adoptados agentes de interfaces [Ellis 1997], notificando os utilizadores de novas mensagens, apoiando a navegação do utilizador e adaptando a interface às necessidades do utilizador.

### 3.4. Estilos de Aprendizagem e Sistemas Adaptativos

A aprendizagem é um processo contínuo que ocorre ao longo da vida. Aprender significa conhecer algo que não se conhecia. A aprendizagem ao longo da vida é considerada como fundamental para dar resposta aos desafios das sociedades baseadas no conhecimento.

A abertura do ensino superior a novos públicos, nomeadamente o programa de acesso a maiores de 23 anos, vem também tornar o ensino superior mais heterogéneo, encontrando-se na mesma sala de aula alunos em contextos de aprendizagem diferentes. Estes contextos podem incluir alunos que entraram no ensino superior pelo regime normal, alunos que deixaram o ensino superior e regressaram mais tarde, incluindo até alunos que frequentam pela primeira vez o ensino superior mas com uma carreira profissional já estabelecida.

Honey [Honey e Mumford 1986] refere que os professores assumem muitas vezes que os alunos são como “recipientes” vazios à espera de serem cheios, através dos métodos de ensino que os professores consideram adequados. Este é o modelo que sempre imperou no sistema educativo, baseado na transmissão do conhecimento e em aulas magistrais, sendo todos os alunos considerados iguais ao nível das necessidades de aprendizagem. O facto de que os “recipientes” são de diferentes tamanhos e que estes podem transbordar não é convenientemente considerado pelos professores.

O Processo de Bolonha também vem mudar este paradigma focando-o na aquisição de competências e nos resultados de aprendizagem. Este novo paradigma implica um ensino mais individualizado e centrado nas necessidades de aprendizagem do aluno, requerendo, por parte do professor, um conhecimento dos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos.

A identificação dos estilos de aprendizagem dos alunos é um passo importante para a personalização do ensino, no caso de as actividades pedagógicas encontrarem-se centradas no aluno e nos resultados de aprendizagem.

Por outro lado, as plataformas de gestão da aprendizagem são fundamentalmente sistemas de distribuição de conteúdos, que seguem o modelo centrado na sala de aula, em que todos os alunos acedem aos mesmos conteúdos apresentados pela mesma sequência, independentemente das suas dificuldades.

As primeiras abordagens de personalização do ensino tiveram a sua génese nos sistemas de tutoria inteligente que usam o conhecimento acerca do domínio, do aluno e das estratégias de ensino do professor, para disponibilizar métodos de ensino individualizados.

Burn [Burn e Caps 1988] refere que as principais tecnologias de sistemas de tutoria inteligente existentes, eram a sequência do currículo, análise inteligente das soluções do aluno e o suporte à resolução de problemas. Também com a finalidade da personalização da aprendizagem, surgiram mais tarde os sistemas hipermédia adaptativos, que além de adaptarem os conteúdos ajustam também a navegação, usando um processo de personalização mais adequado aos sistemas hipermédia. Estes sistemas mostram ou escondem caminhos de navegação conforme as necessidades de aprendizagem de cada aluno.

Apesar dos sistemas hipermédia adaptativos e os sistemas de tutoria inteligente permitirem a personalização do ambiente de aprendizagem de acordo com as necessidades do aluno, a principal diferença entre estes dois tipos de sistemas está na forma como é criado o modelo do domínio. Nos sistemas hipermédia adaptativos o conhecimento que o sistema possui é baseado no histórico das acções do utilizador. Nos sistemas de tutoria inteligente o modelo do utilizador é criado com base nos conteúdos que são mostrados, validando esse modelo através de testes, por exemplo, de escolha múltipla [De Bra e Calvi 1998].

### **3.4.1. Estilos de Aprendizagem**

O princípio básico da teoria de estilos de aprendizagem é que pessoas diferentes aprendem de formas diferentes. Uma forma de ver os estilos de aprendizagem é relacioná-los com o ciclo de aprendizagem defendido por Kolb [Kolb 1984], em que a aprendizagem é considerada um processo contínuo baseada numa experiência concreta que incorpora um conjunto de observações e reflexões.

Posteriormente, este modelo foi desenvolvido por Honey [Honey e Mumford 1986] desenvolvendo um questionário de estilos de aprendizagem baseado no modelo proposto por Kolb. Foram identificados pelo autor quatro estilos de aprendizagem relacionados com as quatro etapas do ciclo de aprendizagem de Kolb, as quais correspondem ao estilo activo, reflexivo, teórico e pragmático (Figura 3.4).

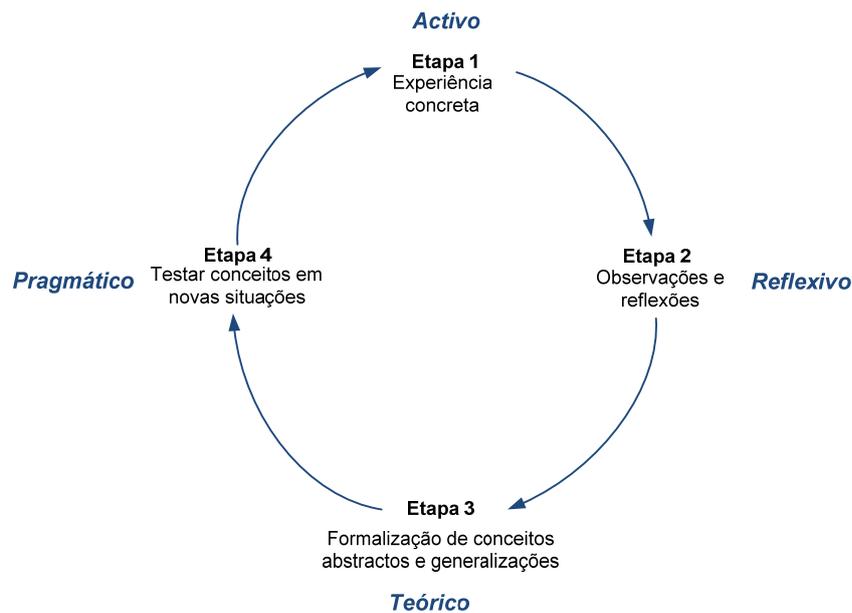


Figura 3.4 - Ciclo de aprendizagem [Honey e Mumford 1986]

O modelo de Kolb descreve a aprendizagem como um processo contínuo descrito como um *loop*. O aluno pode começar em qualquer etapa do ciclo porque cada etapa liga à próxima. Por exemplo, pode iniciar na etapa 2 adquirindo alguma informação a ponderar antes de tirar alguma conclusão na etapa 3, decidindo como é que vai aplicar os conceitos na etapa 4.

O processo constituído pelas quatro etapas, experienciar, rever, concluir e planear, são suportados mutuamente. Nenhuma delas é efectiva se for vista isoladamente no processo de aprendizagem, tendo todas as etapas um papel importante. No entanto, existem pessoas que demonstram preferência por algumas etapas em detrimento de outras, sendo revelador das preferências do aluno em relação aos estilos de aprendizagem.

Apresenta-se de seguida uma descrição dos estilos de aprendizagem segundo Honey [Honey e Mumford 1986]:

- Activo - Os alunos com um estilo activo envolvem-se inteiramente e sem reservas em novas experiências. Possuem uma mente aberta, são optimistas, o que os torna entusiastas acerca de algo que seja novo. Tendem a actuar primeiro e a considerar as consequências depois. Envolvem-se em muitas actividades e sempre que perdem o

entusiasmo com uma actividade passam logo para outra. A sua filosofia principal é a de experimentarem tudo que puderem. Tem grande entusiasmo com os desafios das novas experiências, mas desmotivam com a implementação e consolidação das ideias. Tendem a envolverem-se nas tarefas com outras pessoas, mas normalmente procuram centrar todas as actividades à volta deles próprios.

- Reflexivo - Os reflexivos gostam de ficar mais na retaguarda a observar e a ponderar sobre as experiências de diferentes perspectivas. Recolhem dados e preferem pensar sobre eles antes de tirarem alguma conclusão. A sua principal filosofia é serem cautelosos. São muito ponderados, preferindo considerar todos os ângulos possíveis e implicações antes de tomarem qualquer acção. Preferem observar as outras pessoas em acção. São por natureza pessoas discretas.
- Teórico - As pessoas com um estilo predominantemente teórico adaptam e integram observações em complexas teorias, mas que são lógicas. Analisam os problemas de uma forma vertical, passo a passo e de uma forma lógica. Assimilam factos dispersos formulando teorias coerentes. A principal filosofia é “se é lógico então é bom”. Têm um espírito independente e gostam de formular princípios, teorias, modelos, suposições e pensamentos. A abordagem dos problemas é principalmente lógica.
- Pragmáticos - Os pragmáticos tendem a experimentar ideias, teorias ou técnicas para verificarem se elas funcionam na prática. Ao terem novas ideias procuram logo uma oportunidade de experimentá-las na prática. São impacientes em discussões subjectivas ou para com ideias vagas. São essencialmente práticos, gostando de tomar decisões práticas e de resolver problemas. A principal filosofia é: “existe sempre uma melhor forma de fazer as coisas” ou “se funciona então é bom”.

Segundo o autor, as pessoas com preferência pelo estilo activo sentem-se bem a realizar actividades experimentais. Os reflexivos sentem-se melhor a analisar dados e a

fazer revisões. As pessoas com preferências pelo estilo teórico estão sempre preparadas para dar respostas e são eficazes a fazer conclusões. Finalmente, as pessoas com uma preferência pelo estilo pragmático integram-se bem em tarefas de planeamento.

Para a identificação dos estilos de aprendizagem Honey [Honey e Mumford 1986] desenvolveu um novo questionário fundamentado no modelo de Kolb, baseando-se na observação do comportamento, em vez de usarem como base a psicologia do comportamento proposta por Kolb. O questionário apresenta oitenta questões, sendo as respostas escolhidas numa escala entre concordo plenamente e discordo plenamente. O peso dado a cada questão é o mesmo, sendo escolhidos quatro grupos de perguntas ordenadas de forma aleatória, em que cada conjunto permite medir a preferência por um determinado estilo.

### **3.4.2. Sistemas de Tutoria Inteligente**

Os sistemas de tutoria inteligente (ITS) são programas de computador que ensinam o aluno de uma forma inteligente [VanLehn 1988]. Segundo Kearsley [Kearsley 1987], os sistemas ITS aplicam técnicas de inteligência artificial para ensinar.

Sleeman [Sleeman e Brown 1982] define um sistema ITS como um programa que usa técnicas de inteligência artificial para representar o conhecimento e suportar uma interacção com o aluno. O sistema ITS deve ter o seu próprio sistema inteligente de resolução de problemas, de diagnóstico ou de modelação das capacidades dos alunos e capacidade de orientação e de explicação ao aluno [Burn e Caps 1988].

Uma das primeiras arquitecturas para sistemas ITS foi proposta por Burn [Burn e Caps 1988] que incluía quatro componentes principais: o módulo do currículo, o módulo do aluno, um tutor (modelo pedagógico) e o módulo de interface entre o aluno e o sistema. Esta arquitectura de princípio básico foi depois melhorada por diversos autores, nomeadamente por Murray [Murray e Woolf 1993], Nkambou [Nkambou e Frasson 1996], Bass [Bass 1998] e Ong [Ong e Noneman 2000].

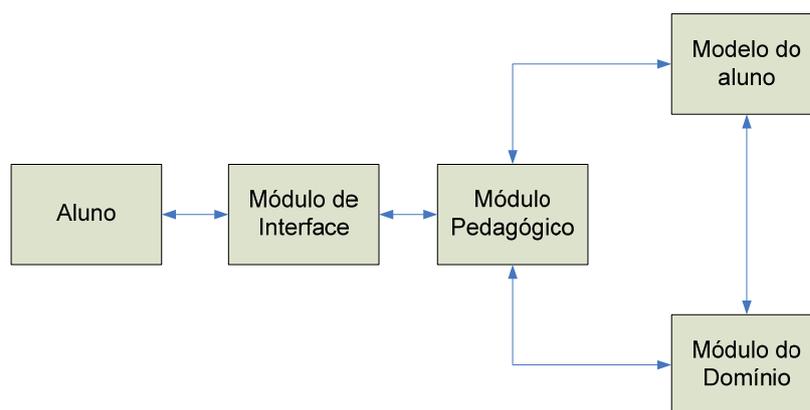
Para o desenvolvimento de sistema ITS, Seidel e Park [Seidel e Park 1994] apresentaram as seguintes recomendações:

- os métodos e técnicas de inteligência artificial devem ser aplicados para melhorar as funções de instrução de um sistema ITS, em vez de demonstrar as suas funções;

- deve ser dado um maior destaque ao processo de ensino;
- o desenvolvimento de sistemas ITS deve englobar equipas multi-disciplinares, incluindo especialistas em pedagogia e em conteúdos;
- o desenvolvimento de sistemas ITS deve combinar tarefas de análise (em particular aspectos cognitivos) e técnicas de representação do conhecimento;
- devem ser consideradas as diferenças entre os alunos;
- a eficiência de um sistema ITS deve ser avaliada durante o seu desenvolvimento;
- o computador permite um maior desenvolvimento e distribuição de sistemas ITS.

Segundo Woolf [Woolf 1987], um sistema ITS deve usar técnicas de raciocínio que permitam saber o nível de conhecimentos do aluno, monitorizar as suas soluções e adaptar a estratégia de ensino ao estilo de aprendizagem do aluno. Uma arquitectura típica de um sistema ITS encontra-se representada na Figura 3.5.

O módulo do domínio consiste no sistema de gestão do conhecimento, que contém todos os conceitos que se pretendem transmitir ao aluno. É constituído pelos conteúdos e pela adaptação dos conceitos para resolver problemas relacionados com esses conteúdos.



**Figura 3.5 - Arquitectura de um sistema de tutoria inteligente [Woolf 1987]**

O conteúdo que o sistema inteligente possui é referido como o conhecimento declarativo (factos, conceitos e princípios) e pela aplicação do conhecimento de forma procedimental [Tennyson 1987]. Esta forma de aplicação do conhecimento é a base do sistema inteligente, usando procedimentos para resolver problemas.

O modelo do aluno representa o comportamento do aluno, nomeadamente o seu perfil, estilo de aprendizagem, nível de motivação e interesses. O desenvolvimento do modelo do aluno requer técnicas de inteligência artificial que simulem o comportamento humano.

A componente do modelo do aluno de um sistema de tutoria inteligente, é iniciado quando o aluno entra no curso pela primeira vez e vai registando o seu comportamento ao longo de todo o curso. O comportamento do aluno é usado como base do raciocínio, para adaptar o modelo do domínio ao modelo do aluno e assim conseguir uma personalização do ensino.

O módulo pedagógico actua como um professor virtual que apresenta os conteúdos numa determinada sequência, baseada nos níveis de conhecimento do aluno e no seu estilo de aprendizagem. Este processo interactivo vai fornecendo ao aluno exemplos, diversos pontos de vista e presta um apoio constante baseado no seu comportamento [Clancey 1987].

Um aspecto fundamental do módulo pedagógico é saber quando e em que moldes o sistema deve actuar ao nível da apresentação da sequência dos conteúdos, que temas discutir e quais as estratégias a seguir para efectuar uma adaptação ao estilo de aprendizagem do aluno.

O módulo de interface tem a função de coordenar a interacção entre o aluno e as restantes componentes do sistema. Este módulo disponibiliza uma interface adaptativa e baseada na informação disponibilizada pelo módulo pedagógico, tendo este a função de apresentar a sequência dos conteúdos e recursos.

Segundo Wenger [Wenger 1987], num sistema de tutoria é por vezes mais eficiente deixar o aluno pesquisar e procurar soluções, antes de efectuar qualquer intervenção.

Um dos aspectos negativos apontados aos sistemas ITS é, no caso de serem muito interventivos, poderem limitar a criatividade do aluno e comprometer o processo de criação do conhecimento. Para minimizar este problema é necessário analisar a relevância das matérias e a capacidade de memorização dos alunos, para efectuar só as intervenções

necessárias. As intervenções só devem ser efectuadas com o objectivo de evitar a desmotivação do aluno e de potenciar a sua criatividade e espírito de iniciativa.

Estas limitações apontadas aos sistemas ITS foram depois colmatadas pelos sistemas hipermédia adaptativos aplicados ao ensino, dando uma maior liberdade na construção do conhecimento.

### **3.4.3. Sistemas Hipermédia Adaptativos**

Um sistema hipermédia clássico fornece as páginas Web a todos os utilizadores da mesma forma. Mesmo de as páginas serem dinâmicas e os utilizadores poderem personalizar o seu aspecto gráfico, normalmente não é efectuada uma adaptação ao nível da navegação, devido à necessidade de conhecer antecipadamente o perfil do utilizador.

Uma forma mais básica de adaptação de páginas hipermédia é feita através de um questionário ao utilizador, onde são identificadas as suas preferências, sendo posteriormente efectuada uma adaptação da navegação e dos conteúdos.

A principal diferença entre uma adaptação de páginas Web e um sistema hipermédia adaptativo é de o segundo usar modelos do utilizador baseados no seu perfil em que a adaptação é feita automaticamente, ao passo que o primeiro é o próprio utilizador a seleccionar o tipo de adaptação.

Os sistemas hipermédia adaptativos (*Adaptative Hypermedia Systems - AHS*) podem ser muito úteis em aplicações de várias áreas, nomeadamente quando os utilizadores têm diferentes objectivos e níveis de conhecimentos, sendo necessário disponibilizar conteúdos diferentes ou ligações.

Brusilovsky [Brusilovsky 1996] define sistemas AHS como qualquer sistema de hipertexto ou hipermédia, o qual reflecte algumas características do utilizador através de um modelo que é aplicado para adaptar vários aspectos visíveis do sistema.

O ciclo típico de um sistema AHS (Figura 3.6) é composto pela fase de recolha de dados sobre o utilizador, do seu processamento para criar o modelo do utilizador e finalmente a adaptação do sistema hipermédia com base nos dados processados.

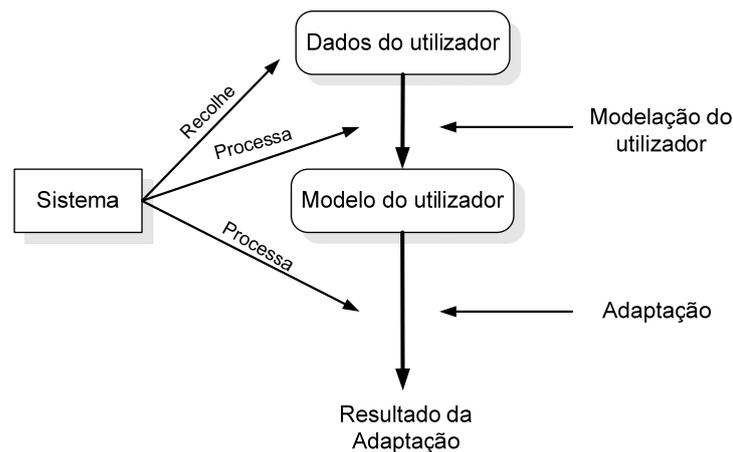


Figura 3.6 – Ciclo de um sistema hipermedia adaptativo [Brusilovsky 1996]

De Bra [De Bra, *et al.* 1999] propôs uma *framework* para o desenho de sistemas AHS, em que o “conhecimento” contido nos documentos hipertexto encontra-se representado no modelo do domínio.

Existem três tipos de conceitos: os conceitos atómicos ou fragmentados (a mais pequena unidade de informação), as páginas (compostas por fragmentos) e os conceitos abstractos (que representam grandes unidades de informação).

As funções típicas de um sistema AHS segundo os autores incluem a navegação num documento hipermedia adaptativo, em que todas as acções do utilizador são registadas. Baseado nesses dados, o sistema AHS cria um modelo do conhecimento do utilizador, acerca de cada conceito do modelo do domínio. Os atributos típicos que o sistema guarda acerca de cada conceito são, por exemplo, o que é que o utilizador sabe sobre o conceito ou se o utilizador leu algo acerca do mesmo.

O modelo do utilizador é aplicado para classificar todos os nós (páginas) em diversos grupos, de acordo com o conhecimento actual do utilizador, interesses ou objectivos. O sistema AHS manipula as ligações de cada nó, de forma a guiar o utilizador para a informação mais relevante e de maior interesse. Cada nó pode ser especialmente anotado, desabilitado ou removido, conforme os interesses do utilizador.

De forma a garantir que o conteúdo de uma página contenha a informação apropriada (com o nível adequado de detalhe e de dificuldade), o sistema AHS condicionalmente mostra, esconde, destaca ou coloca em segundo plano fragmentos de uma página quando a apresenta ao utilizador. Isto é feito para garantir que os conteúdos da página possuem a informação apropriada para um dado utilizador, numa dada altura.

Os sistemas de hipermédia adaptativos podem ser aplicados em diversas áreas, onde exista a necessidade de adaptar os conteúdos e a navegação às necessidades dos utilizadores. A sua utilização no ensino é designada de sistemas adaptativos de ensino baseado na Web (AWBES) e tem por missão personalizar os conteúdos e adaptar os percursos de aprendizagem às necessidades específicas do aluno.

As plataformas de *e-learning*, designadas de sistemas de gestão da aprendizagem, são sistemas integrados que permitem a gestão de cursos, distribuição de conteúdos, comunicação e avaliação dos alunos. A perspectiva dos sistemas de gestão da aprendizagem é idêntica à do ensino tradicional, em que todos os alunos recebem a mesma quantidade de informação e da mesma forma.

Para mudar este conceito de que o processo de aprendizagem deve ser igual para todos os alunos, surgiram os sistemas AWBES que permitem adaptar os conteúdos e também os próprios contextos. Brusilovsky [Brusilovsky 1999] refere que para cada função típica de um sistema de gestão da aprendizagem, pode-se encontrar vários sistemas AWBES que apresentam melhores resultados do que o melhor dos sistemas de gestão da aprendizagem. Segundo o autor, os principais problemas de autoria de conteúdos adaptativos já foram resolvidos pelas ferramentas mais modernas de AWBES.

O maior desafio dos sistemas AWBES é o de reunirem as funcionalidades dos sistemas de gestão de aprendizagem e das ferramentas de autoria de conteúdos adaptativos, para então todos os intervenientes do processo educativo tirarem partido das potencialidades dos sistemas hipermédia adaptativos.

### **3.5. Agentes Tutor Colaborativos Suportados pelo CBR**

Os sistemas de tutoria inteligente foram desenvolvidos na era do ensino baseado no computador em que a Internet ainda não existia. Os primeiros tutores aplicados ao ensino permitiam adaptar os conteúdos com base nas preferências do aluno. Esta abordagem era fundamentalmente numa perspectiva de ensino personalizado mas não colaborativo.

Com o crescimento da adopção da Web no ensino, começaram a surgir uma nova geração de sistemas adaptativos, designados de sistema hipermédia adaptativos, que usam o histórico de navegação do utilizador para adaptar não só os conteúdos mas também os caminhos de navegação.

Os sistemas hipermédia adaptativos exploram assim uma vertente mais colaborativa que a Web potencia, partindo do princípio que a aprendizagem é um processo colectivo e que pode ser construída com base na contribuição do professor e dos alunos.

Este é de facto a base da teoria construtivista que está subjacente a alguns sistemas de gestão da aprendizagem como por exemplo o Moodle. As abordagens construtivistas destacam a colaboração como uma “ferramenta” fundamental para a aprendizagem.

O construtivismo é uma corrente da educação, baseada no princípio que o aluno constrói o seu próprio conhecimento, através da interacção com o meio. No construtivismo, o conhecimento é construído por cada aluno em cada nova experiência. O conhecimento não pode ser transmitido de um indivíduo para o outro, ele tem que ser construído ou reconstruído por cada pessoa [Marsh 2000].

Um dos grandes desafios que a nova geração de sistemas de tutoria inteligente e de hipermédia enfrentam é a de integrarem as metodologias de inteligência artificial no suporte ao processo de aprendizagem, tendo em conta as necessidades individuais de cada aluno.

### **3.5.1. Aprendizagem Colaborativa**

A actual geração de sistemas de gestão da aprendizagem é fundamentalmente baseada no conceito de sala de aula virtual, permitindo a distribuição de conteúdos e a sua discussão, mas são ainda pouco eficientes na colaboração.

Os sistemas de gestão da aprendizagem, mesmo os que são baseados na teoria construtivista, em que a colaboração é um elemento indispensável, não apresentam formas de adaptação do processo de aprendizagem à medida das necessidades específicas do aluno.

Na próxima geração de plataformas de *e-learning*, tudo indica que este conceito seja mudado, passando a ser encarada a aprendizagem como a componente mais importante, deixando o ensino e a produção dos conteúdos de ser o factor mais destacado. Desta forma, a adopção de agentes inteligentes colaborativos pode contribuir para a melhoria da aprendizagem, adaptando a apresentação dos conteúdos e dando apoio na sua

interpretação e discussão, o que permite um ensino personalizado e adaptado ao estilo de aprendizagem de cada aluno.

Os sistemas de tutoria inteligente foram desenvolvidos tipicamente para o ensino individual (computador-aluno). Com o aparecimento da Web no ensino, vários autores estudaram a adoção de tutores em ambientes colaborativos, dotando-os de capacidade de colaboração, usando ferramentas colaborativas [Lesgold, *et al.* 1992, Goodman, *et al.* 2003].

Khuwaja [Khuwaja, *et al.* 1996] refere que embora os sistemas de tutoria inteligente tenham sido implementados com bastante sucesso, estes não são práticos o suficiente para serem usados no mundo real. Esta situação pode mudar com a introdução de novas metodologias aplicadas a múltiplos domínios, quer seja no ensino presencial ou a distância.

Uma das novas abordagens da inteligência artificial na educação é baseada na teoria de agentes. Segundo Baylor [Baylor 1999], o maior potencial do uso de agentes na educação, como ferramentas cognitivas, é a gestão da informação e de permitirem a adaptação de ambientes de aprendizagem com base nas necessidades do aluno.

Uma área mais recente de aplicação de agentes na educação é a dos agentes pedagógicos. Os agentes pedagógicos são tipicamente agentes de interface criados para assistir o aluno no processo de aprendizagem.

Algumas das capacidades destes agentes incluem a coordenação do diálogo e das acções [Elliot 1997], a monitorização das acções do utilizador [Johnson e Shaw 1997] e a aplicação das teorias construtivistas [Lester, *et al.* 1997].

A área de investigação em agentes pedagógicos foi baseada nos trabalhos anteriores, dos sistemas de tutoria inteligente. Wenger [Wenger 1997] refere que a adoção de agentes traz novas perspectivas no suporte à aprendizagem *online*, resolvendo problemas anteriormente ignorados pelos sistemas de tutoria inteligente.

As características de colaboração que não eram consideradas nos sistemas de tutoria inteligente, podem assim ser eficazmente aproveitadas para a criação de ambientes de aprendizagem colaborativos baseados na teoria construtivista.

Um sistema de aprendizagem colaborativa disponibiliza um ambiente no qual o aluno interage com um ou mais colegas para resolver um determinado problema, mediado por um sistema de aprendizagem.

Segundo Soller [Soller, *et al.* 1998], os ambientes de aprendizagem *online* devem oferecer mecanismos que promovam a colaboração entre estudantes que têm metas comuns. A colaboração entre um estudante e os seus pares é uma característica desejável de um ambiente de aprendizagem *online*, sendo através da colocação de dúvidas, perguntas e comentários que o processo de aprendizagem é completado [Woltz, *et al.* 1998].

Um dos primeiros ambientes de aprendizagem colaborativos foi proposto por Chan [Chan e Baskin 1988], designado de *Integration-Kid* e foi aplicado no domínio da integração simbólica. No *Integration-Kid*, o aluno colaborava com um “companheiro virtual” na aprendizagem. Segundo o autor, o sistema permite uma maior dimensão da aprendizagem, um maior nível de motivação e uma melhor atitude perante a aprendizagem colaborativa.

### 3.5.2. Agentes Tutor Colaborativos

A aplicação de agentes tutor em ambientes colaborativos é uma das áreas mais recentes do uso da inteligência artificial na educação. Tal como, os agentes pedagógicos retiraram benefícios de investigações anteriores na área dos sistemas de tutoria inteligente, os agentes tutor colaborativos também beneficiaram da investigação na área dos sistemas de tutoria inteligente. Além dos benefícios da investigação nesta área mais clássica, também usufruíram da investigação em sistemas hipermédia adaptativos, agentes pedagógicos e sistemas multiagente.

Dos trabalhos de investigação mais recentes, na área dos agentes tutor colaborativos, apresentam-se de seguida alguns exemplos de sistemas baseados em agentes:

- MIMIC - O MIMIC (*Multiple Intelligent Mentors Instructing Collaboratively*) foi desenvolvido na Universidade da Flórida e usa agentes inteligentes para simular o processo de ensino. É constituído por agentes mentores, que simulam o comportamento do professor e agentes de planeamento das actividades pedagógicas. O modelo é baseado na teoria construtivista para a criação do agente centrado no aluno e na teoria clássica instrutivista de transmissão do

conhecimento, para modelar o agente que simula o professor [Baylor 2002].

- TEMAI - É um ambiente de aprendizagem interativo destinado a procedimentos de manufacturação. Faz parte de um projecto mais alargado, o IDEALS, financiado pela União Europeia, no qual foi parceiro o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores (INESC). Para disponibilizar exemplos de formação mais estimulantes foi desenvolvido um agente pedagógico chamado “Vincent”, que tem a missão de adaptar o nível de interacção de conhecimento com os formandos. A arquitectura do ambiente TEMAI é composta por quatro módulos: a base de dados de matérias de formação, um conjunto de micro ambientes de aprendizagem, o modelo probabilístico de formação e o agente pedagógico autónomo “Vincent” [Paiva e Alexandre 2002].
- Cool Modes - O Cool Modes (*Collaborative Open Learning and MODELing System*) apresenta como principal vantagem, o facto de conseguir minimizar a complexidade associada à integração da componente de tutoria em ambientes colaborativos, recorrendo à metodologia *Bootstrapping Novice Data* (BND). O BND envolve a recolha dos dados de utilização do sistema durante a resolução de problemas, para criar a base de conhecimento do tutor. A ferramenta colaborativa *Cool Modes* foi integrada com o registo do comportamento do utilizador e a componente de criação de tutores que suporta o desenvolvimento por demonstração [Maclaren, *et al.* 2004].
- ILMDA - O sistema ILMDA (*Intelligent Learning Materials Delivery Agents*), desenvolvido na Universidade do Nebraska, é baseado numa arquitectura de três camadas que inclui a interface (*front-end* da aplicação), a base de dados e o motor de inferência ILMDA. Quando um aluno acede aos materiais pedagógicos através da interface, o agente captura todas as interacções do utilizador, disponibilizando ao módulo de raciocínio ILMDA o perfil parametrizado do aluno e do

ambiente. O módulo ILMDA utiliza o raciocínio baseado em casos (CBR) para obter a chave de pesquisa (vector de chaves de pesquisa) para extrair e adaptar os exemplos previamente armazenados [Leen-Kiat, *et al.* 2005].

- COLE - O sistema COLE (*Collaborative Online Learning Environment*) é um ambiente de aprendizagem para testar novas práticas. Suporta a aprendizagem baseada em problemas (PBL) e possui um conjunto de agentes que têm a seguinte missão: gerir o portfólio individual do aluno, gerir a biblioteca de conteúdos, pesquisar recursos na Web, procura de termos no dicionário interno, monitorização da aprendizagem e gestão dos contributos dos alunos [Azevedo e Scalabrin 2004].

A adopção de agentes inteligentes em ambientes de aprendizagem melhora desta forma os resultados de aprendizagem dos alunos, tendo a particularidade de os agentes pedagógicos animados ajudarem os alunos a criar uma ligação emocional com o agente, o que contribui para o aumento do gosto pela aprendizagem [Moreno, *et al.* 2001].

Também é referido por Jafari [Jafari 2002] que a adopção de agentes em sistemas de aprendizagem expande as potencialidades destes sistemas, tornando-os em ambientes dinâmicos e inteligentes de ensino e aprendizagem.

### 3.5.3. Metodologia CBR Aplicada a Agentes Tutor

Os agentes tutor podem ser enquadrados na categoria de agentes de aprendizagem colaborativa, devido a apresentarem características de cooperação (cooperam com humanos e outros agentes), de aprendizagem (perfil e preferências do aluno) e de autonomia. Deste modo, podem intervir no processo de aprendizagem sempre que detectem alguma dificuldade ou desvio.

Os princípios de aprendizagem e de raciocínio usados nos agentes tutor são os mesmos dos sistemas de tutoria inteligente, apresentando a capacidade suplementar de cooperar com outros agentes ou humanos.

O agente deve ter a capacidade de detectar o nível de motivação do aluno, baseado no tipo de conteúdos e na sua interacção com estes, adaptando a interface e a

sequência dos conteúdos para que este mantenha o nível de motivação [Alves, *et al.* 2006].

A maioria dos sistemas de tutoria é baseada em regras, o que implica que tenham de ser definidas antecipadamente um vasto conjunto de condições, de forma a que o sistema possa responder a uma grande variedade de situações.

A adopção da metodologia de raciocínio baseado em casos (CBR), em agentes tutor, permite adaptar soluções anteriores de forma a resolver novos casos [Kolodner 1993], tornando-se numa mais-valia em agentes tutor. Devido a ser reutilizada toda a experiência pessoal e colectiva para resolver novas situações, o esforço de aquisição de conhecimento é menor, comparando com outros sistemas (por exemplo os sistemas baseados em regras). Este tipo de sistemas tem um ciclo de desenvolvimento mais curto, transferindo-se a tarefa de aquisição do conhecimento para a sua exploração.

Yang [Yang 2004] refere que o CBR é uma metodologia eficiente para a resolução de problemas, podendo ser usada para suportar o ensino e a aprendizagem, nomeadamente aplicada à coordenação e colaboração em sistemas multiagente.

Vários autores têm estudado a adopção do CBR no ensino com o objectivo de suportar o processo de aprendizagem. Segundo Kolodner [Kolodner 1996], o CBR pode ser usado para promover a aprendizagem, pelo facto de se focar na resolução de problemas usando a experiência passada. A metodologia de aprendizagem intencional (*learning by design*) desenvolvida por Kolodner [Kolodner, *et al.* 1998] engloba áreas de investigação como as ciências da educação, o CBR e a aprendizagem baseada em problemas (PBL).

A aprendizagem intencional segundo Kolodner [Kolodner, *et al.* 1998] inclui a colocação de problemas e a procura de soluções, usando só o conhecimento adquirido, individual ou em pequenos grupos. Nas discussões que englobam todos os alunos, o professor ajuda-os a comparar e a contrastar as ideias, identificando o que os alunos precisam de aprender e atribuindo actividades em que estes possam explorar essas ideias. Essa discussão possibilita ao professor a identificação das dificuldades e quais os conceitos que estão errados, de forma a ajudar a ultrapassar as dificuldades e a clarificar os conceitos.

Em 2003, Kolodner [Kolodner, *et al.* 2003] sugeriu um conjunto de procedimentos que permitem tornar o ensino baseado em casos mais efectivo. Os principais pontos apontados são:

- devem ser apresentados um certo número de problemas aos alunos que permitam a sua aplicação num contexto real, motivando a aprendizagem;
- os alunos devem ser acompanhados durante o processo de aprendizagem, nomeadamente na resolução dos problemas e na definição de objectivos e estratégias, que permitem transformar problemas em conhecimento;
- os alunos necessitam de generalizar o conhecimento, pensando como é que um determinado caso pode ser útil para resolver casos futuros, ou de forma inversa como é que o caso presente se relaciona com casos passados.

A aplicação do CBR no ensino tem sido feita fundamentalmente através das abordagens construtivistas baseadas nos trabalhos de Piaget [Piaget 1969] e Vygotsky [Vygotsky 1978], partindo do princípio que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas acções múltiplas entre o indivíduo e o meio.

Com base no construtivismo surgiram vários métodos de ensino dos quais se destaca a aprendizagem baseada em problemas, que é um método centrado em casos directamente relacionado com o aluno e usa a colaboração como base da aprendizagem [Koshmann 2001].

A aprendizagem baseada em problemas ocorre em pequenos grupos através da resolução colaborativa de problemas, em que os alunos não têm nenhum conhecimento anterior, formulando hipóteses e procurando soluções através da consulta de informação [Barrows 1985]. O professor tem um papel de orientação da aprendizagem, deixando de ter o papel de transmissor do conhecimento, passando os alunos a ter um papel mais activo.

O CBR foi aplicado à aprendizagem baseada em problemas por Kolodner [Kolodner 1996] e por Dutra [Dutra e Tarouco 2003]. Kolodner [Kolodner 1996, 2003] refere que as semelhanças entre a aprendizagem baseada em problemas e o CBR são várias devido a ambas terem em comum uma abordagem construtivista, sendo o conhecimento construído activamente pelo indivíduo através da experiência.

Kolodner [Kolodner 2000] refere que o CBR pode ser muito útil à aprendizagem baseada em problemas, podendo dar sugestões sobre a melhor maneira de assimilar novas

experiências e como reflectir sobre as experiências passadas para resolver novos problemas.

As principais contribuições do CBR para a aprendizagem baseada em problemas inclui o suporte à reflexão, que leva os alunos a pensar no tipo de problemas que são colocados, no tipo de soluções que apresentaram e na forma de aplicar essas soluções a futuros problemas, na criação de bibliotecas de casos.

As bibliotecas de casos são fundamentais para a aquisição de conhecimentos, criando a oportunidade de colaboração na aprendizagem, em que cada aluno pode aprender com a experiência de outros [Kolodner 2000].

### **3.6. Resumo e Conclusões do Capítulo**

A adopção de metodologias de inteligência artificial na educação teve início na década de setenta, com os sistemas de tutoria inteligente. Os sistemas de tutoria inteligente foram projectados para a personalização da formação em sistemas de formação mediada por computador. A principal limitação que estes sistemas possuem é o facto de não suportarem a colaboração entre os vários intervenientes no processo de aprendizagem.

Na década de noventa, a Web começa a ser usada nos meios académicos, sendo rapidamente descobertas formas de apoio ao ensino, surgindo o ensino baseado na Web. A principal vantagem que apresenta a aprendizagem na Web em relação aos sistemas de formação mediados por computador é a facilidade de comunicação e o acesso sem constrangimentos de tempo ou espaço.

Em meados da década de noventa começaram a reunir-se num só sistema as vantagens da personalização do ensino dos sistemas de tutoria inteligente com a capacidade de colaboração dos sistemas hipermedia. Foi assim que surgiram os sistemas hipermedia adaptativos.

A inteligência artificial assumiu, assim, um papel cada vez mais importante no ensino, nomeadamente na melhoria dos resultados da aprendizagem, usando agentes pedagógicos e fazendo a adaptação do ambiente de aprendizagem com base no perfil do aluno.

A abordagem apresentada neste capítulo é baseada na identificação dos estilos de aprendizagem, de forma a permitir uma melhor adaptação do ambiente de aprendizagem, através do uso de agentes colaborativos.

A metodologia proposta, de suporte aos agentes tutor colaborativos é o raciocínio baseado em casos, devido a ser fundamentado no mesmo modelo de aprendizagem construtivista, em que a aprendizagem é feita com base na experiência.

Com a adoção dos agentes tutor colaborativos sustentados na metodologia do raciocínio baseado em casos, é possível desenvolver ambientes de aprendizagem mais colaborativos e mais adaptados às necessidades específicas dos alunos.

## Capítulo 4: Arquitectura de uma Intranet Educacional Baseada em Agentes

### 4.1. Introdução

As Intranets oferecem novas oportunidades para uma mais efectiva coordenação das actividades de uma organização, centralizando a informação e descentralizando o seu acesso. No entanto, a implementação de uma Intranet requer uma análise dos processos internos e externos à organização.

Muitos dos processos baseados em papel não podem ser simplesmente automatizados. É necessário, em primeiro lugar, uma análise da sua eficiência, redesenhando aqueles que necessitam de ser optimizados e garantindo-se, assim, que a automatização dos processos melhora a produtividade da organização.

A especificação da arquitectura de uma Intranet educacional requer a análise de três áreas fundamentais: gestão, conteúdos e tecnologia. A área da gestão abarca o papel de cada interveniente, os processos e as políticas de gestão dos conteúdos. A área dos conteúdos inclui uma definição das categorias em que estes vão estar disponíveis e qual o formato. A área tecnológica compreende as infra-estruturas ao nível da rede de comunicação, *hardware* e *software*, necessárias para suportar o desenvolvimento de conteúdos, a sua publicação e o seu acesso.

Uma Intranet para dar resposta às necessidades crescentes de uma organização, deve ter uma arquitectura sólida, deve ser extensível, de fácil gestão e ter elevados níveis de segurança [Ardestani, *et al.* 2002].

A solidez da arquitectura só pode ser comprovada com o tempo, quando se verificar através da utilização a estabilidade das aplicações e se estas apresentem uma boa

capacidade de resposta na sua utilização no dia-a-dia, independentemente do número de utilizadores.

O ciclo de desenvolvimento de uma Intranet é tipicamente recursivo, ou seja, quando uma etapa de desenvolvimento está concluída é seguida sempre de uma nova etapa, devido aos requisitos mudarem constantemente, impulsionados pela necessidade de mudança constante das organizações.

Para ser extensível, a arquitectura de uma Intranet deve ser modular, em que cada funcionalidade é desenvolvida em unidades discretas e autónomas. Isto permite que as funcionalidades possam ser alteradas, removidas ou adicionadas sem afectar o seu funcionamento.

A gestão de uma Intranet é uma vertente fundamental para o seu sucesso. Toda a informação precisa de ser gerida de uma forma eficiente, para que seja útil para os membros de uma organização. Isto significa que os utilizadores finais devem ter ao seu dispor ferramentas de fácil utilização para criar, alterar ou remover conteúdos dentro da própria Intranet.

Por último, a segurança deve ser um factor sempre presente, principalmente para os administradores da Intranet e do sistema de informação em si. A segurança de uma Intranet inclui não só a segurança relativamente ao exterior, mas também a segurança interna, criando perfis que permitam que só as pessoas autorizadas possam aceder à informação disponibilizada.

Neste capítulo é apresentada uma arquitectura para Intranets educacionais baseada em agentes, tendo em conta os princípios da solidez, da extensibilidade, gestão e segurança. A arquitectura proposta é orientada a serviços, o que permite uma maior extensibilidade, tornando independente a camada de negócio da camada de apresentação e de dados.

Na parte inicial do capítulo são abordadas as principais metodologias e tecnologias de desenvolvimento, os requisitos e a arquitectura geral. Após a apresentação da arquitectura geral são descritas as componentes de *e-learning*, *e-management* e *e-research* e os modelos de casos de uso, classes e de dados.

## 4.2. Metodologias e Tecnologias de Desenvolvimento

Para a especificação de uma arquitectura para Intranets educacionais é necessário usar uma linguagem de modelação que seja amplamente reconhecida, o que possibilita na prática a implementação dos modelos. Devido às características intrínsecas de uma Intranet, a qual necessita de uma evolução constante, a extensibilidade e a facilidade de integração de novas componentes é fundamental para esta acompanhar as necessidades crescentes de uma organização.

Para dar resposta à necessidade da reutilização de código, surgiram nos anos setenta as linguagens orientadas a objectos. O conceito de programação orientada a objectos (POO) advém da visão do mundo real, por exemplo, os processos de fabrico industrial em que para construir um equipamento se utilizam várias componentes.

A POO é um paradigma de análise, projecto e programação de sistemas de *software*, organizados por unidades designados de objectos, que tem como principal objectivo a reutilização do código e a modularidade da escrita.

Este paradigma é o mais adequado para o desenvolvimento de uma Intranet, devido à necessidade de esta ser extensível, o que facilita a criação de novas componentes sem alterar o seu funcionamento.

Actualmente existe uma grande diversidade de linguagens orientadas a objectos. Apresenta-se de seguida as quatro mais populares: PHP, Java, Javascript e C#, tanto do lado do servidor como do cliente.

Para efectuar a modelação da arquitectura é executada uma abordagem da linguagem de modelação unificada (UML) para o desenvolvimento de aplicações Web. A UML é uma linguagem padrão que permite representar todo o ciclo de produção de *software*, nomeadamente para a especificação, visualização, desenho da arquitectura, construção, simulação, testes e documentação.

### 4.2.1. Principais Linguagens de Programação

O paradigma orientado a objectos é baseado no mundo real, o qual é representado por objectos. Este paradigma implica uma forma de pensar diferente dos paradigmas anteriores, tais como: programação estruturada, programação funcional, programação imperativa, entre outras. Nas metodologias tradicionais utiliza-se como base o conceito de

processador, memórias e dispositivos I/O para processar, armazenar e exibir a informação, ao passo que na programação orientada a objectos o conceito base é mais abstracto.

Segundo Weisfeld [Weisfeld 2005], as características mais importantes de uma linguagem de programação moderna são a orientação a objectos, simplicidade, ser distribuída, robusta, segura, neutra e portátil.

As linguagens compiladas mais usadas são o Java e o C#, ao passo que as linguagens interpretadas são o PHP, Perl, Python, Javascript e ActionScript. Segundo um estudo efectuado pela empresa *Tiobe Software* [Tiobe 2007], em relação à popularidade das linguagens de programação, verifica-se que a linguagem Java (19 %) continua a ser a preferida, ao passo que o C# (3,6 %) e o Python (3,7 %) têm despertado um maior interesse. Das linguagens para a Web o PHP continua a ser bastante popular (8,7 %).

A escolha da linguagem de programação é um processo sempre controverso, porque cada programador envolvido no projecto pode ter preferências diferentes, existindo sempre argumentos para a escolha de uma ou outra linguagem. No entanto, a escolha da linguagem de programação deve ser acompanhada de um estudo prévio sobre as potencialidades de cada linguagem, devendo-se optar por aquela que os membros da equipa têm mais experiência e que permita atingir os principais objectivos propostos para a Intranet.

#### **4.2.2. Tecnologias de Servidor**

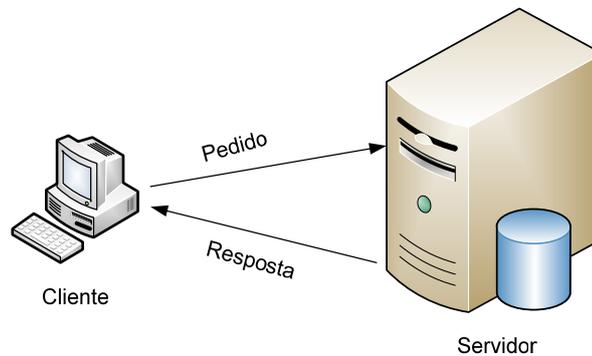
Das linguagens de programação mais conhecidas, aquelas que são mais adequadas para o desenvolvimento de aplicações Web são: Java, Perl, Python, Ruby, PPHP, ColdFusion, Visual Basic.net e C#. No sentido de ajudar na escolha de uma linguagem de desenvolvimento, apresentam-se de seguida aspectos mais concretos das linguagens mais populares, como o Java, PHP e C#.

O modelo que está subjacente às Intranets é o modelo cliente-servidor. O cliente é composto por um browser que efectua pedidos ao servidor, o qual responde enviando a página solicitada para ser visualizada no *browser*.

Uma arquitectura básica cliente-servidor é designada de arquitectura de duas camadas. Este tipo de arquitectura é constituído pela camada de interface, que se encontra no cliente, e pela camada aplicacional e de dados que se encontra no servidor (Figura 4.1).

Devido à necessidade de partilha de dados ao nível dos sistemas de informação, este tipo de arquitectura evoluiu para uma arquitectura de três camadas. A arquitectura de

três camadas adiciona uma nova camada à arquitectura típica de duas, a qual se encontra entre o cliente e os dados.



**Figura 4.1 - Arquitectura típica cliente-servidor**

Existem várias formas de implementar esta arquitectura, nomeadamente separando fisicamente os servidores de bases de dados e de aplicações, ou então dentro da própria aplicação ter uma camada de acesso a dados e outra de interacção com o utilizador. A arquitectura de três camadas permite, no caso de uma Intranet, efectuar uma integração ao nível das aplicações, devido às bases de dados poderem ser acedidas por mais de uma aplicação.

Ao nível da tecnologia do servidor Web esta arquitectura pode ser implementada usando um programa de extensão do servidor Web (ISAPI ou Java Servlets) ou então através de uma tecnologia de *scripting* do servidor (ASPX, JSP, PHP, entre outros).

Um pedido de um cliente a um servidor Web é tratado da seguinte forma: se a página pedida é uma ISAPI ou Servlet, com base nos parâmetros passados é gerada a página HTML e enviada para o cliente. Quando a página invocada tem uma extensão ASPX, JSP ou PHP, esta é pré-processada pelo servidor e são invocados os recursos necessários (por exemplo acesso a ficheiros ou bases de dados), sendo depois criada a página HTML, a qual é enviada para o cliente. Se a página tiver a extensão HTML, então o servidor envia-a directamente para o cliente (Figura 4.2).

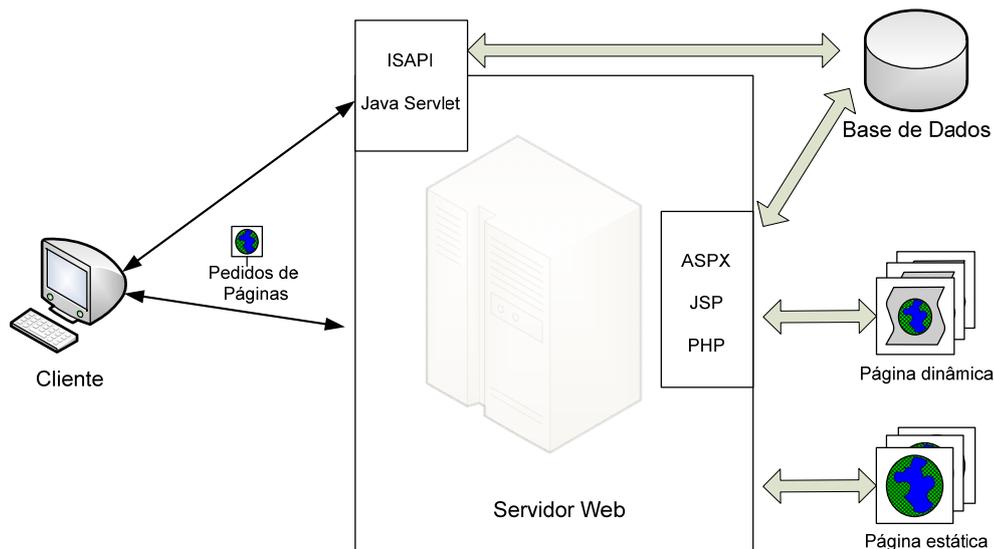


Figura 4.2 - Exemplo de uma arquitectura Web

De seguida é apresentada uma descrição das principais linguagens de programação para a Web: Java, PHP e C#.

### Java

O Java é uma linguagem orientada a objectos, foi desenvolvida na década de 90 pela *Sun Microsystems*, para dar resposta a um mercado emergente da electrónica de consumo. A principal diferença que o Java apresenta em relação às linguagens convencionais é a de ser compilada para um código intermédio, designado de “*bytecode*”, que é depois executado por uma máquina virtual.

A utilização da máquina virtual é uma das principais características do Java, que lhe permite ser portátil, tornando os programas compilados em Java independentes da arquitectura em que são executados. A partir da versão dois do Java, o ambiente de desenvolvimento foi dividido em três áreas: o J2SE (Java 2 Standard Edition), o J2EE (Java 2 Enterprise Edition) e o J2ME (Java 2 Micro Edition). A versão J2SE é o ambiente de desenvolvimento mais usado e é o mais indicado para o desenvolvimento de aplicações para PC e servidor.

O J2EE é mais vocacionado para ambientes empresariais, incluindo bibliotecas específicas para gestão de redes, serviços Internet, Intranets, bases de dados, tecnologias Web, entre outras. A arquitectura do J2EE inclui também o Enterprise JavaBeans que

permite o desenvolvimento de aplicações Java baseadas em componentes, distribuídas e transaccionais (Figura 4.3).

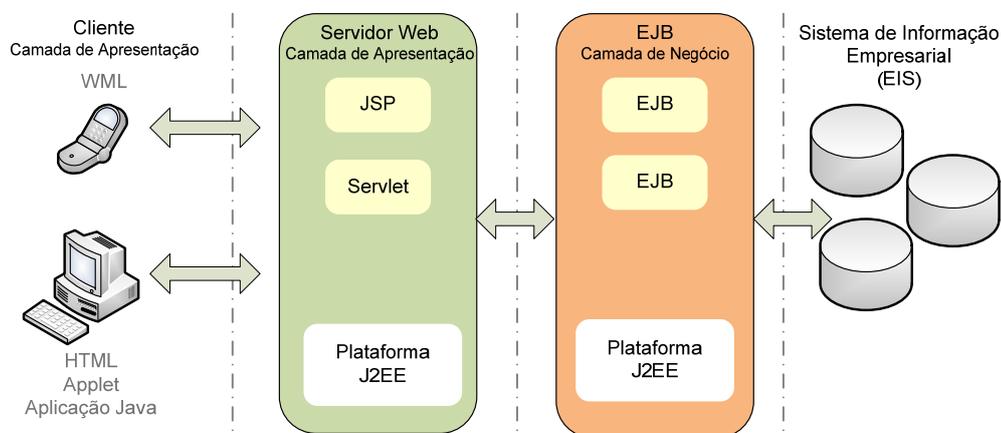


Figura 4.3 - Arquitectura do J2EE

Em 2004, o J2EE passou a incluir uma API (*Application Programming Interface*) para o desenvolvimento de interfaces para aplicações Web designado de JavaServer Faces (JSF). As JSF usam as JavaServer Pages (JSP) como tecnologia Web de visualização, mas podem também usar outras tecnologias como a XUL (*XML User Interface Language*).

## PHP

O PHP é uma linguagem de *scripting open source* do lado do servidor. Suporta uma grande variedade de bases de dados e está disponível em várias plataformas. A origem do PHP remonta a 1994, quando o membro da equipa de *software* da Apache, Rasmus Lerdof, criou a primeira página para uso pessoal. Consistia num pacote CGI (*Common Gateway Interface*) que permitia manter um registo das pessoas que visitavam o seu site. No ano seguinte, disponibilizou um pacote designado de Personal Home Page Tools que deu origem ao PHP/FI, que já incluía um interpretador de formulários.

O PHP é actualmente uma das linguagens de *scripting* mais populares, segundo a NetCraft [NetCraft 2007], em Abril de 2007 estavam em funcionamento mais de vinte milhões de domínios que usam o PHP. As principais razões da popularidade do PHP são a simplicidade, ser multi-plataforma, suportar uma grande variedade de bases de dados e ser *open source*.

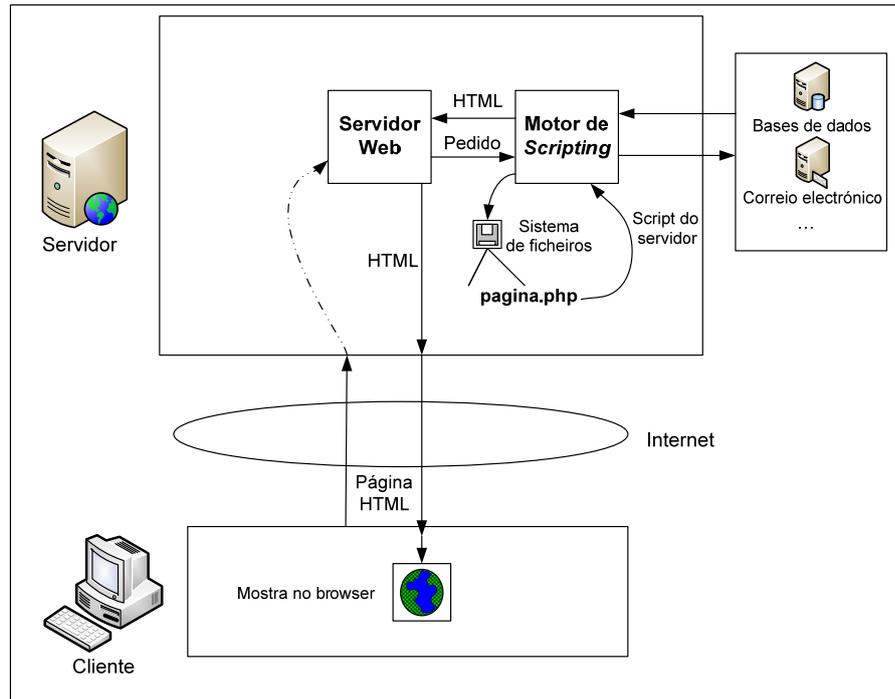


Figura 4.4 - Processamento de um script PHP [Converse, et al. 2004]

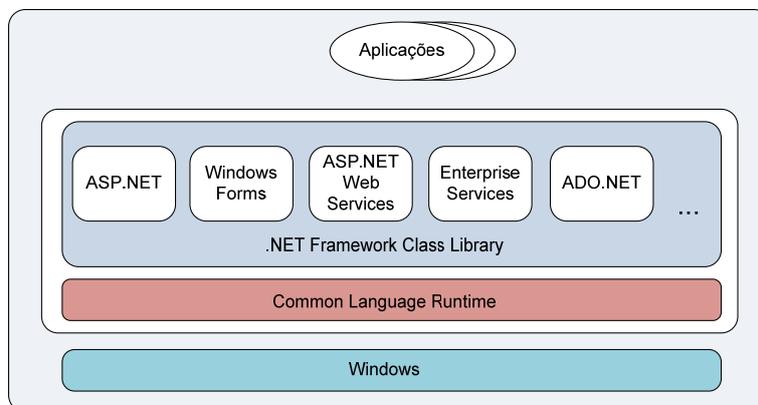
O modo de processamento de uma página PHP encontra-se representado na Figura 4.4, no qual se destaca o papel do servidor Web que invoca o motor de *scripting* para efectuar em tempo da execução a conversão do código PHP em HTML.

### ASP.net e C#

A tecnologia ASP (*Active Server Pages*) desenvolvida pela Microsoft em meados dos anos noventa foi uma resposta da empresa a um mercado emergente de aplicações Web. No entanto a simplicidade das ASP, apresenta grandes desvantagens no desenvolvimento de sítios Web de grande dimensão, em que é necessária uma elevada reutilização do código. Para colmatar este problema, em meados do ano 2000 a Microsoft apresentou uma tecnologia sucessora para as ASP, designada de ASP+, a qual passou a ser baseada no paradigma orientada a objectos.

A primeira versão oficial passou a designar-se de ASP.NET, sendo baseada na *framework* .NET 1.0. A *framework* .NET é uma tecnologia para o desenvolvimento de aplicações, locais ou Web, que suporta uma grande variedade de linguagens de programação (C#, VB, J#, Cobol, Fortran, Perl, Python, JScript, entre outras) e que

consiste em duas partes: o ambiente de execução (*Common Language Runtime*) e um conjunto de bibliotecas.NET (Figura 4.5).



**Figura 4.5 - Estrutura da Framework .NET [Chappell 2006]**

O *Common Language Runtime* (CLR) disponibiliza um ambiente de execução e de gestão de memória e de objectos para qualquer linguagem suportada pela *framework* .NET. O CLR apresenta como principais características a possibilidade de depuração do código, a gestão de excepções e a gestão da herança.

O compilador individual de cada linguagem compila o código para uma linguagem intermédia, designada de *Microsoft Intermediate Language* (MSIL), que é feito em tempo real na altura da primeira execução.

O conjunto de bibliotecas .NET (*.NET Framework Class Library*) contém uma grande variedade de classes desenhadas para disponibilizar aos programadores uma estrutura base de desenvolvimento de aplicações. O conjunto de classes da *framework* permite um desenvolvimento mais rápido de aplicações, pelo facto de muitas das funcionalidades ao nível de protocolos de comunicação, gestão de bases de dados, serviços empresariais, entre outros, já estarem implementados, podendo essas funcionalidades serem estendidas pelos programadores. As classes são organizadas em contentores designados de *namespaces*.

Aliada à *framework* está também o ambiente integrado de desenvolvimento, o Visual Studio, que disponibiliza ferramentas que permite o desenvolvimento de aplicações Web ou Windows, de forma visual com suporte à criação de código (RAD).

A principal crítica apontada à tecnologia ASP.NET é a de não ser multiplataforma, devido a estar vinculada ao servidor Web Internet Information Services. Para colmatar esta

falha, o projecto Mono [Mono 2007] desenvolveu um ambiente de execução multiplataforma que permite correr páginas ASP.NET numa maior variedade de servidores Web e de plataformas.

### 4.2.3. Tecnologias de Cliente

O uso de tecnologias Web do lado do cliente permite enriquecer uma aplicação Web, tornando-a mais interactiva e dinâmica, com maior capacidade de resposta a eventos do utilizador.

As principais tecnologias que podem ser executadas no cliente (*browser*) são: HTML, XHTML, XML, XSL, CSS, Javascript, DHTML, Ajax, Flash, Java Applets, JavaBeans e ActiveX. A grande maioria dos *browsers* suporta nativamente HTML, XHTML, CSS e Javascript, apresentando também suporte os *browsers* mais modernos a XML e XSL.

O XHTML (*Extensible Hypertext Markup Language*) é a linguagem definida pelo W3C [W3C 2007] como padrão para o desenvolvimento de páginas Web, substituindo o HTML, devido às limitações que este apresentava ao nível da compatibilidade entre aplicações.

Para o desenvolvimento de páginas Web além do XHTML, outra tecnologia indispensável são as CSS (*Cascading Style Sheet*). As CSS são folhas de estilo que permitem definir a apresentação das páginas Web, possibilitando uma manutenção mais eficiente de sítios Web e uma economia de tempo no seu desenvolvimento. Ao serem definidos os estilos numa CSS, esta pode ser ligada a todas as páginas do sítio, mantendo a coerência da formatação e do aspecto gráfico.

Para adição de interactividade em páginas Web, a tecnologia mais indicada é o Javascript. O Javascript é uma linguagem de *scripting* que é interpretada pelo *browser* e é tipicamente embebida no próprio código HTML. O Javascript, permite de uma forma mais rápida, fazer validação de formulários, reorganizar a estrutura de um documento HTML, detectar a versão do browser, reagir a eventos e adicionar o conteúdo das páginas dinamicamente.

As potencialidades do Javascript na manipulação de documentos HTML deram origem à tecnologia DHTML (*Dynamic HTML*), que consiste na alteração dinâmica dos

elementos de um documento HTML, segundo a especificação DOM (*Document Object Model*), criando um maior dinamismo e interactividade.

Com a utilização do DHTML, os programadores Web passaram a ter ao seu dispor ferramentas mais poderosas para a criação de aplicações mais interactivas. No entanto, a necessidade de consulta periódica de dados ao servidor, origina o recarregamento completo das páginas, o que torna as interfaces pouco dinâmicas.

Para colmatar este problema surge a tecnologia AJAX (*Asynchronous Javascript and XML*), que através do uso do objecto do Javascript XMLHttpRequest, é possível uma comunicação entre o cliente e o servidor sem recarregar a página completa. O AJAX é suportado pelos browsers mais recentes e permite desenvolver aplicações Web com um dinamismo idêntico às aplicações locais. Este dinamismo é conseguido através do carregamento dos dados necessários do servidor de forma assíncrona.

#### **4.2.4. Modelação Usando a Linguagem UML**

A UML (*Unified Modeling Language*) é uma linguagem de modelação criada pela OMG (*Object Management Group*) que utiliza uma notação padrão para especificar, construir, visualizar e documentar sistemas de informação orientados a objectos [Nunes e O'Neill 2001].

A abrangência da linguagem UML permite o seu uso em diversas áreas, não se limitando só à modelação de sistemas de informação do ponto de vista informático. Pode ser usado para modelar processos de negócio, aspectos de natureza organizacional ou outros processos que não sejam informáticos.

A modelação de um sistema de informação envolve a criação de elementos visuais que permitam a comunicação dos requisitos e objectivos do projecto aos diversos intervenientes, tais como utilizadores, gestores e programadores. Os símbolos adoptados pela UML são padronizados, o que permite uma leitura universal dos diagramas que especificam determinada funcionalidade do sistema.

A linguagem UML possibilita a criação de modelos de um projecto de *software* desde a especificação de mais alto nível (mais próxima dos gestores ou utilizadores) até uma notação de mais baixo nível, para descrever *hardware* e *software* (mais próxima da equipa de desenvolvimento).

O conjunto de diagramas da linguagem UML vai desde a identificação dos intervenientes no processo e dos serviços até às componentes de *software* e a sua instalação. Estes diagramas podem ser divididos em três áreas: estruturais, comportamentais e de interacção. A versão 2.0 da UML tem trinta e dois diagramas, destacando-se os seguintes [OMG 2003]:

- Estruturais

- Diagrama de objectos - Pode ser usado para ilustrar um diagrama de classes com um exemplo concreto. É uma variação do modelo de classes e representa o estado do sistema num dado momento.
- Diagrama de classes - É a representação da estrutura e das relações entre as classes que servem de modelo para os objectos.
- Diagrama de componentes - É utilizado para descrever a arquitectura da aplicação informática em termos de componentes de software.
- Diagrama de implementação - Permite descrever a arquitectura do equipamento informático e a distribuição das componentes da aplicação pelos diversos elementos da arquitectura.
- Diagrama de pacotes - Mostra como é que os elementos do modelo se encontram organizados em pacotes, indicando as dependências entre eles.
- Diagrama de estrutura - Destina-se à descrição dos relacionamentos entre os elementos, ilustrando a colaboração interna de classes, interfaces ou componentes.

- Comportamentais

- Diagrama de casos de uso - São diagramas que descrevem a funcionalidade proposta para todo o sistema, permitindo descrever os casos de uso (use cases) que devem estar disponíveis aos diversos utilizadores (actores).
- Diagrama de actividades - Representa os fluxos conduzidos por processos, representando cada um dos casos de uso. Nos diagramas de actividades é ilustrado o encadeamento das actividades realizadas

por cada um dos objectos do sistema, numa óptica de fluxos de trabalho.

- Diagrama de máquina de estados - Permite representar as condições ou situações durante a vida de um objecto, o qual satisfaz algumas condições, executa actividades ou espera por eventos.
- Interacção
  - Diagrama de sequência - Servem para representar como é que os objectos do sistema interagem para fornecer as funcionalidades definidas nos casos de uso, representando a sequência dos processos e as mensagens passadas entre objectos.
  - Diagrama de colaboração - Os diagramas de colaboração permitem representar uma interacção, consistindo num conjunto de objectos e seus relacionamentos, incluindo as mensagens que podem ser trocadas entre estes.
  - Diagrama de interactividade - É uma variação dos diagramas de actividades, que permite ter uma visão sobre o controlo dos fluxos num sistema ou processo de negócio.
  - Diagrama de tempo - Permite representar a mudança de estados ou condições, apresentando o comportamento dos objectos numa escala temporal.

A UML oferece um número variado de diagramas que permitem cobrir a maior parte das situações e necessidades de um projecto de *software*. A escolha do tipo de diagramas estruturais, comportamentais ou de interacção, depende fundamentalmente da complexidade do projecto e dos intervenientes no processo. Para apresentar um modelo de um produto a gestores ou utilizadores os diagramas de interacção e os comportamentais são mais adequados. Por outro lado, os diagramas estruturas têm maior utilidade para a equipa de desenvolvimento.

Para a maioria dos projectos de *software* os diagramas de caso de uso e de classes são suficientes para cobrir as necessidades de modelação. No entanto, para modelar

problemas mais complexos e com maior detalhe, os diagramas de actividades e de sequência podem contribuir para uma clarificação das funcionalidades do sistema.

### 4.3. Estratégias de Implementação

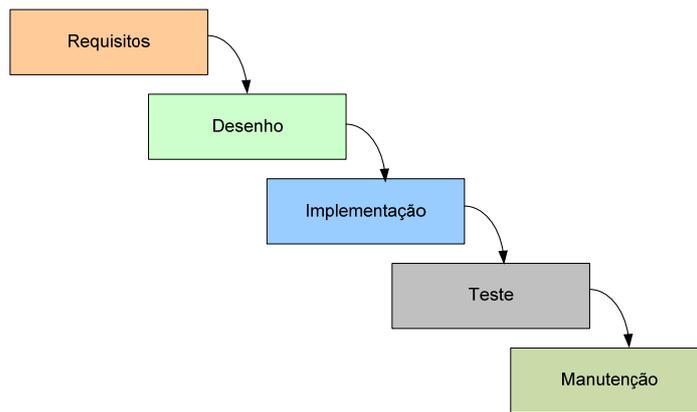
Nos últimos anos, as Intranets tornaram-se muito populares, com um crescimento muito acentuado e cobrindo actualmente não só organizações de grande dimensão, mas também um número alargado de empresas e instituições de pequena dimensão e de diversas áreas de negócio.

Num estudo efectuado pela *International Data Corp.*, no ano 2000, o número de colaboradores de todo o mundo que têm acesso a Intranets passou de 4% em 1998 para 64% no ano 2000 [IDC 2000].

A estratégia e as funcionalidades de cada Intranet variam de organização para organização, podendo dentro da mesma organização um departamento necessitar de determinadas funcionalidades, ao passo que em outro departamento são necessárias outras completamente diferentes. Uma estratégia de implementação deve contemplar as necessidades específicas dos diversos departamentos, bem como as necessidades individuais das pessoas da organização.

Este é o verdadeiro desafio no desenvolvimento de uma Intranet, no sentido de ser continuamente adaptada às necessidades dos utilizadores, o que leva a que uma Intranet não tenha um ciclo de produção idêntico às aplicações de *software*, devido a ser continuamente recursivo.

Na definição da estratégia de desenvolvimento deve ser escolhido um modelo de desenvolvimento baseado nos processos de engenharia de *software*. As metodologias mais utilizadas para o desenvolvimento de projectos de *software* são o modelo em cascata, o desenvolvimento ágil e o desenvolvimento interactivo.



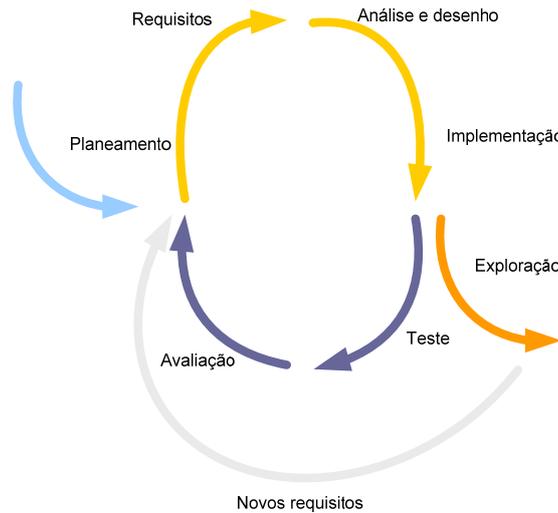
**Figura 4.6 - Ciclo de desenvolvimento em cascata [Royce 1970]**

O modelo em cascata é o modelo mais usado, tendo uma grande ênfase no planejamento. Este modelo parte do princípio que uma eficiente planificação minimiza erros no desenvolvimento.

A metodologia de desenvolvimento ágil assenta fundamental em períodos curtos de desenvolvimento, designados de interação, e que vão tipicamente de uma a quatro semanas. Cada interação tem um ciclo próprio de desenvolvimento que pode incluir o modelo em cascata.

O processo de desenvolvimento interactivo é uma evolução do modelo em cascata. Este processo é também usado em outras metodologias ágeis. O conceito de ciclo de vida do *software* desta metodologia indica que este deve ser produzido incrementalmente, tirando partido de experiências anteriores, desde o processo de especificação até aos testes do produto.

Devido à necessidade constante de adaptação das Intranets aos objectivos das organizações, o ciclo de desenvolvimento não é fechado. Mesmo depois de estar em exploração a Intranet, é necessário proceder continuamente ao levantamento de novos requisitos e voltar a implementar, testar e explorar.



**Figura 4.7 - Processo de desenvolvimento aplicado a Intranets**

Das metodologias atrás referidas, o modelo em casca é o menos adequado a este tipo de aplicações. Dependendo da experiência da equipa e das relações de trabalho, a metodologia que mais se adequa às Intranets é o processo interactivo, devido a potenciar o desenvolvimento incremental da Intranet. As principais fases do processo interactivo são o planeamento, levantamento de requisitos, análise e desenho, desenvolvimento, testes, exploração e avaliação (Figura 4.7).

Após a fase de planeamento e levantamento dos requisitos é efectuada uma análise e desenho da estrutura da Intranet. Nesta fase são especificadas as principais funcionalidades da Intranet, nomeadamente quais os serviços e conteúdos que irá disponibilizar.

#### **4.4. Requisitos de uma Intranet Educacional**

No processo de modelação de um produto de *software* deve ser feita uma análise dos requisitos, para que o desenho da arquitectura esteja de acordo com as necessidades dos utilizadores.

O primeiro passo para o levantamento de requisitos é examinar qual o objectivo da Intranet, o seu âmbito e audiência. Uma das perguntas que pode ser colocada é: porque é que vai ser implementada uma Intranet ou então como é que ela vai ser usada na

organização? A resposta a estas questões permite enquadrar o objectivo, o âmbito e a audiência da Intranet.

Na fase de levantamento dos requisitos devem ser ponderadas exigências de *software*, nomeadamente das aplicações que a Intranet deve conter, que base de dados irá suportar, qual o *hardware* necessário, e por último, que exigências devem ser colocadas ao nível da usabilidade, segurança e privacidade, para que esta tenha uma grande aceitação por parte dos utilizadores da organização.

Segundo Conallen [Conallen 2002], os requisitos não funcionais podem ser catalogados da seguinte forma:

- Usabilidade - Refere aos aspectos gerais da interface do sistema.
- Desempenho - Descreve o desempenho de execução do sistema, sendo tipicamente medidos em segundos.
- Fiabilidade - Indica o elevado nível de fiabilidade para que estejam sempre operacionais. Por exemplo, pode-se definir que o sistema deve estar disponível 24 horas por dia e 7 dias por semana.
- Segurança - Especifica os níveis de acesso dos utilizadores e por parte de outros sistemas exteriores. Estes requisitos podem incluir o controlo de acessos, autenticação, encriptação, auditoria e detecção de intrusões.
- *Hardware* - Indica as características mínimas do *hardware* que deve ser usado para implementar o sistema.
- Implementação - Descreve como é que as aplicações podem ser acedidas pelos utilizadores. Estes requisitos indicam como é que o sistema deve ser instalado e administrado pela equipa de manutenção.

Estes requisitos que são transversais a qualquer projecto de engenharia de *software*, sendo são de seguida apresentados na vertente das Intranets.

#### **4.4.1. Usabilidade**

A especificação dos requisitos implica a recolha de documentos, o registo de dados, modelos, entre outros, que permitem descrever em pormenor o sistema de *software* que se

pretende construir. Cada documento geralmente inclui o objectivo, o número da versão, os autores e outras informações de carácter administrativo.

Para a especificação dos requisitos de usabilidade são desenhados diversos modelos de interface, os quais são avaliados heurísticamente. A avaliação heurística consiste, segundo Nielsen [Nielsen 1992], num método de avaliação da interface do sistema por peritos, baseados num conjunto de critérios (heurística).

Segundo a ISO (*International Organization for Standardization*) a usabilidade significa a forma como os utilizadores realizam determinadas tarefas eficientemente, efectivamente e satisfatoriamente num determinado contexto [ISO 1998].

As primeiras normas sobre a usabilidade de interfaces foram publicadas pela ISO em 1998 – normas ISO 9241 [ISO 1998], que incluem um conjunto de dezassete requisitos ao nível de *hardware*. As normas ISO 9241 indicam um conjunto de requisitos para o trabalho em escritório usando terminais em modo gráfico. As partes 1 a 9 das especificações indicam os requisitos ao nível de *hardware* e do ambiente, ao passo que as partes 10 a 17 indicam os requisitos ao nível do *software*.

Os requisitos de *software* incluem os seguintes itens:

- Parte 10 - Princípios de diálogo
- Parte 11 - Guia da usabilidade
- Parte 12 - Apresentação da informação
- Parte 13 - Orientação do utilizador
- Parte 14 - Menus de diálogo
- Parte 15 - Comandos de diálogo
- Parte 16 - Manipulação directa de diálogos
- Parte 17 - Preenchimento de formulários

A ISO aprovou também um outro conjunto de normas centradas no utilizador, que são as normas ISO 13407 [ISO 1999], específicas para o desenho de processos para sistemas interactivos centrados no utilizador. As normas ISO 13407 acrescentam às normas ISO 9241 recomendações ao nível do processo de desenho e da avaliação de uma interface.

Uma boa usabilidade de uma Intranet é um factor importante para o seu sucesso. Para atingir este objectivo devem ser respeitadas as recomendações ISO 9241 e efectuar

um desenho interactivo da Intranet, com avaliação heurística da usabilidade e uma avaliação com utilizadores reais.

#### 4.4.2. Desempenho

Um bom desempenho do sistema, implica que os utilizadores tenham uma resposta rápida e que não sejam recusadas conexões. Do lado dos administradores o desempenho é avaliado através do elevado débito e da alta disponibilidade.

Para quantificar o desempenho de um sistema, é necessário usar métricas que permitam efectuar a sua avaliação. Algumas métricas são:

- Ligações / segundo
- Mbits / segundo
- Tempo de resposta
- Erros / segundo

Os indicadores de actividade do sistema são também fundamentais para a determinação do desempenho, sendo considerada uma visita à Intranet como um conjunto consecutivos de páginas que o utilizador consulta num determinado período de tempo. Um *hit* é uma ligação à Intranet, incluindo ligações recusadas ou com erros.

O estabelecimento de requisitos de desempenho implica a definição dos objectivos do número de visitas por dia, número de utilizadores em simultâneo e o número de páginas por visita. A imposição de requisitos de desempenho tem uma implicação directa com o *hardware*.

#### 4.4.3. Fiabilidade

A fiabilidade de uma Intranet é medida pela disponibilidade do sistema. Um sistema 100% fiável tem que ter uma disponibilidade de 24 horas por dia e 365 dias por ano. A fiabilidade tem um custo muito elevado ao nível de *hardware*, o que obriga a que sejam definidos limites mais razoáveis. Estes limites são definidos com base em probabilidades de ocorrência de falhas no sistema. As falhas no sistema podem ter origem no *hardware* ou no *software*, como por exemplo: actualizações de *software*, vírus, falhas de rede, avaria de equipamento, entre outras.

A política de cópias de segurança do sistema é um factor que pode influenciar fortemente a sua fiabilidade, devendo ser assegurada uma reposição dos dados num curto espaço de tempo. A existência de servidores redundantes e com componentes redundantes, como por exemplo fontes de alimentação e UPS aumenta muito a disponibilidade do sistema, mas trás custos elevados.

Para a salvaguarda dos dados e a disponibilidade do sistema devem ser implementados sistemas de discos redundantes (*Redundant Array of Independent Disks - RAID*) que permitem criar uma unidade virtual composta por vários discos individuais, com a finalidade de duplicação (segurança) ou balanceamento (desempenho). Os principais sistemas RAID incluem a seguinte designação: 0, 1, 0+1, 5, 10 e 50.

Além da segurança que os sistemas de armazenamento de dados devem respeitar, é necessário efectuar cópias de segurança dos dados para garantir protecção contra operações inadvertidas de eliminação e alteração de registos e falhas dos sistemas RAID. As políticas de cópias de segurança devem estar de acordo com a utilização da Intranet, podendo ser definidas cópias diárias, semanais e mensais. As cópias de segurança devem ser programadas para serem executadas em alturas em que o sistema tem uma menor utilização.

#### **4.4.4. Segurança**

A segurança de uma Intranet é sempre um tema central devido a estas conterem dados sensíveis, cujo apropriação indevido pode afectar o funcionamento de uma organização. A segurança de um sistema não é só uma preocupação dos administradores desses sistemas, mas também de todos os seus utilizadores em geral.

Não é possível garantir que um sistema seja 100% seguro, quando este se encontra ligado à Internet. A razão da existência das políticas de segurança é a de aumentarem a protecção de dados e serviços de uma organização.

Phaltankar [Phaltankar 2000] considera que deve ser efectuada uma gestão dos riscos de segurança de forma cíclica. A manutenção da segurança é um processo contínuo que apresenta desafios constantes, induzidas pelas mudanças verificadas nos contextos organizacionais. Sempre que um novo sistema é implementado ou é adicionada uma nova componente de *software*, existe um risco potencial de novas ameaças.

O ciclo de análise do risco de segurança encontra-se representado na Figura 4.8, onde é possível verificar que cada nova instalação de *software* ou alteração do existente cria um novo ciclo de análise do risco, definição de políticas de segurança, aplicação dessas políticas e a verificação do seu cumprimento.

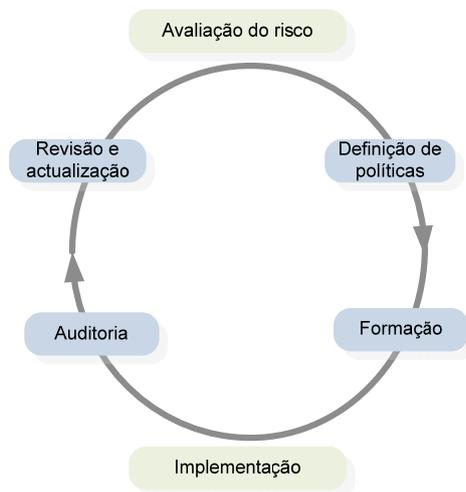


Figura 4.8 - Ciclo de gestão do risco de segurança [Phaltankar 2000]

Para a definição de uma política de segurança de uma Intranet é necessário implementar um conjunto de procedimentos baseados nos princípios da confidencialidade, integridade e disponibilidade da informação, sendo a quebra de qualquer um destes fundamentos um grande risco para a utilização do sistema.

Na definição de uma qualquer política de segurança devem ser, em primeiro lugar, identificados os recursos a proteger e qual o nível de protecção que deve ser dado. Isso passa por atribuir níveis de autenticação com perfis diferenciados, tendo acesso aos recursos só os utilizadores que cumprem determinado perfil.

Ao nível das tecnologias de segurança existem várias, das quais se destacam o LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*) para autenticação e o SSL (*Secure Sockets Layer*) para segurança das comunicações. Para aumentar o nível de protecção dos sistemas deve ser implementado serviços de filtragem do tráfego, como por exemplo *firewalls*, sistemas de detecção de intrusão, ligações remotas por rede privada virtual (*Virtual Private Network* - VPN) ou a protecção de redes mais sensíveis com a utilização de VLANs (*Virtual Local Area Networks*).

#### 4.4.5. Hardware e Implementação

Para a implementação de uma Intranet é necessário especificar os requisitos de *hardware* que vão sustentar as restrições a impor ao nível da instalação e manutenção.

Ao nível do *hardware*, a escolha do equipamento está directamente relacionada com a arquitectura escolhida para a Intranet e com os requisitos de fiabilidade e segurança a adoptar. Numa arquitectura de N camadas, em que existe uma separação entre o cliente, as aplicações e os dados, os investimentos ao nível de *hardware* são feitos tipicamente em servidores e sistemas de segurança.

As características dos servidores devem estar de acordo com os requisitos impostos ao nível do desempenho, nomeadamente o número de utilizadores ligados em simultâneo e o número médio de páginas diárias acedidas. Deve ser efectuada uma estimativa da memória necessária para cada utilizador ligado, atendendo às especificidades do sistema operativo, bases de dados e servidor Web. A escolha do processador e sistema de armazenamento deverá estar também relacionado com os requisitos de desempenho desejados.

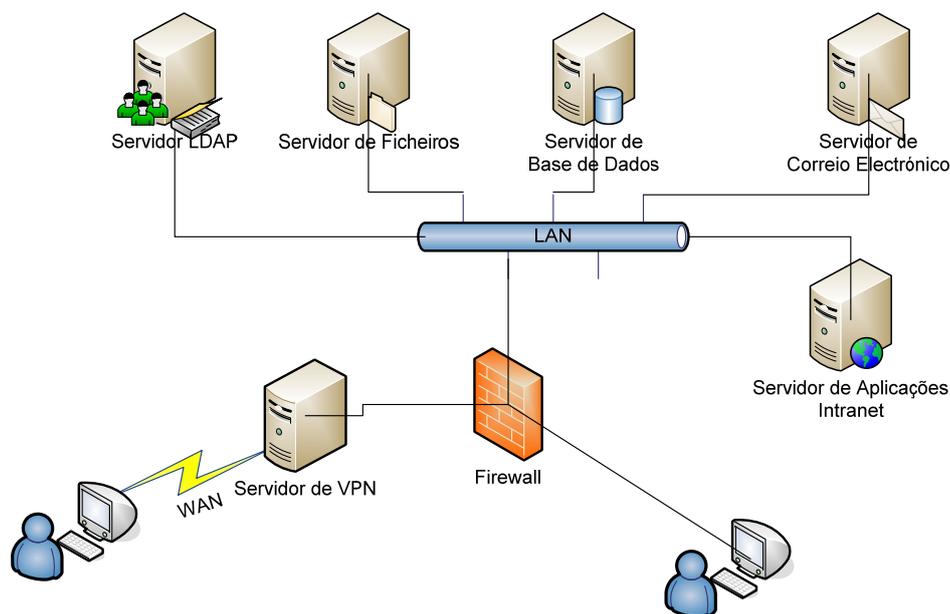


Figura 4.9 - Arquitectura típica de um sistema de informação

Numa organização de média dimensão é aconselhável pelo menos possuir servidores de autenticação LDAP, ficheiros, bases de dados, correio electrónico, VPN e Web (Figura 4.9).

A segurança deve ser um factor central na especificação da arquitectura, tendo em conta que com o crescimento da Intranet mais dados vão estar disponíveis, o que aumenta a preocupação de todos os utilizadores e administradores relativamente à sua segurança.

## 4.5. Arquitectura Geral

A definição da arquitectura geral de uma Intranet consiste na definição da sua estrutura organizacional, as tecnologias que a irá suportar e quais as ferramentas que vai disponibilizar.

As Intranets educacionais são sistemas integrados de gestão destinados a instituições de ensino. Kamthan [Kamthan 1998] define Intranet educacional como a implementação de tecnologias Intranet em instituições de ensino, tais como escolas, faculdades ou universidades.

Antes de se iniciar o processo de implementação de uma Intranet educacional é necessário que a instituição tenha uma motivação para o fazer, sendo considerado por Kamthan [Kamthan 1998] que as Intranets são mais úteis a instituições com as seguintes características:

- encontram-se geograficamente dispersas;
- partilham pontos de vista e objectivos comuns ao nível educativo;
- têm necessidades comuns de informação e de comunicação;
- valorizam a colaboração;
- estão fortemente preocupadas com a segurança e privacidade da informação.

A necessidade de uma instituição de ensino ter uma Intranet está relacionada com a sua dimensão. Quanto maior for o número de escolas ou faculdades maiores vantagens apresenta uma Intranet para a gestão e colaboração. Se a instituição de ensino possui unidades dispersas, como escolas, faculdades, ou serviços, uma Intranet ajuda a criar um ambiente colaborativo e uma maior unidade dentro da instituição.

As instituições de ensino superior estão actualmente confrontadas com grandes desafios, dos quais se destacam:

- a implementação do Processo de Bolonha, e todas as consequências que daí advém ao nível da mudança dos processos educativos e administrativos;
- a globalização da educação, passando a concorrência na captação de alunos a ser internacional;
- a diminuição do número de alunos por questões demográficas e de abandono prematuro dos níveis de ensino pré-universitário;
- a mudança para um paradigma de formação ao longo da vida;
- a diminuição dos níveis de financiamento;
- a exigência de qualidade no ensino e na investigação ao nível internacional.

Para dar resposta a estes desafios, segundo Pires e Alves [Pires e Alves 2002], as instituições de ensino superior devem possuir uma visão estratégica que deve assentar em quatro vectores fundamentais: qualidade, utilidade, notoriedade e competitividade (Figura 4.10).

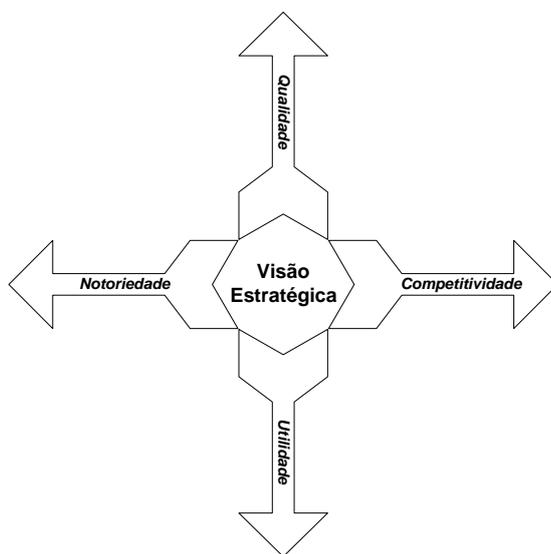


Figura 4.10 - Vectores do ensino superior [Pires e Alves 2002]

A qualidade deverá traduzir-se no reconhecimento pelo mercado de trabalho de uma série de competências científicas e profissionais dos licenciados, recursos humanos,

nomeadamente corpo docente, e os meios logísticos disponibilizados sobretudo no que se refere à realização de trabalhos experimentais.

A vertente da competitividade assume no actual contexto duas variantes: a competitividade a montante do processo formativo, consistindo na captação dos melhores alunos à saída do secundário, o que certamente dará maiores garantias de sucesso, e a competitividade a jusante do processo formativo que reclama uma maior interacção da escola com o tecido empresarial, no sentido de aumentar o índice de empregabilidade dos seus formados.

O vector da utilidade, chama à atenção para a necessidade da escola abrir as suas portas à comunidade envolvente no sentido de através da prestação de serviços, desenvolvimento de projectos e cedência de *know-how* e tecnologia demonstre as suas valências enquanto actor formativo.

A notoriedade confunde-se com a imagem de marca da instituição e reclama para si a demonstração da componente científica do seu corpo docente, que se pode traduzir na obtenção de graus académicos, nomeadamente mestrados e doutoramentos.

De acordo com os mesmos autores a implementação dos vectores estratégicos de uma instituição de ensino superior passa pelo esforço em flexibilizar as estruturas organizativas e, ao mesmo tempo, dotá-las com sistemas de informação com elevado nível de funcionalidade.

Desta forma, as Intranets devem fazer parte integrante dos sistemas de informação das instituições. As Intranets só podem ser eficazes se os sistemas de informação estiverem bem desenhados, garantindo o acesso à informação às pessoas que a necessitam e no momento que necessitam.

A especificação de uma arquitectura para Intranets educacionais é, assim, um processo que envolve a identificação das componentes fundamentais de um sistema de informação de uma instituição de ensino superior, ao nível da sua própria arquitectura, dos recursos e da sua utilização.

#### **4.5.1. Tipos de Arquitectura**

Segundo Amaral [Amaral 1994], o desenvolvimento do sistema de informação de uma organização deve resultar de uma reflexão sobre o papel que ele deve desempenhar na

organização, bem como sobre o processo e os recursos envolvidos na sua construção. Para o planeamento de um sistema de informação (SI), o autor apresenta três aspectos nucleares:

- Utilização - Aspectos funcionais do SI. Papel do SI na concepção e suporte da actividade da organização.
- Recursos - Aspectos tecnológicos, fundamentalmente relacionados com Tecnologias de Informação (TI) e operacionais do SI. Papel das TI na concepção e suporte do SI.
- Arquitectura - Aspectos estruturais, tecnológicos e funcionais do SI.

O SI tem um papel fundamental no suporte à organização ao passo que as TI complementam o sistema colocando a tecnologia ao serviço da organização. Segundo Pires, o SI enfatiza a noção de processo ao passo que as TI referem a vertente tecnológica [Pires 2001].

A arquitectura de uma Intranet é uma peça nuclear que condiciona também a utilização e os recursos do sistema de informação. Existem diversas definições para arquitectura de *software*. Booch [Booch, *et al.* 1999] define arquitectura como um conjunto de decisões significativas acerca da organização de sistemas de *software*. Para Bass [Bass e Kazman 1997]., uma arquitectura de *software* é uma organização das estruturas do sistema, a qual é constituída por componentes de *software*, indicando as propriedades desses elementos e a relação entre eles.

Deste modo, uma arquitectura de uma Intranet indica a regras e os procedimentos para o seu desenho e implementação, incluindo um conjunto de requisitos de desenvolvimento. A arquitectura deve ser composta por vários pontos de vista tais como: análise de requisitos, desenho, implementação e testes.

Os principais requisitos de uma Intranet, que incluem a usabilidade, o desempenho, a fiabilidade, a segurança, o *hardware* e a implementação, foram abordados no início do capítulo. Estes requisitos devem ser definidos no processo inicial de especificação da arquitectura, devido a estes condicionarem o seu desenho.

Conallen [Conallen 2002] refere que o desenho de uma arquitectura descreve o sistema e os diversos processos, assim como as diversas componentes internas e externas que a compõe. Para desenhar a arquitectura é necessário identificar as diversas actividades que constituem o processo de desenho, das quais o autor destaca:

- desenhar os casos de uso e os requisitos da arquitectura;

- definir e documentar a arquitectura candidata, e implementar e avaliar protótipos que validem a arquitectura;
- definir uma estratégia de reutilização.

Os diagramas de casos de uso da linguagem UML permitem identificar as actividades, representando o comportamento dinâmico da Intranet. Através dos casos de uso é possível identificar os requisitos da Intranet e avaliar heurísticamente algumas das soluções que se pretendem implementar.

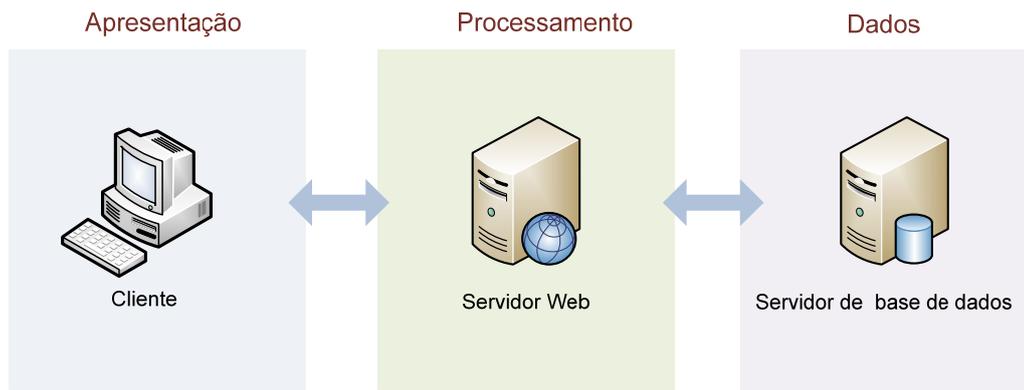
Após a identificação das funcionalidades da Intranet, o passo seguinte consiste em validar na prática algumas das funcionalidades desenhadas nos diagramas de casos de usos, para verificar se são exequíveis. A melhor forma de validar essas funcionalidades é através do desenvolvimento de protótipos que implementam determinada componente da Intranet. Através da avaliação do protótipo, com utilizadores reais, é possível verificar se determinada funcionalidade é viável de ser implementada.

Finalmente deve ser definida uma estratégia de reutilização do código, de forma a reduzir o tempo de desenvolvimento e tornar mais efectiva a manutenção e a evolução futura da Intranet.

A escolha do tipo de arquitectura é uma missão muito importante, porque no caso de esta não ser robusta e consensual, é um grande motivo para que o projecto falhe. Segundo Booch [Booch 2001], uma arquitectura é um conjunto de decisões acerca da organização do sistema de *software*, que inclui a selecção dos elementos estruturais que compõe o sistema e das respectivas interfaces, o comportamento e a colaboração entre esses elementos e a definição de uma arquitectura que sirva a organização.

As primeiras Intranets assentavam numa arquitectura típica cliente/servidor, também designada de duas camadas. Neste tipo de arquitectura, a interface com o sistema está localizada no computador do utilizador e os dados encontram-se armazenados no servidor.

Tendo em consideração a diversidade de aplicações de uma organização, uma arquitectura de duas camadas apresenta a grande desvantagem de não facilitar a interoperabilidade entre as diversas aplicações. Para resolver este problema surgiu a arquitectura de três camadas em que existe uma separação entre o processamento e os dados (Figura 4.11).



**Figura 4.11 - Arquitectura de três camadas**

Numa arquitectura de três camadas, o desempenho do sistema aumenta devido a uma separação entre o processamento de páginas Web e a gestão dos dados, o que permite ao servidor Web atender mais pedidos em simultâneo.

Apesar da arquitectura de três camadas permitir um acesso aos dados independente do fornecedor das aplicações, a interoperabilidade entre as diversas aplicações não é normalmente considerada pelos diversos fornecedores.

A mudança do paradigma baseado nas aplicações, em que existe uma vinculação da camada de apresentação com a camada de negócio, para um paradigma baseado em serviços, veio ultrapassar muitos dos problemas de integração das aplicações.

As arquitecturas orientadas a serviços (SOA) são actualmente reconhecidas pela sua importância em projectos de tecnologias de informação. O paradigma do desenvolvimento orientado a serviços aumenta a reutilização, diminui custos e permite uma resposta mais rápida às necessidades de evolução constante das tecnologias e dos sistemas de informação de uma organização.

As principais vantagens que as arquitecturas SOA apresentam são [Newcomer e Lomow 2004]:

- rapidez na integração de aplicações;
- processos de negócio automatizados;
- múltiplos canais de acesso a aplicações, incluindo fixos e móveis.

Uma arquitectura orientada a serviços é baseada normalmente na tecnologia de *Web Services*, podendo no entanto usar outras tecnologias como por exemplo o CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*). Os *Web Services* são componentes que

permitem enviar e receber dados no formato XML. Os dados transferidos no formato XML, são encapsulados pelo protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) que funciona sobre o protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*).

Para a descrição dos serviços Web é usada a linguagem WSDL (*Web Service Definition Language*), também baseada em XML, que permite a descrição das operações, mensagens e parâmetros.

Os *Web Services*, tal como os sítios Web, necessitam de ser localizados para poderem ser utilizados. Para a localização de *Web Services* existe o protocolo UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*) que permite a organização e o seu registo, possibilitando aos consumidores de *Web Services* encontrar os respectivos fornecedores.

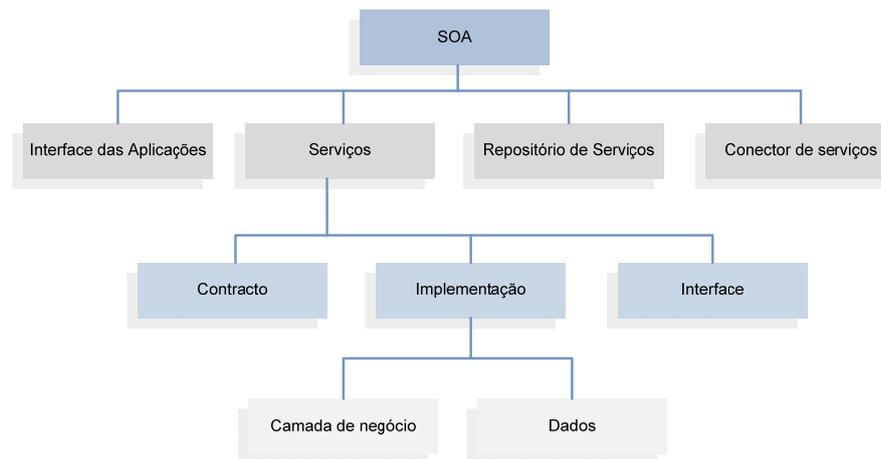
No contexto de uma arquitectura SOA, um serviço consiste num contrato que contém os termos em que é prestado, constituído por uma ou mais interfaces e na sua implementação. Uma arquitectura SOA é constituída pela interface da aplicação (*front-end*), o serviço, o repositório de serviços e o canal de comunicação.

Os princípios orientadores de uma arquitectura SOA são [Balzer 2004]:

- reutilização, granularidade, modularidade, facilidade de agregação e de organização em componentes;
- em conformidade com as normas;
- identificação e categorização de serviços, disponibilização, monitorização e localização.

A partir destes princípios Balzer [Balzer 2004] considera que o encapsulamento, a separação da lógica de negócio da tecnologia que está subjacente, a implementação única e acesso universal potencia os recursos existentes numa organização criando novas oportunidades de negócio.

Segundo Krafzig [Krafzig, *et al.* 2005], as principais componentes de uma arquitectura SOA (Figura 4.12) são a interface das aplicações, o repositório de serviços, o conector de serviços, o contrato para fornecer o serviço, a interface do serviço, a camada de negócio e os dados.



**Figura 4.12 - Elementos de uma arquitectura SOA [Krafzig, et al. 2005]**

As arquitecturas orientadas a serviços apresentam, assim, diversas vantagens para o desenvolvimento de Intranets, possibilitando a autonomia, distribuição de serviços, partilha de recursos e independência tecnológica. Estes princípios são também alguns dos objectivos da Intranets que incluem o acesso à informação, a descentralização e a comunicação.

#### **4.5.2. Modelo Conceptual da Arquitectura**

Em instituições de ensino superior a adopção de Intranets implica uma visão estratégica das áreas essenciais de uma instituição de ensino superior que são o ensino, a investigação, os serviços e o apoio à comunidade.

A visão estratégica de uma instituição de ensino superior preconizada por Pires [Pires e Alves 2002], que engloba os vectores da qualidade, notoriedade, competitividade e utilidade, pode assim ser vista de uma forma integrada com as áreas de ensino, investigação, serviços e de apoio à comunidade (Figura 4.13).



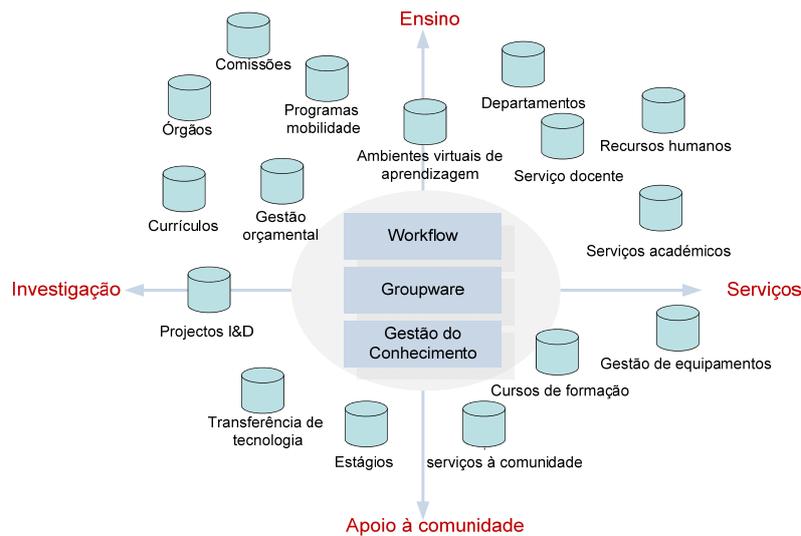
**Figura 4.13 – Vetores estratégicos do ensino superior [Pires e Alves 2002]**

Desta forma, uma arquitectura de uma Intranet educacional deve reflectir estes quatro vetores e potenciar a inovação e a qualidade, através de uma gestão mais eficiente, do acesso à informação e da facilitação da comunicação e da colaboração.

As tecnologias sobre Intranets educacionais apresentadas no capítulo 2, que incluíam a integração de aplicações, ferramentas de *groupware*, gestão de *workflow* e do conhecimento, são componentes que sustentam a qualidade, notoriedade, utilidade e competitividade de uma instituição de ensino superior.

A quantidade das aplicações existentes nas instituições de ensino superior é muito diversa, existindo aplicações para gestão académica, científica e para os variados serviços. Esta diversidade de aplicações, que normalmente possuem interfaces, bases de dados e camadas de negócio diferentes, criam grandes problemas ao nível da integração (Figura 4.14)

No núcleo do sistema de informação de uma instituição devem ser colocadas aplicações transversais de comunicação, gestão de processos e de gestão do conhecimento que potenciem a eficiência e a integração das componentes fundamentais de uma instituição que são o ensino, investigação, os serviços e o apoio à comunidade.



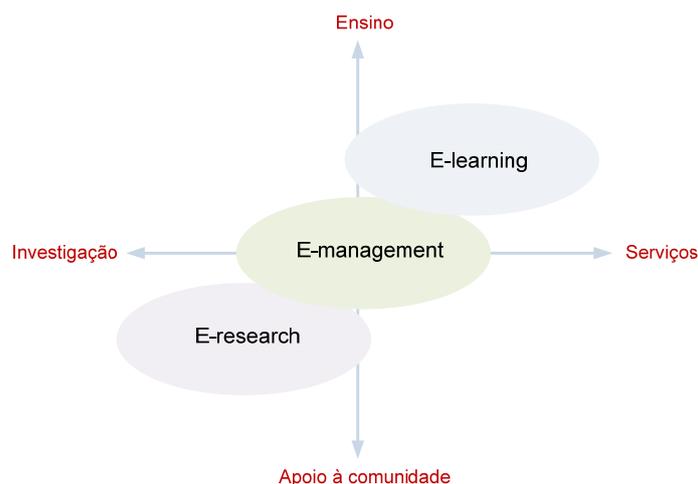
**Figura 4.14 - Aplicações de uma instituição de ensino superior**

Para tornar eficiente a gestão do *workflow*, o *groupware* e a gestão do conhecimento é necessário disponibilizar um ambiente integrado centrado no utilizador, que permita o acesso a toda a informação e recursos sem limitações de espaço e tempo.

Para a integração das aplicações numa Intranet educacional ser feita de uma forma mais eficiente é necessário adoptar uma arquitectura orientada a serviços. Com a adopção de uma arquitectura orientada a serviços, as aplicações que possuem interfaces diferentes podem ser integradas num único ambiente devido à separação e à independência das camadas de dados e de negócio.

### 4.5.3. Componentes Funcionais

Dentro dos vectores fundamentais de uma instituição de ensino superior: ensino investigação, serviços e apoio à comunidade, estas podem ser concentradas ao nível de arquitectura em três áreas fundamentais: *e-learning*, *e-management* e *e-research*.



**Figura 4.15 - Componentes fundamentais de uma Intranet educacional**

A componente de *e-learning* pode ser especificada com base nos níveis de granularidade apresentados por Horton [Horton 2003] que incluem o currículo, curso, aula, página e recurso multimédia.

Ao nível do desenvolvimento, os sistemas de gestão da aprendizagem actuais só permitem o desenvolvimento de currículos, através da oferta de cursos, inscrições dos alunos e ferramentas de comunicação. A edição de conteúdos é normalmente efectuada por ferramentas de autoria locais que são depois transferidos para o sistema de gestão de conteúdos.

Apesar das ferramentas existentes para a criação de conteúdos serem bastantes intuitivas, os conteúdos normalmente produzidos são pouco interactivos, suscitando pouco interesse pela aprendizagem. Para mudar este cenário é necessário a criação de ambientes de aprendizagem colaborativos e centrados no aluno, que promovam a aprendizagem quer de forma individual quer em grupo.

Neste âmbito, a preocupação pelos contextos de aprendizagem deve estar em igual plano em relação aos conteúdos, no processo de especificação da plataforma. A transformação dos conteúdos (informação) em conhecimento deve-se fundamentalmente ao envolvimento dos alunos em actividades de aprendizagem.

Num estudo efectuada pela Comissão Europeia [Comissão Europeia 2003], a maioria dos inquiridos refere que a aprendizagem ao longo da vida é mais proveitosa em contextos informais como a casa, o trabalho e bibliotecas do que em escolas ou universidades. No entanto, é referido que a aprendizagem a distância é uma das formas menos procuradas pelos Europeus para a aprendizagem ao longo da vida.

Para implementar uma estratégia de *e-learning* é necessário ter em conta que o objectivo último do *e-learning* não é a distribuição pura e simples de conteúdos, mas sim a aprendizagem efectiva e que só pode ser atingida com conteúdos mais ricos e com um suporte efectivo da aprendizagem.

O suporte ao processo de aprendizagem poderá ser feito com base em agentes tutor, que através da metodologia de raciocínio baseado em casos, adapta o ambiente de aprendizagem às necessidades do aluno.

Para que o processo de aprendizagem seja centrado no aluno é necessário que todo o planeamento pedagógico seja baseado em actividades de aprendizagem. O modelo proposto para a arquitectura é baseado no IMS *Learning Design*. O IMS *Learning Design* [IMS 2003] é uma especificação que suporta o desenho de qualquer contexto de aprendizagem baseado em actividades de aprendizagem, usando qualquer metodologia pedagógica.

As principais componentes do *Learning Design* (capítulo 2, página 87) são as seguintes:

- Unidade de aprendizagem (*unit of learning*)
- Objectivos da aprendizagem (*learning objectives*)
- Pré-requisitos (*prerequisites*)
- Componentes (*components*)
- Função (*roles*)
- Propriedades (*properties*)
- Actividades (*activities*)
- Ambiente (*environment*)
- Objecto de aprendizagem (*learning object*)
- Serviços (*services*)
- Métodos (*method*)
- Actos (*acts*)
- Execuções (*plays*)
- Condições (*conditions*)

As unidades de aprendizagem são o elemento base de granularidade do *Learning Design* que podem incluir um curso, módulo ou lição. Para cada unidade de aprendizagem podem ser definidos pré-requisitos e objectivos, o que permite fazer uma associação com os novos planos de estudo segundo o modelo de Bolonha.

O *Learning Design* usa como metáfora o teatro para suportar a forma de organização baseada em actividades de aprendizagem [Unfold Project 2006]. A filosofia do *Learning Design* está relacionada com os trabalhos de Oliver [Oliver e Herrington 2001], que considera que a aprendizagem baseada em tecnologias de informação e comunicação (TIC) contém como elementos principais os conteúdos ou recursos com os quais os alunos interagem, as tarefas ou actividades que é necessário que os alunos desempenhem e os mecanismos de suporte que permitem que os alunos se envolvam nas tarefas e que atinjam os objectivos propostos (Figura 4.16).

A flexibilidade da especificação do *Learning Design* encontra-se na atribuição de recursos e papéis aos diversos intervenientes em tempo de execução, ou seja com base no desempenho dos actores os papéis podem mudar.

O modelo dinâmico é baseado em métodos (*Method*), os quais são constituídos por execuções (*Plays*) subdivididos em actos (*Acts*). Esta estrutura permite por exemplo subdividir um determinado projecto em várias etapas, e para cada uma atribuir “papéis” diferentes aos alunos e recursos diferentes.

Cada acto é ligado dinamicamente às funções (*Role*) através das *Role-parts*, as quais definem o “papel” que cada interveniente (instrutor, aluno ou pessoal de suporte) tem para cada acto.

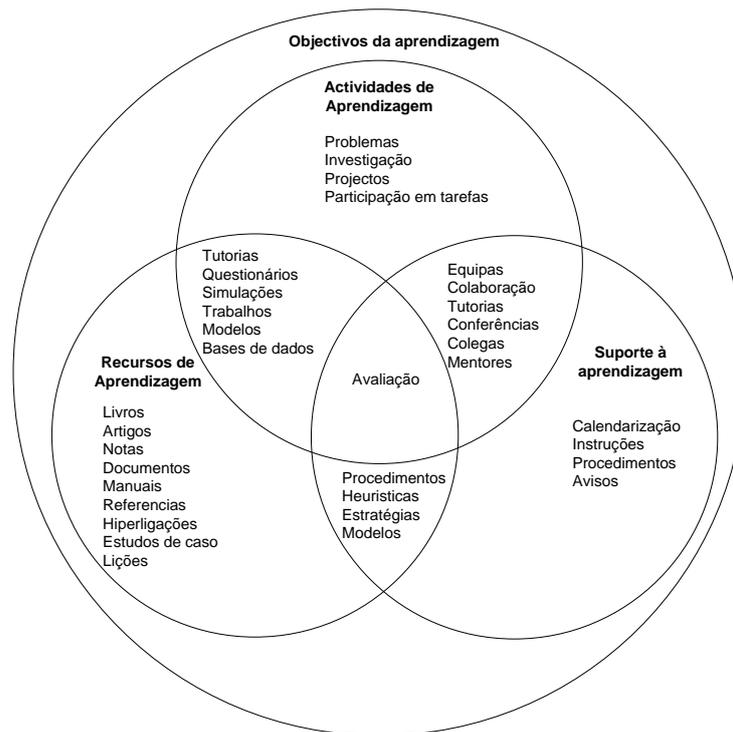


Figura 4.16 - Componentes do *Learning Design* [Oliver e Herrington 2001]

Os métodos (*Method*) representam a parte dinâmica do *Learning Design*, nomeadamente o número de actos (*Acts*) que contém cada execução (*Play*) e qual o papel (*Role-part*) do aluno em cada uma das execuções. Os papéis indicam a função dos intervenientes no processo e são dinamicamente associadas aos actos e às actividades (*activities*). As actividades são desempenhadas em determinado ambiente (*environments*) que pode ser um plataforma de *e-learning* ou uma sala de aulas (Figura 4.17).

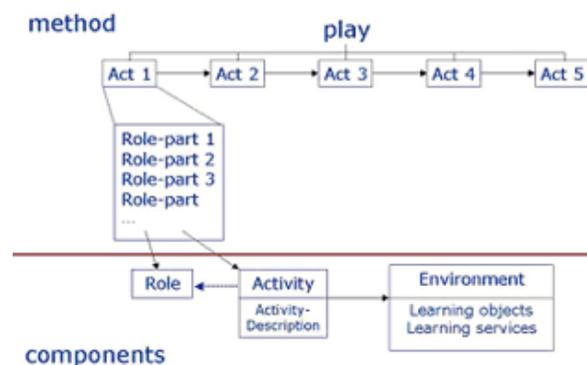


Figura 4.17 - Diagrama de um *Play* [Unfold Project 2006]

Esta associação dinâmica é a principal inovação do *Learning Design* em relação às abordagens baseadas unicamente nos conteúdos, pois permite a personalização do ensino e o seu uso independentemente da metodologia pedagógica e da forma de distribuição (a distância, presencial ou *blended-learning*).

Em analogia com o modelo de Oliver e Herrington, pode-se verificar que o *Learning Design* cobre muitos dos requisitos deste modelo, devido a estar baseado em objectivos de aprendizagem, recursos de aprendizagem (componente estática), actividades de aprendizagem e suporte à aprendizagem (componente dinâmica). Deste modo, é possível descrever vários cenários de aprendizagem que incluem alunos ou grupos de alunos que podem desempenhar diversas funções no processo de aprendizagem e dinamicamente atribuir recursos ou serviços de suporte.

Nas normas mais orientadas para os conteúdos, como por exemplo o SCORM, encontra-se subjacente que a aprendizagem só é atingida através da interacção com os objectos de aprendizagem. No *Learning Design* é considerada além da relação do aluno com os conteúdos, também a relação do aluno com grupos de alunos, com as pessoas que dão suporte e ainda com os recursos de aprendizagem (não somente os conteúdos, mas igualmente as ferramentas e os objectos do mundo real).

Apesar de o *e-learning* ter tido um grande destaque nos últimos anos nas instituições de ensino superior, o facto é que para uma instituição de ensino superior oferecer cursos de *e-learning* de qualidade é necessário possuir uma eficiente gestão administrativa. O sistema de informação da instituição pode ser dividido em aplicações de *backoffice*, que efectuem toda a gestão académica e organizacional, e as aplicações de *frontoffice*, que disponibilizam serviços ao “cliente” tais como o *e-learning* e os portais que prestam apoio à investigação e à comunidade.

A gestão organizacional inclui a gestão de processos e de recursos, possibilitando uma maior eficiência na gestão de uma instituição. Todos os processos de gestão com suporte tecnológico são designados de *e-management*. O *e-management* inclui tecnologias como o *workflow*, gestão de processos de negócio (*Business Process Modeling*), planeamento de recursos empresariais (*Enterprise Resource Planning*), sistema de informação de gestão (*Management Information System*), entre outras.

O *e-management* suporta a gestão académica, que é fundamental ao *e-learning*, mas também suporta a gestão de processos administrativos, projectos de investigação e de

recursos humanos. A investigação é fundamentalmente uma actividade colaborativa que envolve pessoas de diversas áreas e, por vezes, geograficamente dispersas.

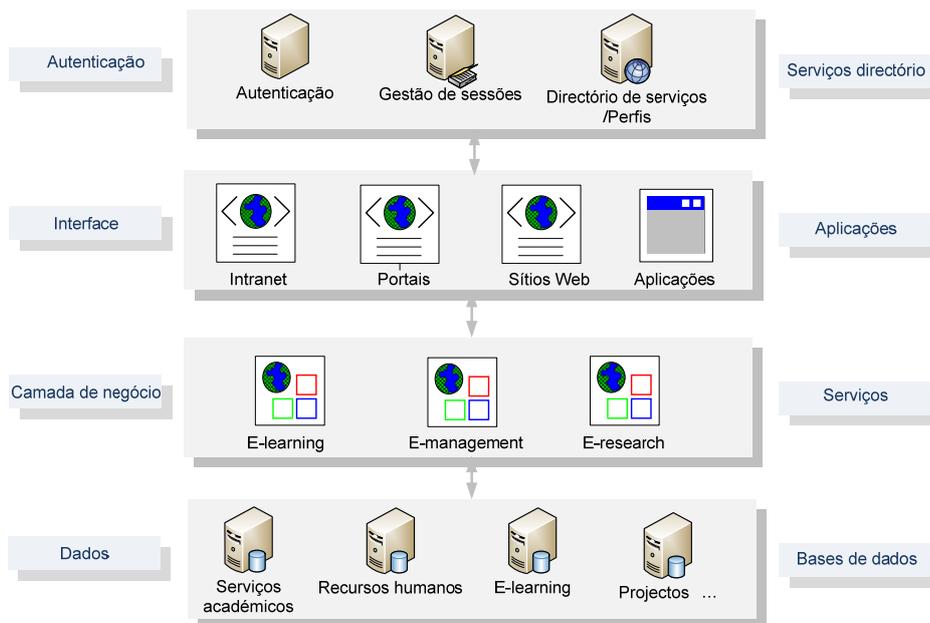
A utilização das TIC no apoio à investigação permite uma gestão mais eficiente dos projectos, potenciando a colaboração entre investigadores. A adopção destas tecnologias na investigação proporciona uma investigação sem limitação de espaço e tempo, apoiando o investigador em todo o processo de investigação desde o planeamento, recolha e tratamento de dados até à divulgação de resultados.

A adopção das tecnologias de informação no suporte à investigação é designada de *e-research*. O *e-research* é, a par do *e-learning* e do *e-management*, um vector fundamental para as instituições de ensino superior serem mais competitivas ao nível nacional e internacional. Potencia o estabelecimento de protocolos de colaboração nacionais e internacionais na investigação, traduzindo-se num enriquecimento das instituições e do meio envolvente.

A três componentes base de uma Intranet educacional, integradas numa arquitectura orientada a serviços (Figura 4.18), melhoram a competitividade da instituição tornando a informação mais acessível, suportando uma gestão descentralizada e potencia a colaboração nacional e internacional em projectos de investigação.

Uma arquitectura orientada a serviços é composta pela camada de dados, camada de serviços e camada de apresentação. No caso de uma Intranet educacional é necessário ter também serviços de autenticação centralizados para garantir a persistência das sessões.

Uma das principais características de uma arquitectura orientada a serviços é a separação de cada uma das camadas através do uso de protocolos standard de comunicação. A camada de dados pode incluir bases de dados de diversos fornecedores, disponibilizando o seu acesso aos serviços da camada de negócio. A camada de negócio, por sua vez, faz todo o processamento necessário e disponibiliza a informação à camada de apresentação, que tem o objectivo de mostrar ao utilizador.



**Figura 4.18 - Camadas de uma arquitectura orientada a serviços**

A separação da camada de apresentação da camada de negócio é a principal característica de uma arquitectura orientada a serviços, o que permite, através do uso de padrões, a criação de novas interfaces de aplicações que reúnem serviços já existentes.

#### 4.5.4. Modelo de Casos de Uso

Os diagramas de casos de uso do UML permitem o desenho de alto nível das funcionalidades do sistema, permitindo modelar os processos e os intervenientes em cada um dos processos.

As componentes fundamentais de um diagrama de casos de uso são:

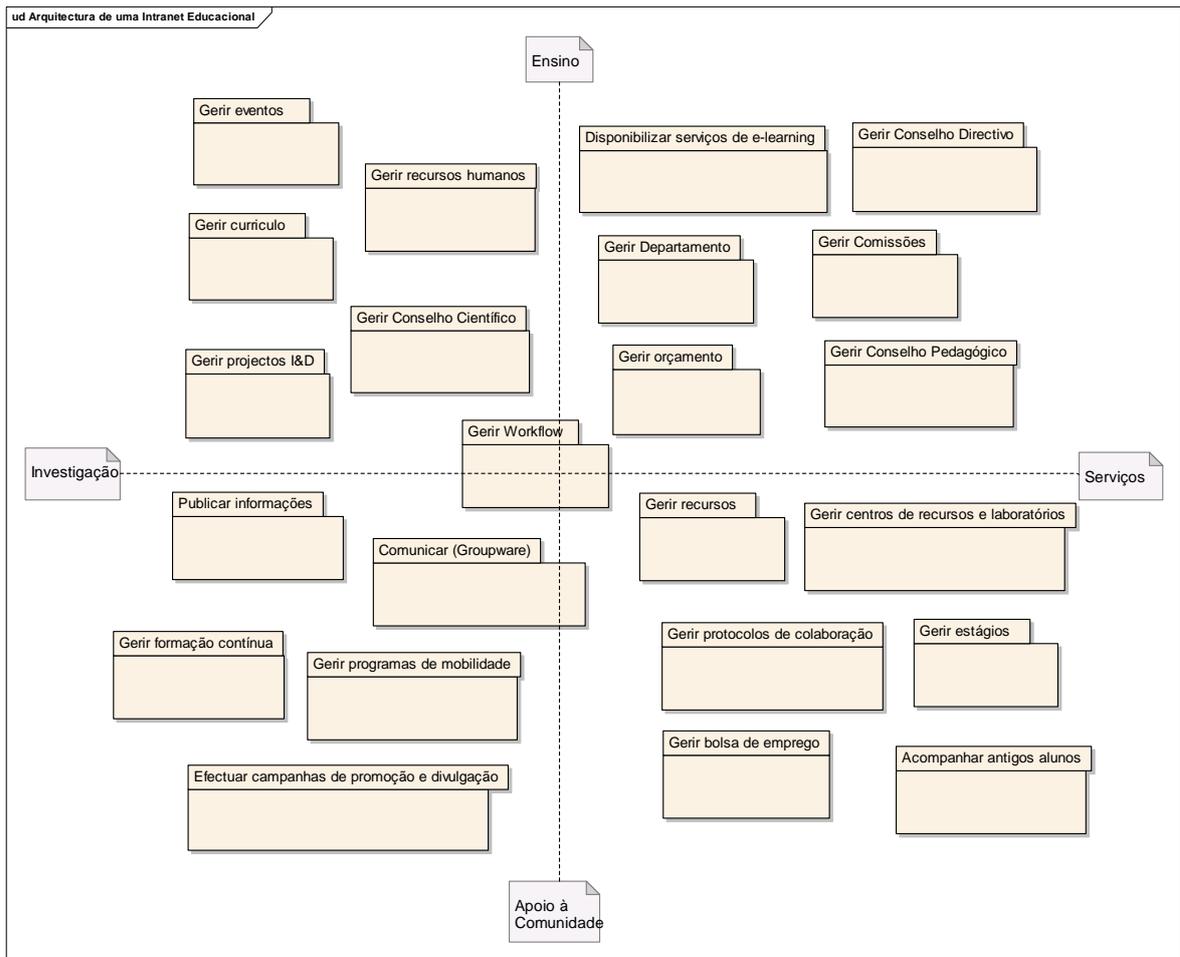
- Caso de uso - Um caso de uso descreve uma sequência de acções que representam algo de valor para um actor. A representação de um caso de uso é feita através de uma elipse.
- Actores - Os actores são pessoas, organizações ou sistemas externos que desempenham uma função ou interacções com o sistema e são representados por um ícone com forma humana.
- Associações - As associações são feitas entre actores e casos de uso. Uma associação existe sempre que um actor está envolvido em alguma interacção descrita num caso de uso. São representadas por linhas que

conectam os actores e os casos de uso, podendo ser terminadas com uma seta que indica a direcção em que foi invocada a relação.

- Pacotes - São elementos opcionais num diagrama de casos de uso, que permitem agrupar os diagramas com base numa determinada funcionalidade do sistema. Um pacote pode conter qualquer tipo de diagramas, incluindo casos de uso e de classes. Os pacotes tem a utilidade, de no caso de os diagramas serem muito extensos e não poderem ser representados numa única página, permitirem a criação de ligações entre as várias páginas.

Numa Intranet educacional que englobe as áreas do *e-learning*, *e-management* e *e-research* a quantidade de casos de uso é de tal forma elevada que seria inviável representá-los todos neste documento. Desta forma, optou-se por representar só os casos de uso principais, apresentando uma ideia global do funcionamento do sistema. As principais componentes da arquitectura de uma Intranet educacional encontram-se representadas na Figura 4.19.

O modelo de casos de uso foi dividido em quatro áreas que correspondem aos vectores fundamentais referidos anteriormente: ensino, investigação, serviços, e apoio à comunidade. As componentes comuns a toda a estrutura organizacional são a gestão do *workflow* e as ferramentas de *groupware*. A gestão dos órgãos directivos, como por exemplo o Conselho Directivo, implica também casos de uso transversais aos diversos quadrantes.



**Figura 4.19 - Componentes da arquitectura da Intranet educacional**

A gestão do *workflow* é uma componente que interage com a grande parte dos actores, na medida em que gere toda a informação interna. Ao não existir legislação que permita a validação de documentos oficiais através de assinaturas digitais, não são consideradas neste modelo a troca de documentos com órgãos ou entidades externas (Figura 4.20).

O actor que desencadeia o processo é uma pessoa da instituição que pode ser docente, funcionário ou aluno. Ao efectuar a informação baseada num modelo, esta é encaminhada para o destinatário que irá dar despacho. O destinatário pode efectuar o reencaminhamento para outro destinatário até que o processo é dado como concluído, sendo depois arquivado pela secretaria. Para garantir a autenticidade dos diversos intervenientes no processo, deve-se usar assinaturas digitais que certificam o documento.

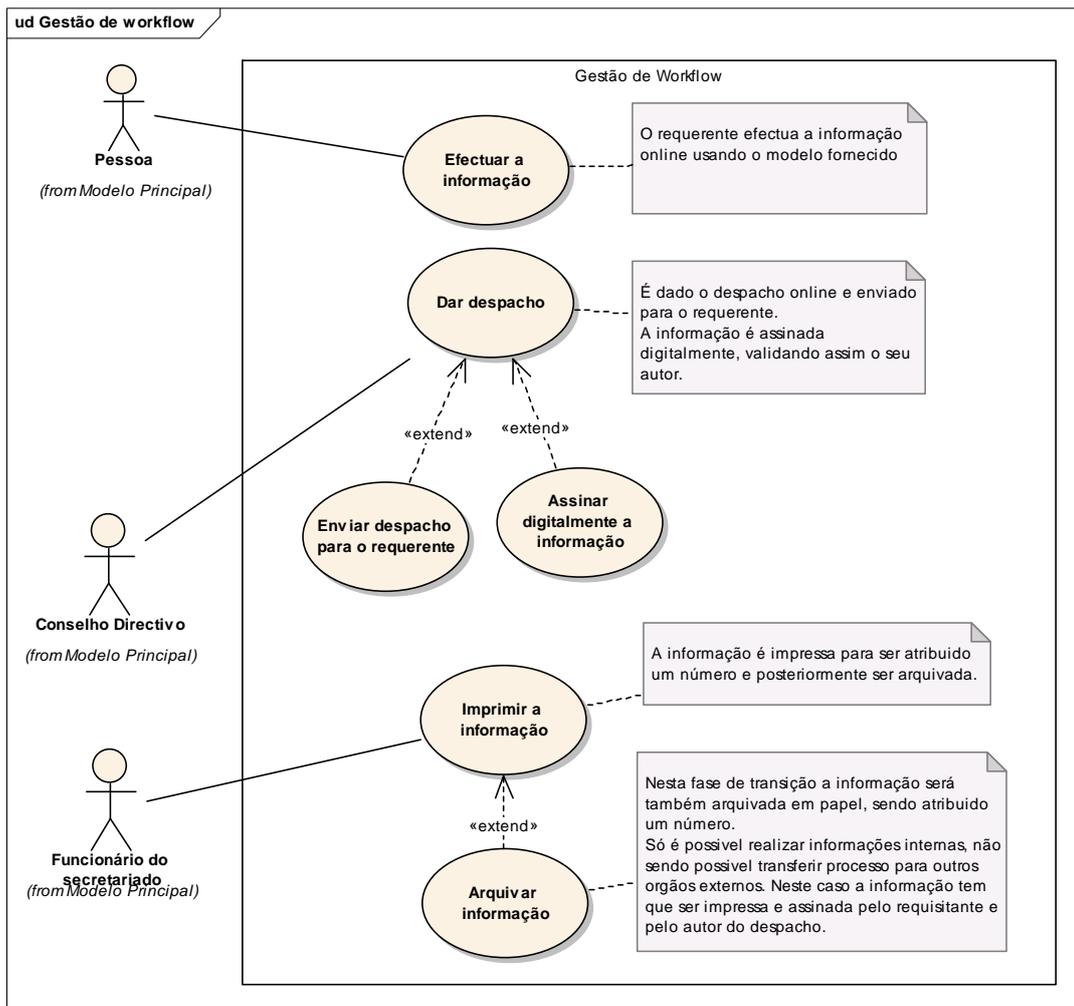


Figura 4.20 - Diagrama de casos de uso da gestão de *workflow*

Os serviços de *groupware* incluem as mensagens instantâneas, os fóruns de discussão, o Chat, voz sobre o protocolo IP e a videoconferência. Os principais casos de uso encontram-se representados na Figura 4.21.

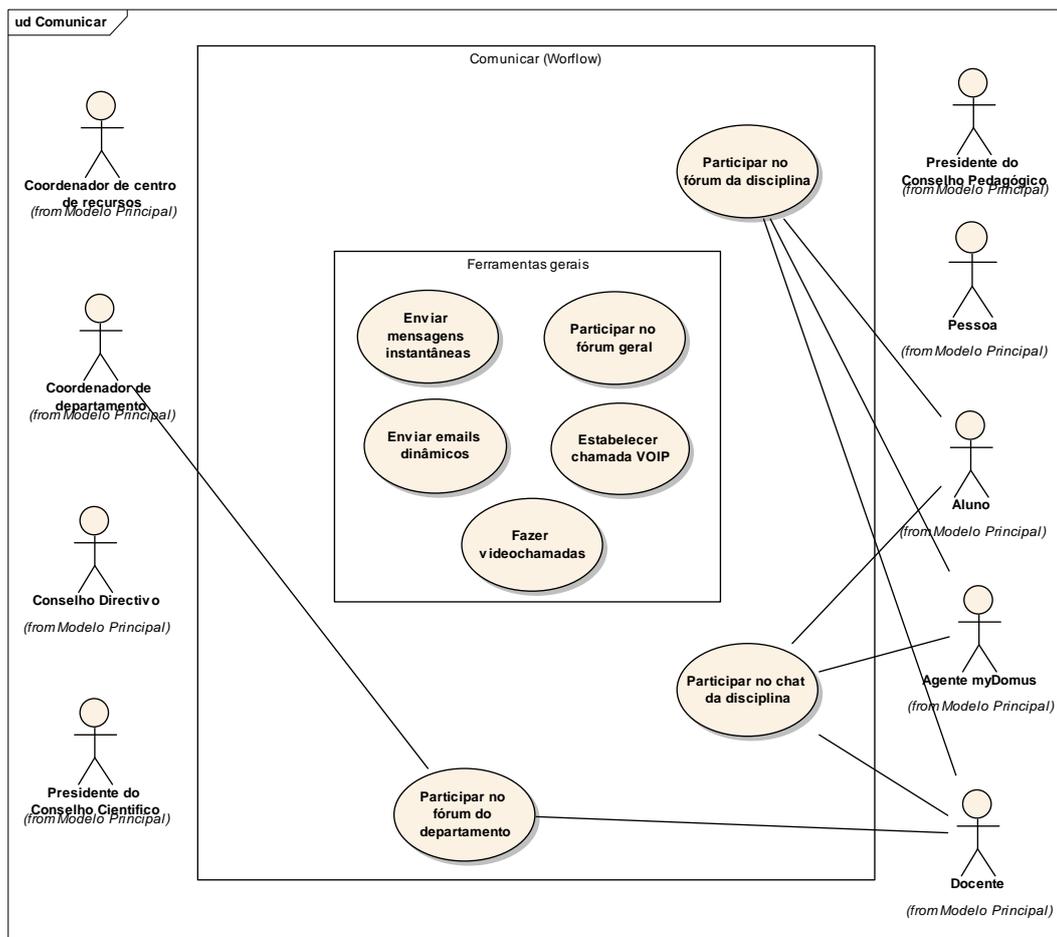
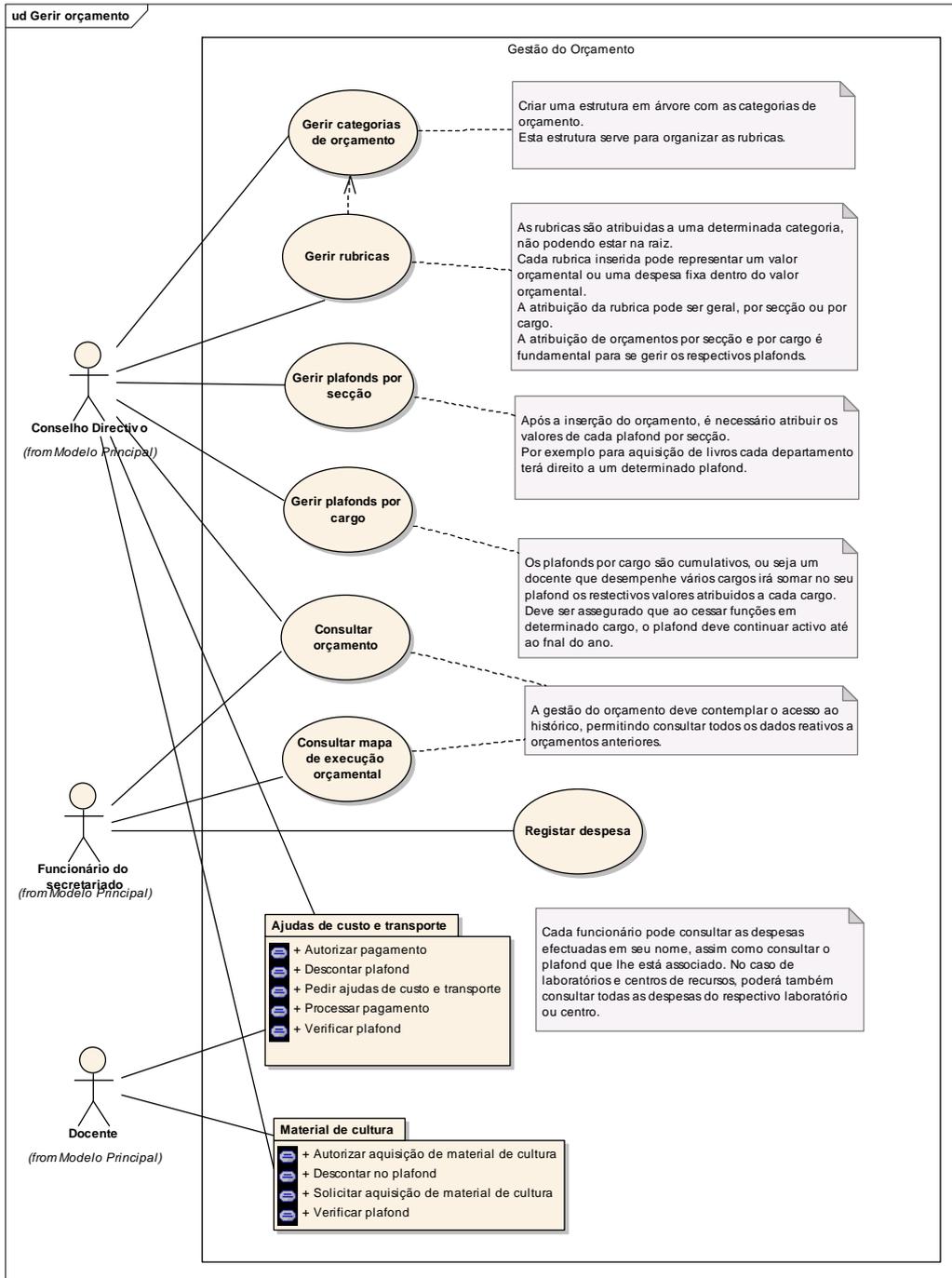
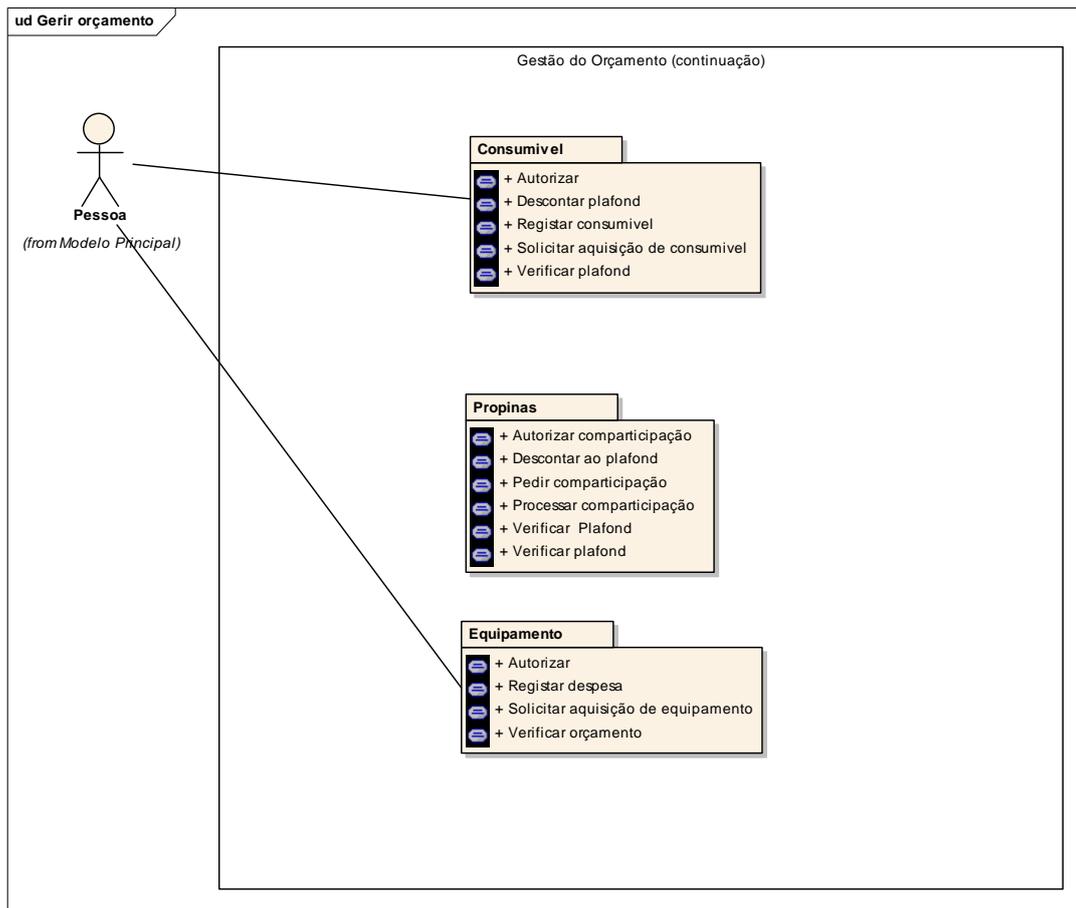


Figura 4.21 - Casos de uso da gestão do *workflow*

A gestão de uma instituição de ensino superior passa também pela gestão financeira, cabendo aos órgãos directivos a definição do orçamento. A gestão orçamental deve ser efectuada centralmente, mas a sua execução deverá ser gerida de forma descentralizada. As Intranets são assim ferramentas adequadas para proceder à gestão orçamental, garantindo uma maior economia de recursos e uma alocação mais eficiente.

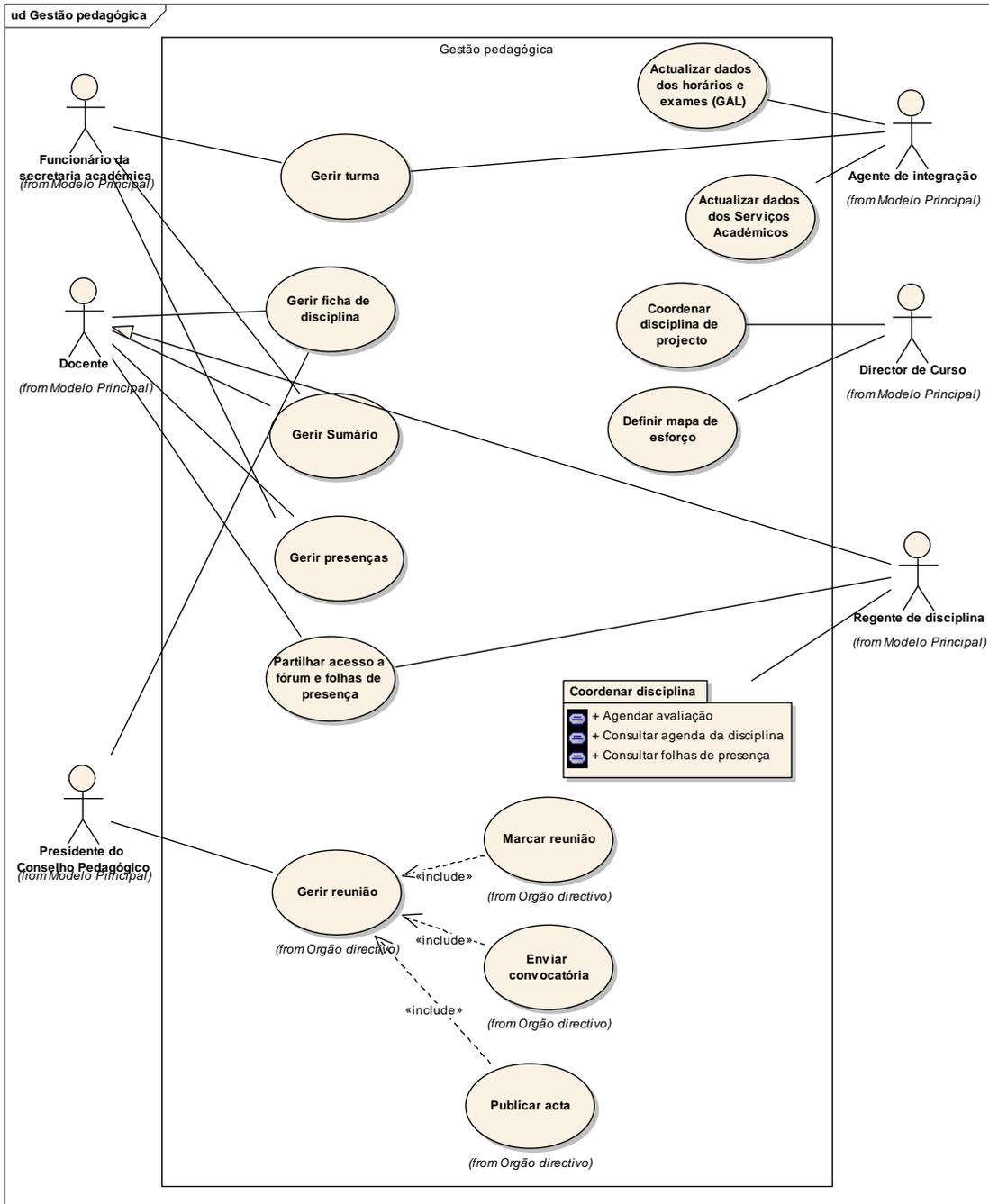
O diagrama de casos de uso inclui a definição das categorias do orçamento, as rubricas e os *plafonds*. Após a definição do orçamento, todas as despesas efectuadas deverão ser registadas na Intranet, disponibilizando toda a informação sobre a execução orçamental aos seus beneficiários. Na Figura 4.22 encontram-se representados os principais casos de uso.





**Figura 4.22 - Gestão orçamental**

Ao nível da gestão pedagógica e do *e-learning*, as principais acções identificadas nos casos de uso são a gestão de sumários, assiduidade, fichas de unidade curricular e coordenação de unidades curriculares (Figura 4.23).



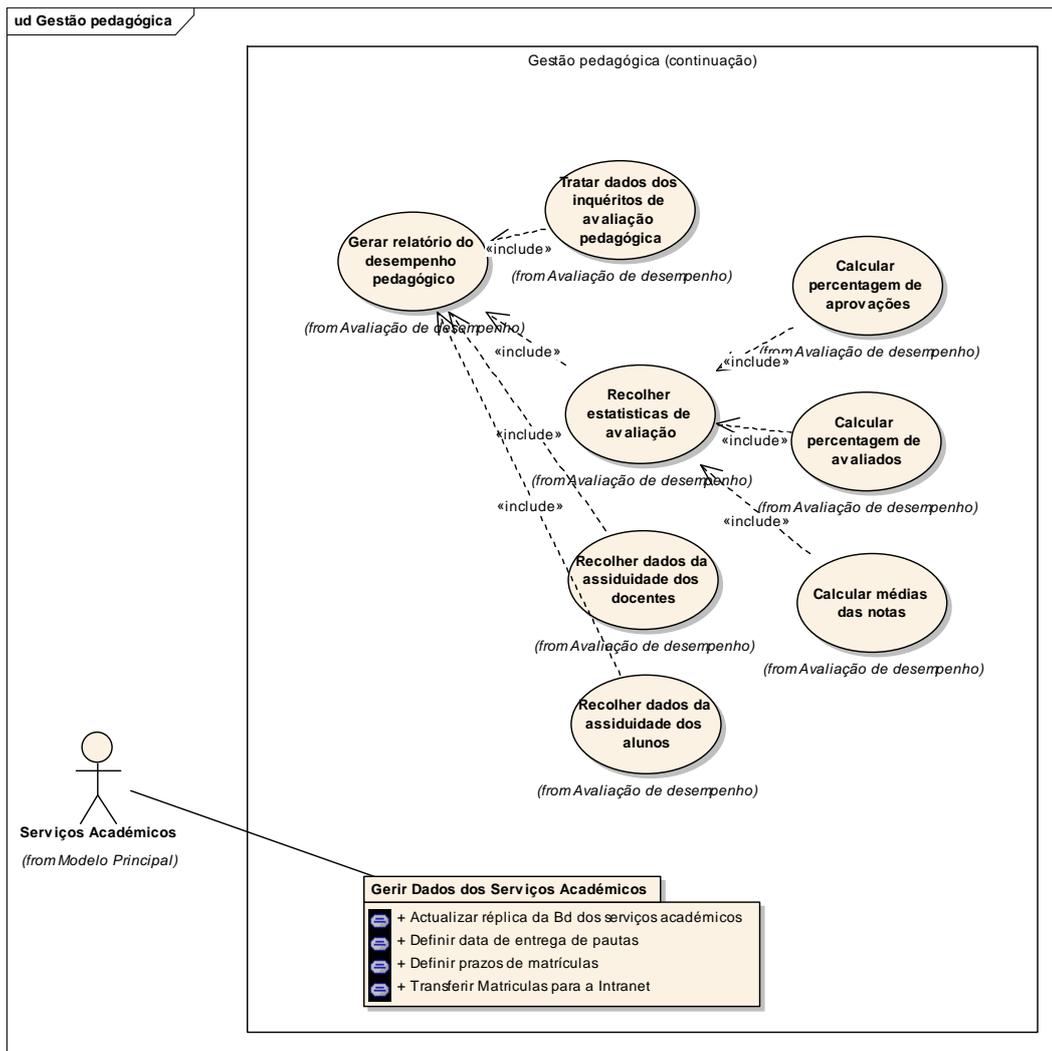
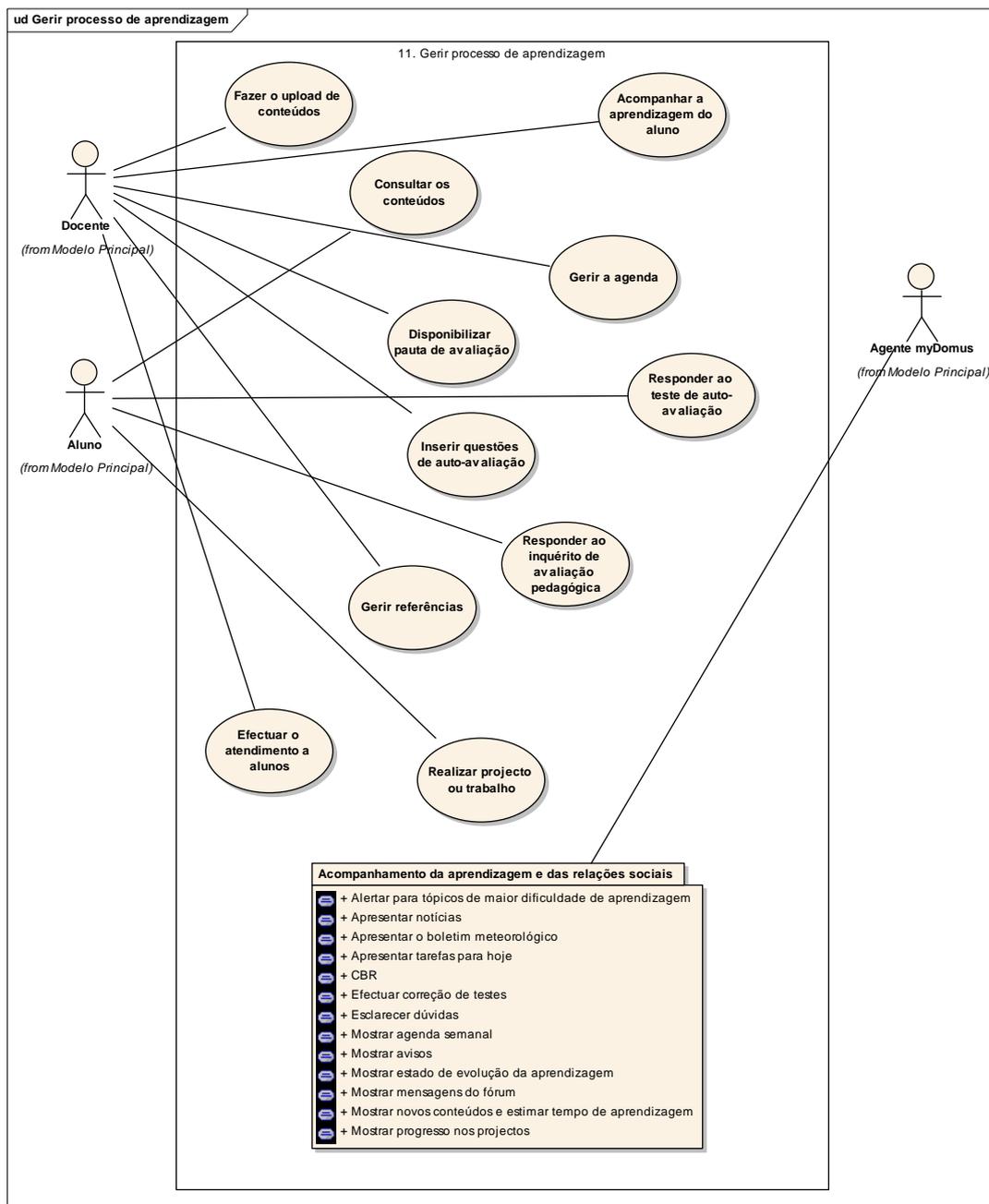


Figura 4.23 - Gestão pedagógica

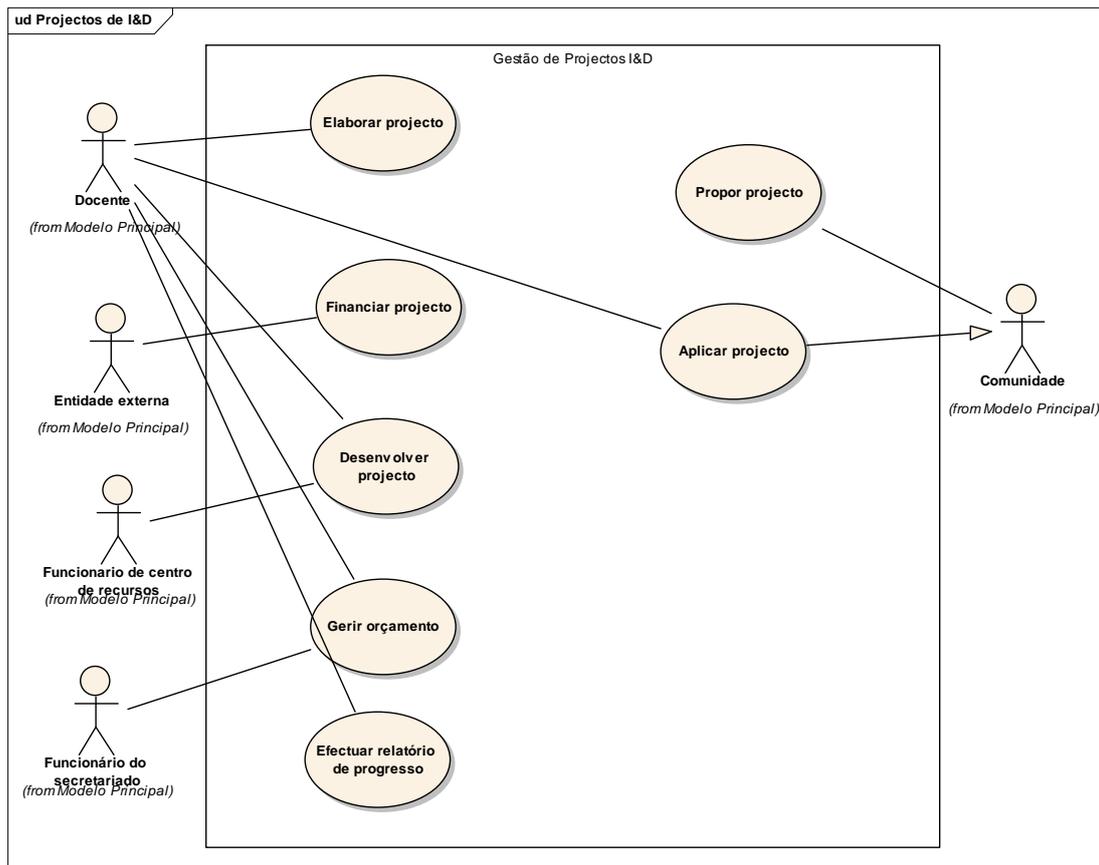
A componente de *e-learning* está ligada à componente de *e-management*, pelo facto de ser necessário criar os cursos na plataforma e inscrever os alunos e os professores de cada curso/unidade curricular. Os dados dos serviços académicos e a distribuição de serviço docente, devem ser usados para criar os cursos na plataforma de *e-learning*, evitando-se uma inscrição manual dos utilizadores.

As principais acções na gestão da aprendizagem da componente de *e-learning* encontram-se representadas na Figura 4.24.



**Figura 4.24 - Gestão da aprendizagem (e-learning)**

O agente tutor tem o papel de acompanhar o aluno no processo de aprendizagem, nomeadamente na alerta sobre actividades que possam apresentar maior dificuldade, seleccionar recursos Web, mostrar notícias e avisos, esclarecer dúvidas, gerir a agenda, apresentar mensagens do fórum mais relevantes, gerir projectos, entre outras.



**Figura 4.25 - Gestão de projectos**

Ao nível da investigação, as componentes principais são a gestão de projectos e a gestão de publicações. A gestão de projectos de investigação inclui também a gestão de projectos de desenvolvimento, ou seja a investigação aplicada. Neste domínio, a investigação aplicada serve os propósitos do apoio à comunidade, fazendo transferência de tecnologia e de conhecimento. Os principais casos de uso identificados na gestão de projectos de investigação e desenvolvimento encontram-se representados na Figura 4.25.

#### 4.5.5. Modelo de Classes

Os diagramas de classes definem as classes do sistema, as suas relações (incluindo herança, agregação e associação), as suas operações e os seus atributos. Pertencem aos diagramas estruturais e estão próximos da área de desenvolvimento. Estes diagramas são usados para uma grande variedade de situações, quer para a modelação conceptual ou de domínio, quer para a modelação detalhada das funcionalidades do sistema.

Devido ao número elevado de classes necessárias à modelação de todo o sistema, são de seguida apresentadas as classes relativas à componente de *e-learning*. A componente de *e-learning*, tal como foi referida no capítulo anterior, é baseada em agentes e em actividades de aprendizagem, dando assim resposta às necessidades de mudança do paradigma de ensino baseado na aquisição de competências e nos resultados de aprendizagem.

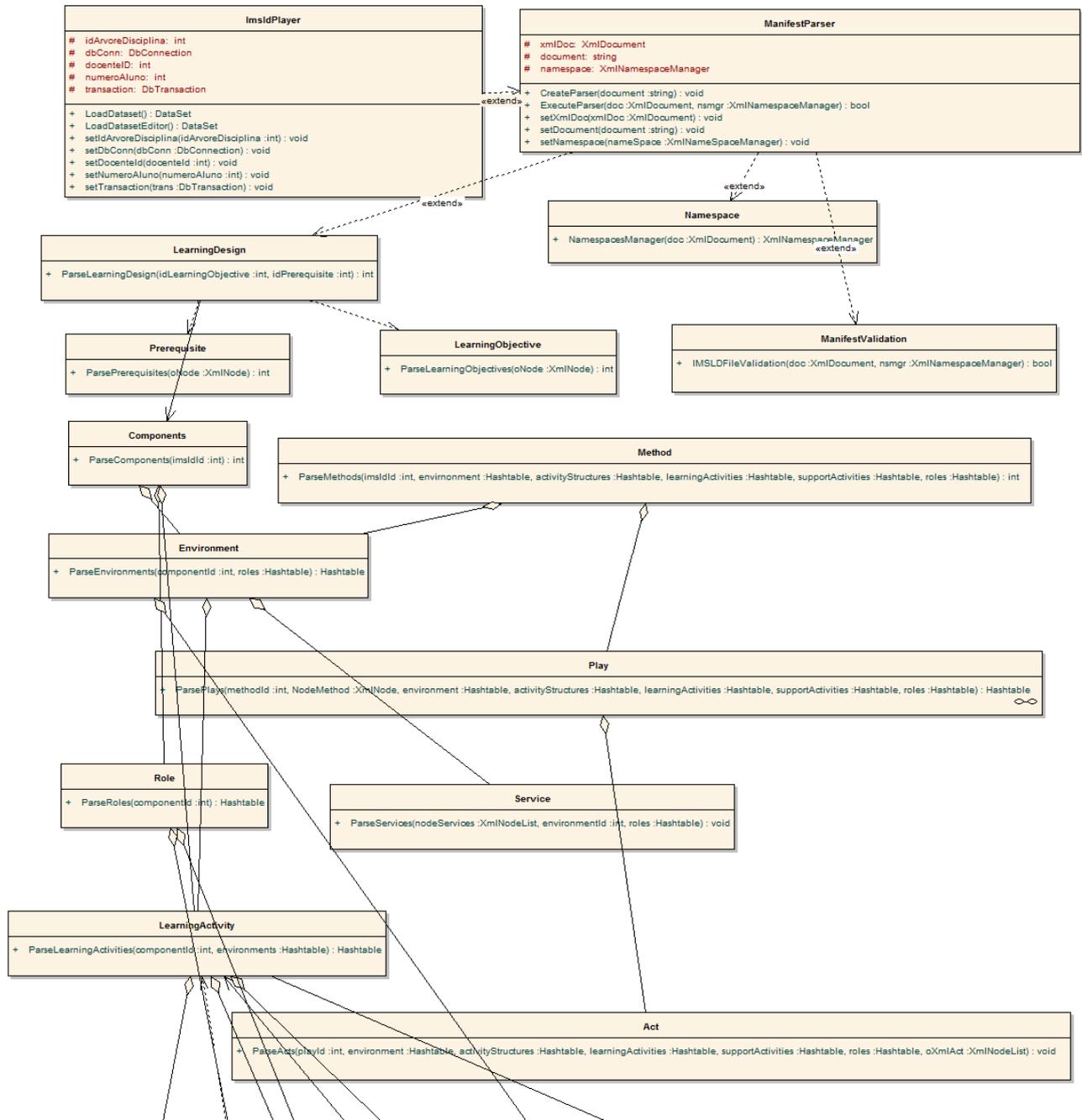
O desenho do modelo de classes foi baseado no modelo de informação do *Learning Design* publicado pelo IMS *Global Learning Consortium* [IMS 2003]. Este modelo permite o desenvolvimento de plataformas de *e-learning* baseadas em *Learning Design*.

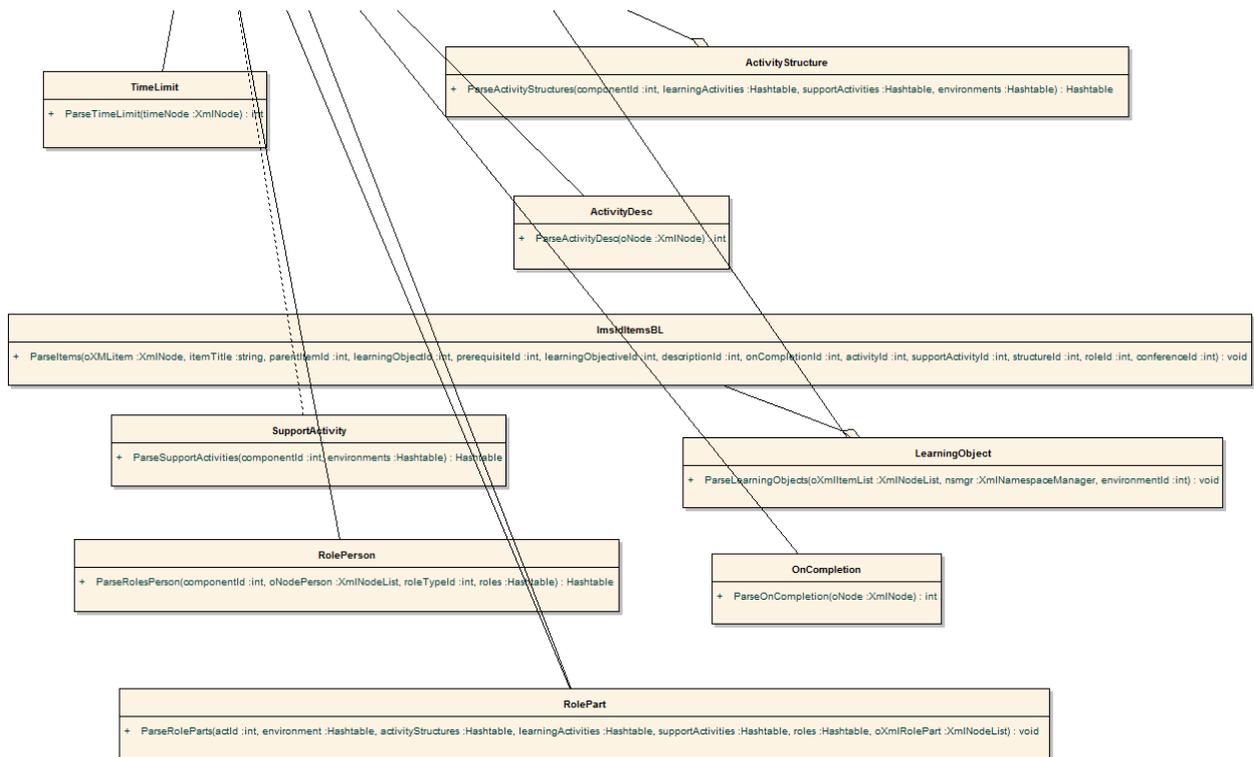
As componentes fundamentais a implementar para que uma plataforma suporte o *Learning Design* é a importação de unidades de aprendizagem, a sua exportação e o reprodutor (*player*) que vai interpretar a estrutura e mostra-la ao utilizador.

A componente de importação é composta pelo *parser* que vai interpretar a estrutura do pacote a transferir. Para o aluno realizar as actividades de aprendizagem tem que usar um *player* que é o reprodutor das sequências definidas para a unidade de aprendizagem.

O modelo de informação criado pelo IMS permite a modelação tanto da base de dados como da camada de negócio de um interpretador de *Learning Design*. Por uma questão de simplificação do modelo de classes não foram incluídas todas as dependências entre as classes e não se considerou todos os parâmetros necessários para a segurança das classes, como por exemplo o uso de propriedades.

O modelo de classes da componente de *Learning Design* da Intranet encontra-se representado na seguinte figura (Figura 4.26).





**Figura 4.26 - Modelo de classes da componente de *Learning Design***

Quando é feita a transferência de uma unidade de aprendizagem para a plataforma, é invocado o *parser* para interpretar a estrutura da unidade e guardar todos os dados que a caracterizam na base de dados. A primeira classe a ser instanciada é a *ImsIldManifestParser* que contém os métodos de inicializar o *parser*. Este método invoca também a validação do “manifest” da unidade de aprendizagem, para verificar se este está em conformidade com o *Learning Design*.

Depois da validação do “*manifest*”, é invocado o método de execução do *parser* que instancia todas as classes, o qual percorre a estrutura do *Learning Design* e extrai os dados para tabelas de *hash*.

A arquitetura ao ser orientada a serviços, o *parser* que pertence à camada de negócio, comunica com a camada de apresentação através de *Web services*, o que permite a utilização do *parser* em diversas aplicações, independentemente da tecnologia em que foi desenvolvida.

Após a invocação da camada de dados para inserção na base de dados da unidade de aprendizagem, o *player* tem a função de reproduzir essa estrutura e de mostrá-la ao aluno. Para carregar a estrutura de *Learning Design* para uma árvore, é instanciada a classe

ImsldPlayer que obtém a estrutura a partir da base de dados e a carrega em memória, a qual é usada para criar recursivamente a árvore.

Depois de a árvore com as actividades de aprendizagem estar disponível, quando o aluno selecciona uma actividade, o agente tutor calcula o tempo estimado. Ao ser detectado pelo agente tutor que o tempo estimado foi ultrapassado, este invoca o motor CBR para prestar apoio ao aluno, mostrando notas, mensagens do fórum e recursos Web relacionados com a actividade.

O agente possui dois modos de operação: o modo activo e o modo reactivo. No modo activo é invocado o motor CBR quando o tempo estimado é ultrapassado na realização de determinada actividade. O modo reactivo é iniciado quando o aluno marca como dúvida determinado assunto, para o qual o agente pesquisa os fóruns, notas inseridas e recursos Web para encontrar a solução mais adequada.

O motor CBR é constituído pelas classes de CBREngine, Perfil, Notas, Duvidas e Agente tutor. A classe CBREngine inicializa o motor e faz o cálculo da semelhança entre os casos, usando a metodologia *fuzzy*, abordada no segundo capítulo. A metodologia *fuzzy*, em vez de usar a lógica Booleana que tem dois estados (Verdadeiro ou Falso), usa um conjunto de estados entre os valores mínimos e máximos do intervalo.

O algoritmo de cálculo da semelhança encontra-se representado na Figura 4.27.

$$Sem(a,b) = 1 - \frac{|b-a|}{|\beta-\alpha|} \quad a,b \in [\alpha,\beta]$$

$\alpha$  - Min. do conjunto                       $\beta$  - Max do conjunto

Figura 4.27 - Algoritmo de cálculo da semelhança em conjuntos *fuzzy*

Para o cálculo da semelhança entre os casos, usando o ciclo CBR proposto Aamodt [Aamodt e Plaza 1994], foram criadas classes relativas ao perfil do aluno, notas e dúvidas. As principais classes do motor CBR encontram-se representadas na Figura 4.28.

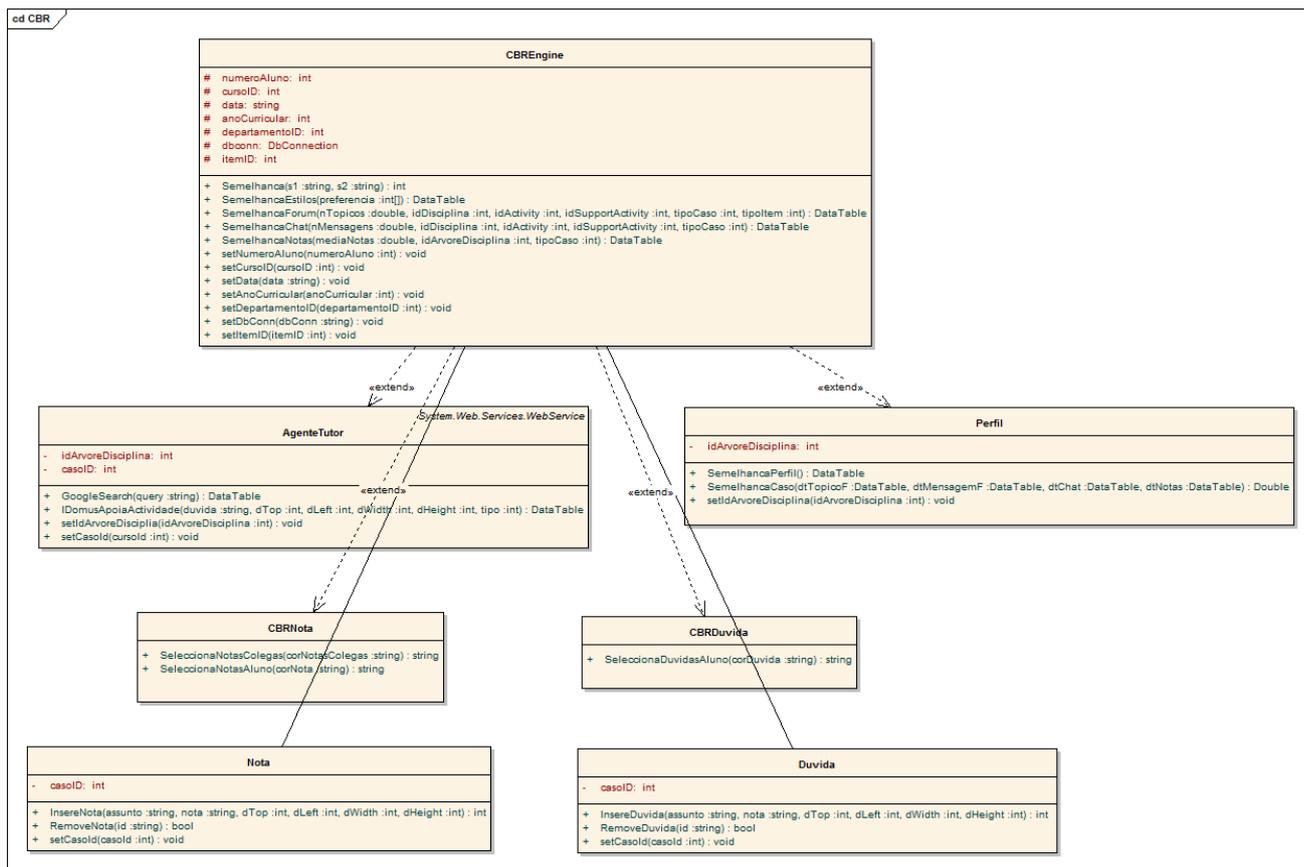


Figura 4.28 - Diagrama de classes do motor CBR

A classe “AgenteTutor” possui dois métodos, um que efectua a pesquisa no Google, usando a dúvida seleccionada pelo aluno, e outro que apoia o aluno durante a realização de uma actividade. O método “IDomusApoiaActividade” invoca o motor CBR para seleccionar conteúdos e recursos que ajudem o aluno a compreender melhor os temas abordados na actividade de aprendizagem.

#### 4.5.6. Modelo de dados

O modelo de dados da Intranet inclui mais de duas centenas de tabelas. O número de tabelas é elevado devido a integrar as componentes de *e-learning*, *e-management* e *e-research*. Neste modelo só são consideradas as tabelas respeitantes à componente de *e-learning*, incluindo algumas tabelas comuns ao *e-management*. Para distinguir o tipo de tabela, foi adicionado um prefixo que indica a que componente da Intranet esta pertence.

As tabelas base do *e-learning* correspondem ao modelo de dados definido pelo IMS para a especificação *Learning Design* [IMS 2003]. A nomenclatura usada foi também baseada no modelo de dados do .LRN.

Cada componente do *Learning Design* corresponde a uma tabela. No entanto, devido à necessidade de transformar as relações de N para N em relações de 1 para N, o número de tabelas é superior ao número de elementos do *Learning Design*.

A tabela principal é a “*imsld\_learning\_design*”, na qual são guardadas as unidades de aprendizagem. A granularidade de uma unidade de aprendizagem pode incluir um curso, uma disciplina, um capítulo ou uma lição. Para uma reutilização mais eficaz das unidades de aprendizagem, o nível de granularidade considerado para uma unidade de aprendizagem corresponde a um capítulo ou módulo da unidade curricular.

Cada unidade de aprendizagem possui objectivos e pré-requisitos. Pode também conter várias componentes, daí que a tabela “*imsld\_learning\_design*” estar relacionada com a tabela “*imsld\_componentes*”, numa relação de um para muitos. Cada componente pode ter vários ambientes onde são executadas as actividades de aprendizagem.

Simultaneamente cada unidade de aprendizagem pode ter vários métodos que representam a parte dinâmica da aprendizagem. Os métodos contêm as execuções e cada execução é constituída por uma sequência de actos. As tabelas correspondentes são: “*imsld\_methods*”, “*imsld\_plays*” e “*imsld\_acts*”.

Cada participante no processo tem uma função ou cargo definida na tabela “*imsld\_roles*”. As funções típicas são professor, aluno e administrador. As funções são depois atribuídas às actividades ou ambientes na tabela “*imsld\_role\_parts*” que está relacionada com os actos “*imsld\_acts*” (Figura 4.29).

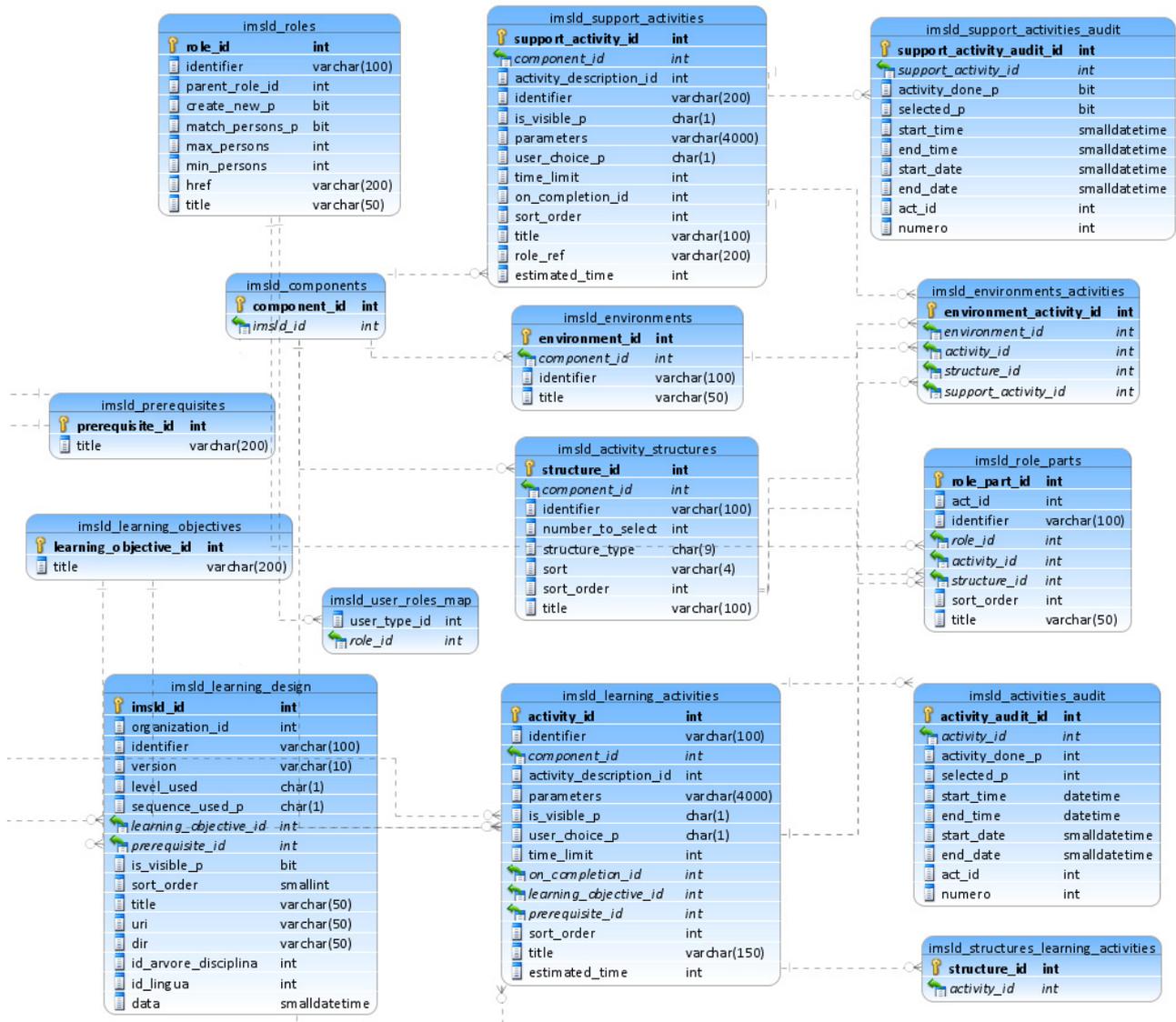




Figura 4.29 - Modelo ER da componente de *Learning Design*

As actividades de aprendizagem, que são o elemento central do *Learning Design*, correspondem à tabela “imsl\_d\_learning\_activities” e está relacionada com a tabela “imsl\_d\_components”. As actividades podem ser agrupadas na tabela “imsl\_d\_activity\_structures”, criando-se grupos de actividades sequenciais.

Para apresentar outras actividades relacionadas com a preparação das actividades dos alunos, os professores ou pessoal de apoio pedagógico podem representar as actividades de suporte na tabela “imsl\_d\_support\_activities”.

Todos os recursos associados a cada actividade encontram-se armazenados na tabela “*imsld\_items*”. Esta tabela liga todos os ficheiros e recursos Web a actividades, funções, serviços e objectos de aprendizagem. Os objectos de aprendizagem são representados na tabela “*imsld\_learning\_objects*”, que está relacionada com os ambientes.

Um objecto de aprendizagem representa um nível de granularidade mais fina do que as unidades de aprendizagem e as actividades. A sua utilização permite associar recursos de uma forma estruturada, criando um nível de granularidade intermédio entre os itens e as actividades de aprendizagem.

Todas as tabelas relacionadas com acções do utilizador têm uma tabela associada de auditoria. Isto permite saber qual foi o percurso de aprendizagem de cada aluno, dados estes que têm grande utilidade para os professores poderem acompanhar mais de perto os alunos que revelem maiores dificuldades no processo de aprendizagem.

Os recursos associados às actividades podem incluir serviços do seguinte tipo: fórum, correio electrónico, serviço de conferência, monitorização, indexação e pesquisa. As tabelas que representam os serviços são: “*imsld\_conference\_type*”, “*imsld\_service\_types*”, “*imsld\_conference\_services*”, “*imsld\_conference\_participant*”, “*imsld\_services*”, “*imsld\_send\_mail\_services*” e “*imsld\_send\_mail\_data*”.

Associado às tabelas de serviços encontram-se as tabelas das aplicações de comunicação fórum e Chat. No modelo da Figura 4.29, os fóruns são representados pelas tabelas “*com\_forum*”, “*com\_categoria*”, “*com\_forum\_anexo*” e “*com\_forum\_topico\_audit*”. O Chat pode ser uma aplicação externa sem necessidade de guardar as mensagens na base de dados.

Uma das características de uma Intranet educacional é a integração da componente de ensino com a gestão. Para permitir uma integração plena é necessário que as tarefas administrativas estejam relacionadas com as actividades de aprendizagem. As componentes fundamentais de integração são o planeamento e a monitorização.

Na Figura 4.30 encontram-se representadas algumas das tabelas da gestão pedagógica que são a base do *e-learning*.

O planeamento corresponde ao preenchimento da ficha da unidade curricular que inclui: objectivos, resultados de aprendizagem, competências a adquirir, programa, metodologia de ensino, planeamento das actividades pedagógicas, métodos de avaliação e os recursos necessários para cumprir os objectivos. Este instrumento de planeamento está interligado com as actividades de aprendizagem.

Neste sentido é proposta uma organização do programa em actividades de aprendizagem, para servir de base à criação da estrutura *Learning Design*. Uma unidade tem uma granularidade correspondente às unidades de aprendizagem, se for um capítulo ou módulo corresponde a uma execução (*play*) e se for um item do programa corresponde a um acto (*act*). As actividades de aprendizagem têm uma correspondência directa.

O docente ao atribuir as actividades de aprendizagem atribui também o tempo de duração, o que permite fazer um planeamento exaustivo de todas as actividades ao longo do semestre, até perfazer o número total de horas presenciais e não presenciais.

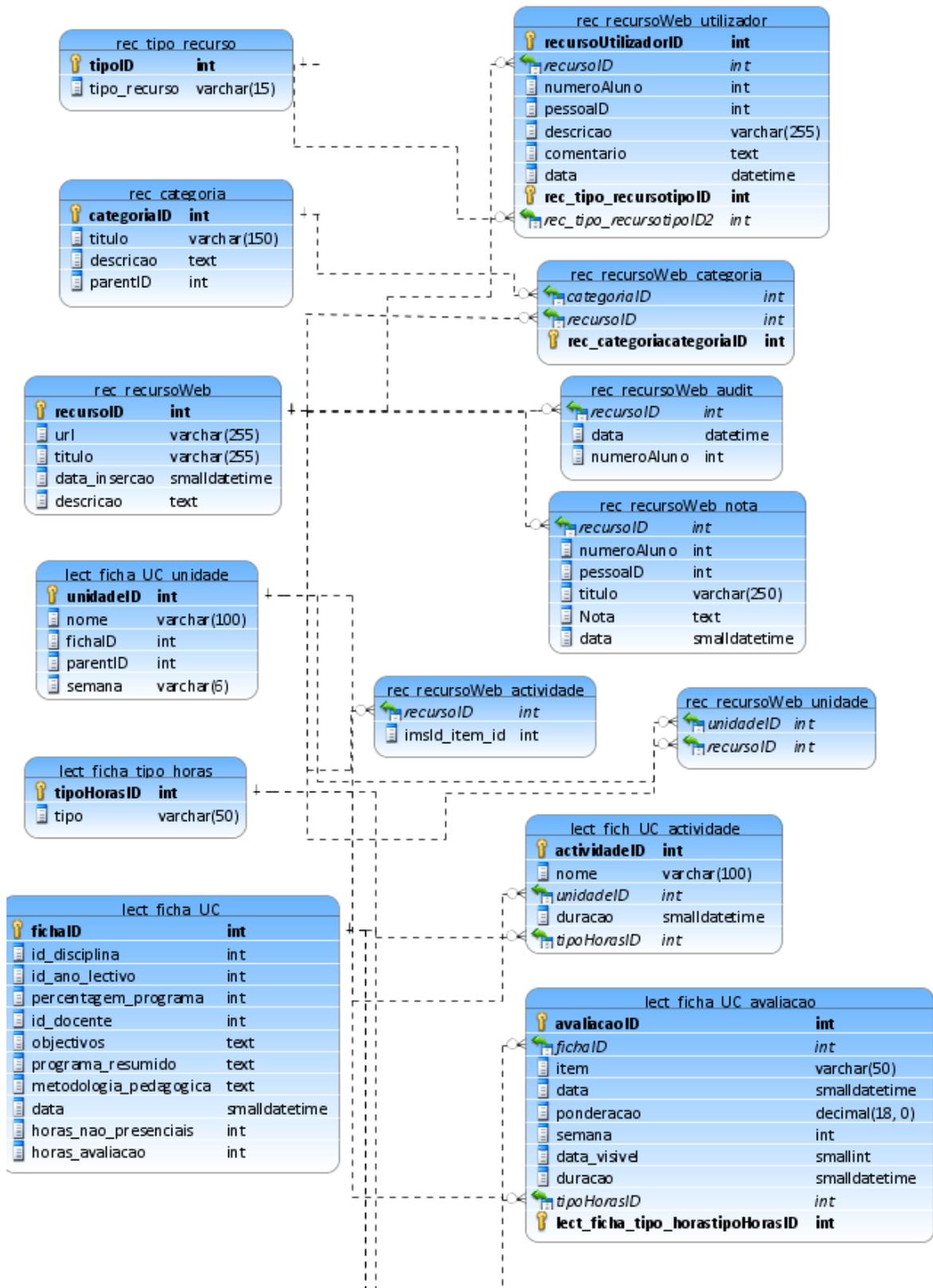
Os dados da ficha da unidade curricular são, assim, usados para criar a estrutura de *Learning Design*, cabendo depois ao docente associar os recursos para cada actividade de aprendizagem.

As tabelas base da ficha da unidade curricular são a “lect\_ficha\_UC” que contém os dados da ficha, a tabela “lect\_ficha\_UC\_unidade” que contém as unidades ou itens do programa e a tabela “lect\_ficha\_actividade” que contém as actividades.

Associado à monitorização do ensino estão os registos de presenças dos alunos e os sumários. O sumário é baseado na descrição das actividades de aprendizagem facilitando o seu preenchimento, visto uma parte da informação já existir no sistema

Para facilitar o processo de criação de unidades de aprendizagem é necessário desenvolver ferramentas intuitivas que façam uma abstracção do *Learning Design*. Assim, considera-se que a ficha da unidade curricular pode ser utilizada para criar uma estrutura base de actividades de aprendizagem. Para a criação da estrutura base de *Learning Design*, a componente do programa da unidade curricular deverá ser organizada por unidades, itens e actividades. A uma unidade corresponde normalmente um capítulo ou módulo, a um item corresponde uma secção ou uma subsecção de um capítulo ou módulo e a uma actividade corresponde a forma como é que os alunos vão adquirir os conhecimentos (aulas presenciais, trabalhos práticos, tutórias, etc.).

Na Figura 4.30, encontra-se representado o modelo ER que suporta a gestão da ficha da unidade curricular. Foram incluídas as entidades associadas à gestão da ficha que incluem a categorias (unidades e itens), actividades, distribuição de horas, bibliografia, avaliação e calendário.





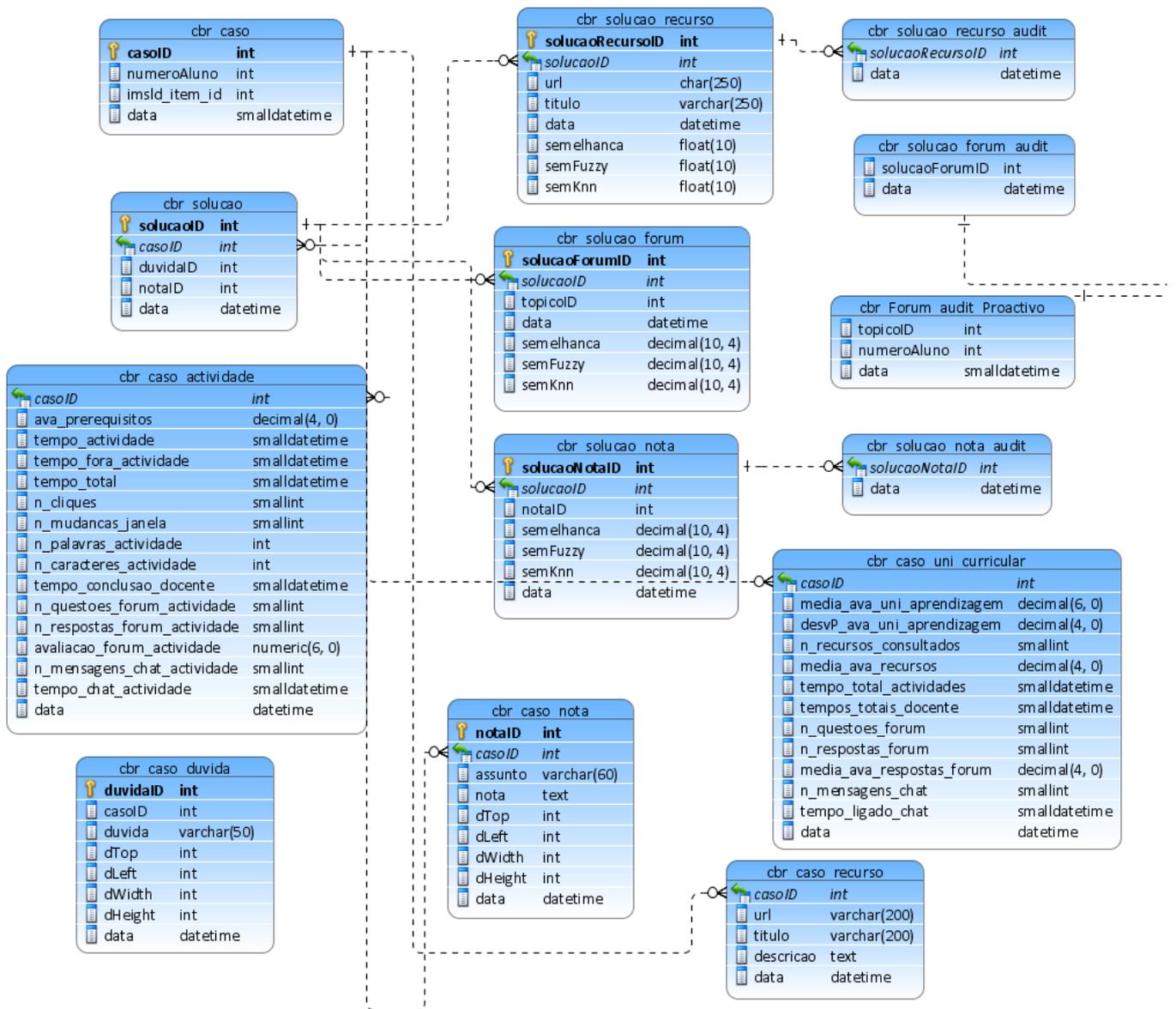
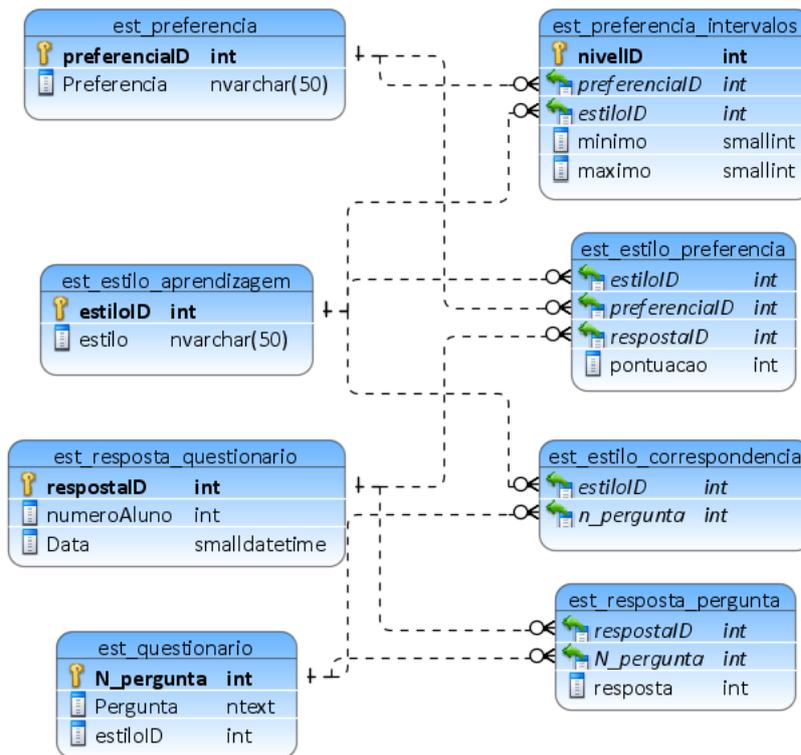


Figura 4.31 - Modelo de dados correspondente ao motor CBR

A solução é registada na tabela “cbr\_solucao” e as notas, mensagens do fórum e recursos Web extraídos são registados na tabela “cbr\_solucao\_nota”, “cbr\_solucao\_forum” e “cbr\_solucao\_recurso”, aumentando o nível de conhecimento do sistema.

Para a obtenção do perfil do aluno é necessária a existência de dados sobre o seu estilo de aprendizagem. Para identificar o estilo de aprendizagem do aluno é necessário que este responda a um questionário de identificação do seu estilo.



**Figura 4.32 - Modelo de dados relativo aos estilos de aprendizagem**

O modelo de dados que suporta o questionário (Figura 4.32) é composto pela tabela “est\_questionário”, que contém a lista de perguntas, a tabela “est\_estilo\_aprendizagem” que identifica cada um dos estilos (activo, teórico, pragmático e reflexivo), a tabela “est\_preferencia” que identifica os cinco níveis de preferência, a tabela “est\_estilo\_correspondencia” que indica a correspondência das perguntas aos estilos e a tabela “est\_preferencia\_intervalos” que indica os intervalos de preferência máximo e mínimo para cada estilo.

Após o aluno responder ao questionário é registado na tabela “est\_resposta\_questionario” a data e o número do aluno. As respostas para cada pergunta do questionário são guardadas na tabela “est\_resposta\_pergunta” e a preferência por cada um dos estilos registados na tabela “est\_estilo\_preferência”.

## 4.6. Resumo e Conclusões do Capítulo

Neste capítulo foram abordadas as principais premissas que deverão sustentar a construção de uma arquitectura para Intranets educacionais. Na parte inicial foram apresentadas as principais metodologias e tecnologias de desenvolvimento de Intranets, incluindo as tecnologias de programação do lado do cliente e do lado do servidor. Foram também expostas as vantagens do uso da linguagem de modelação UML.

Foram de seguida apresentados os principais requisitos ao nível da usabilidade, do desempenho, da fiabilidade, da segurança e do *hardware* de implementação. De salientar que a usabilidade é um dos factores mais importantes para o sucesso de uma Intranet, assim como a segurança devido à informação confidencial que uma Intranet pode armazenar.

Para a escolha da arquitectura mais adequada para as Intranets educacionais, foram apresentados os principais tipos existentes, tendo-se destacado a importância das arquitecturas orientadas a serviços como elementos chave da interoperabilidade de aplicações.

As arquitecturas orientadas a serviços apresentam grandes vantagens na rapidez de integração de aplicações, na automatização de processos de negócio e na criação de diversas formas de acesso a aplicações.

Uma arquitectura de Intranet educacional baseada em serviços permite uma melhor integração das componentes de *e-learning*, *e-management* e *e-research*, possibilitando o desenvolvimento de ambientes centrados no utilizador, criando canais de acesso à informação e ao conhecimento com base nos perfis dos utilizadores.

O modelo da arquitectura orientada a serviços proposto assenta no princípio que uma Intranet deve centralizar a informação mas descentralizar o seu acesso. Desta forma, uma instituição de ensino superior poderá estar mais apta a enfrentar os novos desafios da sociedade do conhecimento, a qual requer abertura a novos públicos mais heterogéneos e uma gestão mais eficaz dos processos de ensino, de investigação e de gestão.

## Capítulo 5: Descrição do Protótipo iDomus

### 5.1. Introdução

No sentido de validar a arquitectura proposta para Intranets Educacionais, foi desenvolvida uma nova plataforma com o objectivo de integrar as áreas de *e-learning*, *e-management* e *e-research* num único ambiente. Esta plataforma analisada no contexto organizacional da Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança, do Instituto Politécnico de Bragança.

Tendo em vista a contextualização do estudo que se pretende efectuar, apresenta-se de seguida uma descrição do Instituto Politécnico de Bragança e da Escola Superior de Tecnologia e de Gestão ao nível organizacional, de forma a permitir uma visão mais aprofundada do enquadramento do protótipo iDomus.

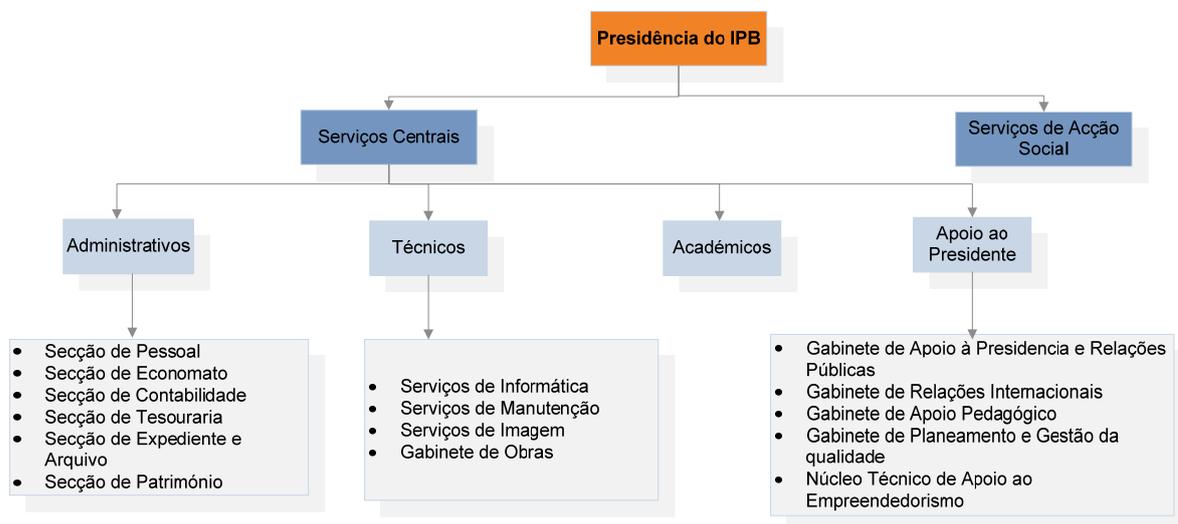
O Instituto Politécnico de Bragança (IPB) foi criado pelo Decreto-Lei nº 513-T/79, integrando actualmente cinco escolas, dotadas de autonomia científica, pedagógica e administrativa - a Escola Superior de Educação, a Escola Superior Agrária, a Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança, a Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Mirandela e a Escola Superior de Saúde. Actualmente, o número de alunos é superior a 5000, tendo um quadro de pessoal de 381 docentes e de 215 não docentes.

Instituto Politécnico de Bragança dispõe também dos seguintes serviços centrais:

- Serviços Administrativos, que compreendem os sectores de Expediente e Arquivo, Gestão Financeira e Patrimonial e Gestão de Pessoal;
- Serviços Técnicos;

- Serviços Académicos;
- Serviços de Apoio ao Presidente, incluindo diversas assessorias.

O organigrama dos serviços centrais do IPB encontra-se representado na seguinte figura:



**Figura 5.1 - Organigrama dos serviços centrais do IPB**

No que diz respeito à Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança (ESTiG), onde o protótipo foi avaliado, a constituição foi formalizada através do Decreto-Lei nº 395/90, tendo com instalações próprias no Campus de Santa Apolónia e contando actualmente com cerca de 1800 alunos e 130 docentes.

A estrutura orgânica da ESTiG é composta pelo Conselho Directivo, Conselho Científico, Conselho Pedagógico, Conselho Consultivo, Conselho Disciplinar e Assembleia de Representantes. A organização ao nível de serviços, centros de recursos, departamentos e cursos é matricial, o que significa que cada curso é leccionado por mais do que um departamento. Os laboratórios têm um modelo de funcionamento horizontal servindo mais do que um curso.

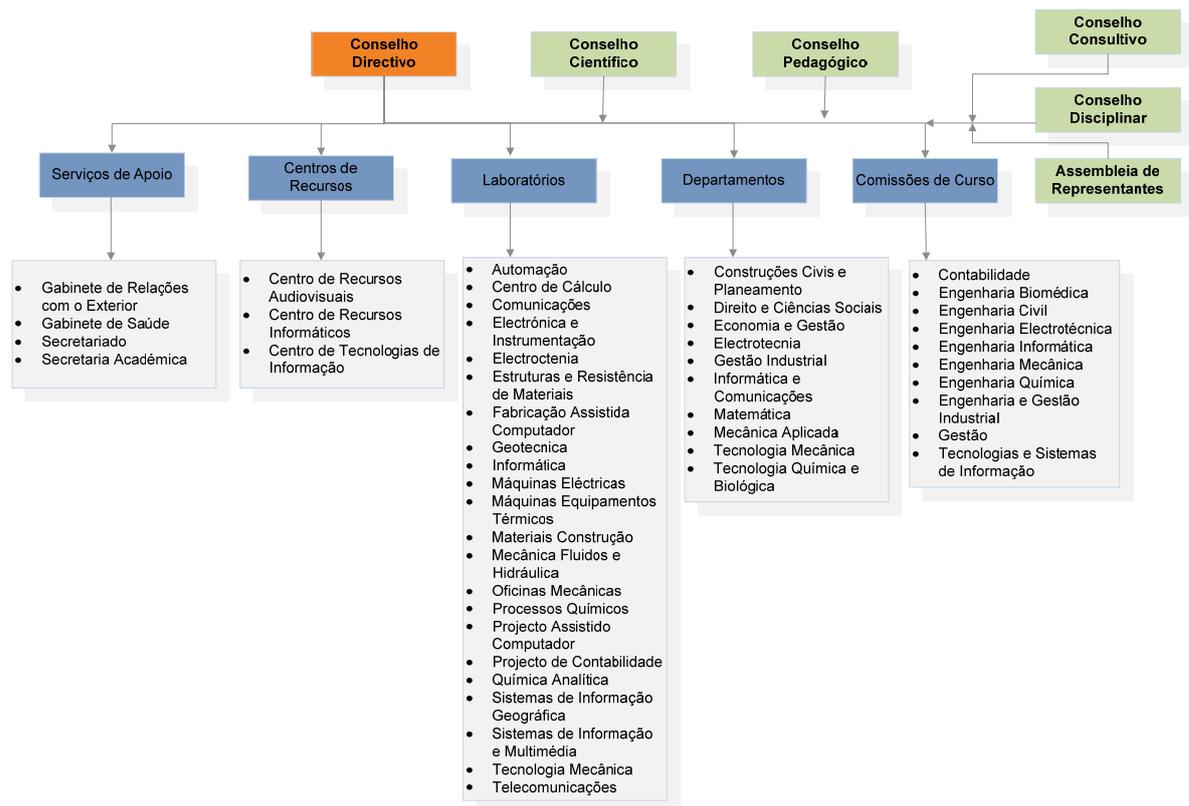


Figura 5.2 - Estrutura orgânica da ESTiG

Em 1999, iniciaram-se as primeiras experiências de adopção das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino, através do desenvolvimento interno de uma plataforma de *e-learning* intitulada *Domus Cursos Online*. As principais características da plataforma eram semelhantes às das plataformas comerciais disponíveis na altura como o *WebCT* ou o *Learning Space*.

Na plataforma *Domus* foram disponibilizados dois cursos à distância, um de construção de páginas Web e outro de autoria Multimédia, que contaram com cerca de 1100 utilizadores registados. Na componente de *blended-learning* foram disponibilizadas, no total, quinze unidades curriculares *online*. No entanto, a adesão por parte dos docentes foi bastante reduzida.

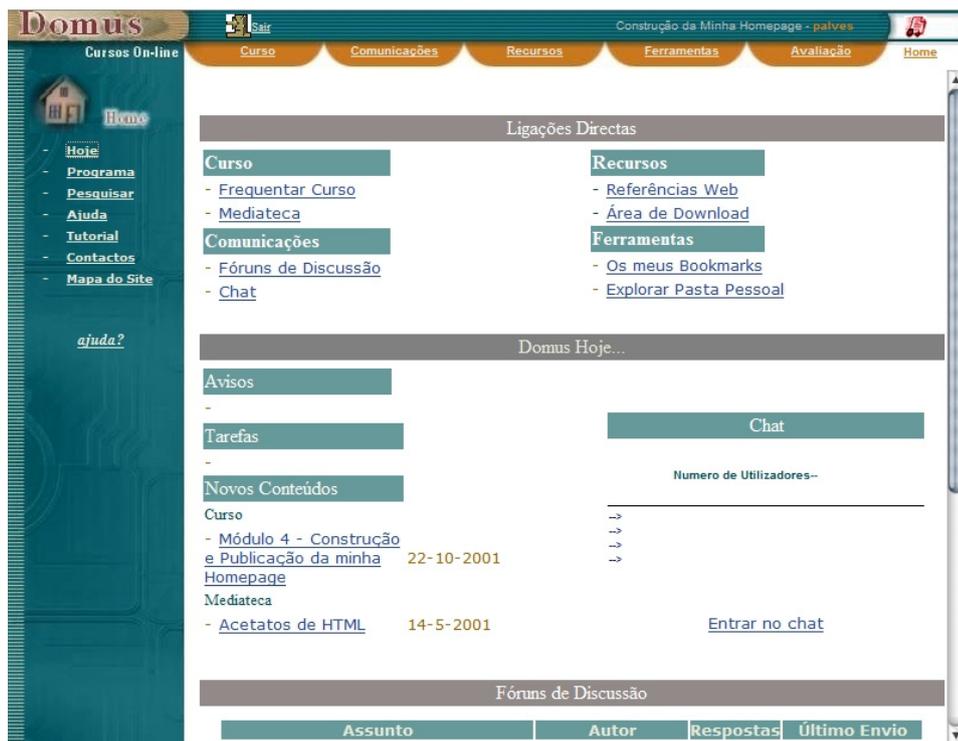


Figura 5.3 - Plataforma de *e-learning* Domus Cursos Online

Por se estar no início da expansão do *e-learning* em Portugal, por volta do ano 2000, o interesse despertado por parte dos docentes no uso das TIC no apoio ao ensino foi muito reduzido. Consta-se também que, a diversidade de aplicações existentes para as diversas actividades administrativas impõe a utilização de interfaces pouco uniformizadas e dificulta o acesso à informação.

No sentido de fomentar a integração das aplicações num único ambiente, a ESTiG definiu em 2001 uma estratégia de desenvolvimento de um sistema integrado que suportasse em simultâneo as actividades de ensino, gestão pedagógica e investigação científica. Esta é a plataforma que está na base deste estudo e que se designa de Intranet Domus.

## 5.2. Descrição da Intranet Domus

Tomando como caso de estudo a realidade da ESTiG de Bragança, constata-se que esta possui uma estrutura orgânica matricial, do tipo Curso/Departamento, muito centrada na repartição dos recursos humanos, nomeadamente o corpo docente, mas que

por vezes se revela pouco eficiente na gestão das funções extra-curriculares, como no caso da investigação e dos serviços.

No que diz respeito à componente do sistema de informação, a escola possui um conjunto de aplicações informáticas que, pese embora o facto da sua extrema utilidade, foram pensadas e desenvolvidas de uma forma avulsa, como tentativa de dar respostas às necessidades que iam surgindo no dia-a-dia da organização.

Este cenário de evolução, ao nível dos sistemas de informação, é muito frequente e, provavelmente, comum a muitas outras escolas de ensino superior, o que leva ao aparecimento de “ilhas” no seio do sistema de informação da organização, dificultando a integração de novos módulos aplicativos, a visão agregada dos dados, a adopção de tecnologias inovadoras e a actividade dos utilizadores finais que são obrigados a interagir com interfaces pouco uniformizados.

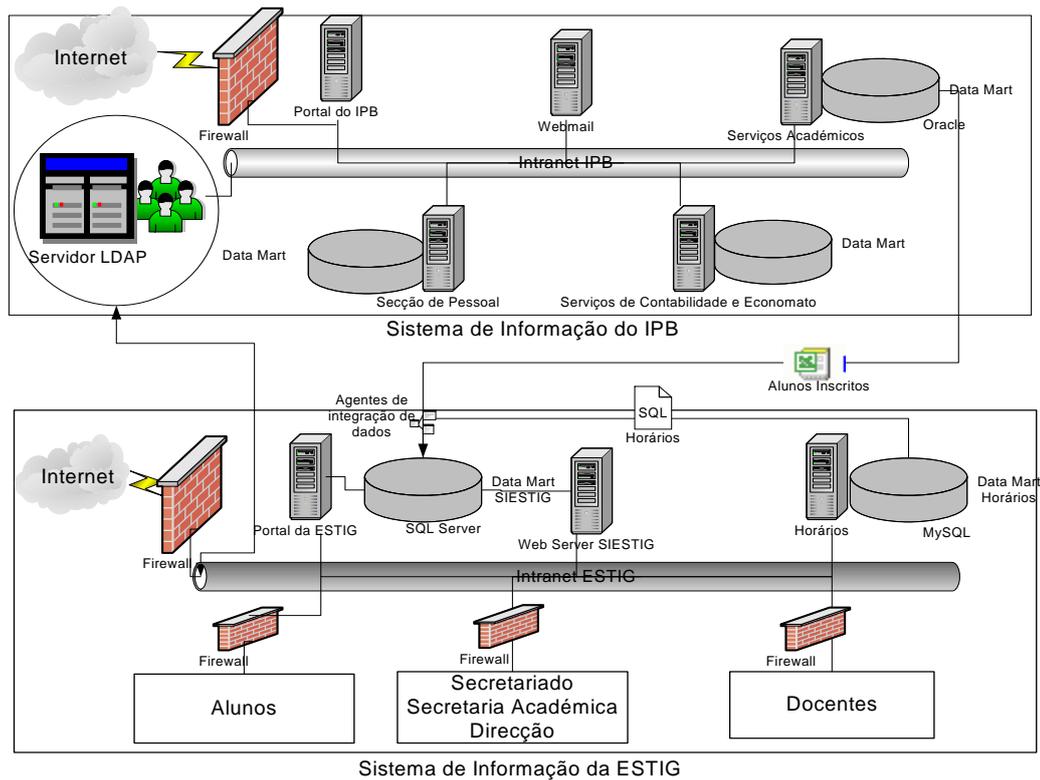
Após um estudo realizado no contexto operativo da instituição conclui-se que, os sistemas informáticos existentes na ESTiG contemplam um pequeno conjunto de aplicações que servem os processos de elaboração de horários, gestão de sumários, registo das despesas dos centros de recursos, disponibilização de informação sobre actividades pedagógicas e científicas dos docentes e a avaliação do desempenho do corpo docente.

Para além destas aplicações, de consumo interno, o organismo central, Instituto Politécnico de Bragança, possui um sistema de informação que integra os módulos: pessoal, economato, tesouraria, contabilidade e serviços académicos, sobre os quais recai a responsabilidade da gestão global da instituição.

A troca de informação entre os órgãos de gestão das escolas e o organismo central nem sempre é tão eficiente e detalhada quanto desejável, motivo pelo qual se julgou oportuno promover um maior nível de descentralização da informação sem prejuízo de uma eventual redundância de dados e recursos humanos.

Estas foram as premissas básicas que estiveram na génese da Intranet.

Para resolver o problema da reduzida integração de dados, desenhou-se um novo sistema de informação, que possibilita um melhor armazenamento, processamento e difusão da totalidade da informação da ESTiG, numa plataforma tecnológica unificada.



**Figura 5.4 - Arquitectura tecnológica da Intranet Domus**

De acordo com esta perspectiva procedeu-se, então, à definição de um sistema de informação que servisse os objectivos da organização.

Os principais requisitos que estiveram na génese da Intranet foram:

- desenvolver uma plataforma unificada de ensino, de gestão *online* e de apoio à investigação (e-learning, e-management e e-research);
- disponibilizar serviços e recursos conforme o perfil de cada utilizador;
- usar um sistema de autenticação central baseado em LDAP;
- utilizar mecanismos e sistemas de segurança como *firewalls* e ligações seguras por SSL;
- efectuar a integração de dados dos diversos sistemas de uma forma automática recorrendo a agentes;
- integrar na plataforma o maior número possível de aplicações existentes;

- dedicar especial atenção às questões da usabilidade, disponibilizando um interface intuitiva e de fácil navegação;
- desenhar a plataforma sobre o conceito de “*Plug and Play*”, ou seja, para ser utilizado qualquer serviço ou componente não é necessário qualquer registo;
- promover a disponibilização de conteúdos no sentido de esta ser efectuada de uma forma simples e directa, usando unicamente uma interface Web;
- garantir uma ligação permanente entre os utilizadores e a Intranet, enviando automaticamente notificações por correio electrónico sempre que sejam inseridos novos conteúdos ou informações;
- efectuar um estudo da eficiência dos processos, tendo em vista a integração das TIC de uma forma mais generalizada, quer nos processos administrativos, quer nos processos pedagógicos da escola.

A Intranet educacional Domus, designada inicialmente de Sistema de Informação da ESTiG (SIESTiG), é constituída pelas componentes de *e-learning*, *e-management* e *e-research*. Apesar das vantagens da disponibilização de um ambiente centrado no utilizador, verificou-se que a componente de *e-learning* estava a ser usada como um simples repositório de conteúdos, não originando nenhuma mudança no paradigma de ensino.

Foi neste contexto que foi desenvolvido um protótipo, designado de iDomus, para validar uma nova arquitectura para a componente de *e-learning* da Intranet, que assenta numa arquitectura orientada a serviços, em que toda a componente educacional é baseada em actividades de aprendizagem, suportadas por agentes tutor. Esta abordagem é de seguida descrita com base em cada uma das componentes funcionais da Intranet: componentes de *e-learning*, *e-management* e *e-research*.

### 5.3. Componente de E-learning

A componente de *e-learning* da Intranet evolui tendo como base as principais funcionalidades da plataforma Domus Cursos Online, desenvolvida em 1999. Na

especificação desta componente optou-se por simplificar ao máximo as funcionalidades, tendo em conta que os docentes e alunos que utilizaram a plataforma Domus Cursos Online, só usavam os serviços mais básicos, tais como a gestão de conteúdos e o fórum.

Um dos factores para a baixa adesão, apontado pelos docentes e alunos da plataforma Domus Cursos Online foi a necessidade de registo prévio. Para contornar este problema adoptou-se o sistema de autenticação centralizada LDAP, o que permite o uso do mesmo *login* e *password* para aceder a todos os serviços e sistemas do Instituto Politécnico de Bragança.

Com a integração dos dados da distribuição do serviço docente e das matrículas dos alunos, tornou-se possível o registo automático dos utilizadores.

### **5.3.1. Apoio ao Ensino Presencial da Intranet Domus**

As funcionalidades da componente de *e-learning* para os docentes incluem a gestão de conteúdos, sumários, avisos, datas importantes, fórum, correio electrónico dinâmico e pautas de avaliação (Figura 5.5).

Os serviços da área de ensino dos docentes são disponibilizados aos alunos através de um menu horizontal, contendo cada um submenu na vertical. As principais funcionalidades da área do aluno incluem a consulta de conteúdos organizados pelas seguintes categorias: acetatos e sebatas, exercícios, *download*, mediateca e reprografia. O menu principal de ensino contém ainda os submenus com os recursos, informações e avaliação.

A organização dos conteúdos por categorias previamente criadas tem como principal objectivo facilitar a publicação dos conteúdos e disponibilizar uma estrutura adequada ao suporte ao ensino presencial ou misto (*blended-learning*).

The screenshot shows the 'Ficheiros Inseridos' section of the e-learning area. The table contains the following data:

Título	Ficheiro	Tamanho	Data	Gestão
5. PHP	DW 5 PHP.pdf	154 KB	28/5/2007	Alterar Remover
6. Javascript	DW 6 Javascript.pdf	83 KB	28/5/2007	Alterar Remover
Layout dos projectos para votar	Layout dos Projectos de Desenvolvimento Web.pdf	3154 KB	15/5/2007	Alterar Remover
Projecto	Projecto de Desenvolvimento Web Turma B.pdf	150 KB	22/4/2007	Alterar Remover
4. XML	4.Slides DW XML.pdf	377 KB	22/4/2007	Alterar Remover
3. CSS	Acetatos DW CSS 3.pdf	936 KB	10/4/2007	Alterar Remover
2. Slides Interfaces Gráficas	slides Dw 2.pdf	1273 KB	26/3/2007	Alterar Remover

Figura 5.5 - Área do docente da componente de *e-learning* da Intranet

A área de recursos contém a gestão dos sumários, avisos, datas importantes, fórum e correio electrónico dinâmico. A gestão de sumários é um exemplo da interligação entre o *e-management* e o *e-learning*, porque permite simultaneamente disponibilizar aos alunos os conteúdos das aulas presenciais com a gestão académica.

A componente de avaliação tem por objectivo a disponibilização das pautas e dos enunciados dos exames e a respectiva resolução. Encontra-se também disponível a listagem dos alunos inscritos em formato XLS, a qual permite a elaboração de pautas em aplicações de folha de cálculo.

A área do aluno inclui os menus de contactos, conteúdos, informações e avaliação. O aluno ao escolher cada um dos submenus é-lhes apresentado uma lista das turmas que está inscrito e o número de ficheiros que o docente disponibilizou, bem como a data do último ficheiro. Através desta organização é mais rápido saber quais os conteúdos que foram actualizados, sendo complementada esta medida com o envio automático de um correio electrónico sempre que são disponibilizados novos conteúdos ou informações.

Na área de informações, os alunos têm acesso a dados sobre os docentes que leccionam cada unidade curricular, podendo aceder ao seu currículo resumido que contém os contactos, as unidades curriculares que o docente lecciona, o horário de atendimento, as habilitações literárias, as publicações, as palestras e os projectos de investigação. É também possível efectuar uma pesquisa na base de dados por nome, gabinete, secção ou cargo.

A facilidade de publicação e de acesso aos conteúdos foi um dos requisitos base no desenvolvimento da plataforma. No entanto, esta abordagem não incentiva a criação de conteúdos mais adequados à aprendizagem *online*, o que em termos de eficácia do processo de aprendizagem é bastante reduzida.

A utilização das plataformas de *e-learning* como sistemas de gestão de conteúdos não permite explorar todas as potencialidades do *e-learning*, ao nível da aprendizagem a distância. Os conteúdos disponibilizados pelos docentes são fundamentalmente de apoio às aulas presenciais, o que não incentiva os alunos a terem uma abordagem mais activa na sua aprendizagem.

Os aspectos pedagógicos são normalmente relegados para segundo plano, assumindo a digitalização dos conteúdos o foco do *e-learning*. Isto leva a que exista uma consciência crescente de que os conteúdos, tal como são estruturados, conduzem a que o *e-learning* seja idêntico ao folhear um livro, sem qualquer tipo de interactividade e sem nenhuma estratégia pedagógica [Stacey 2003].

Foi com base nestes pressupostos que foi desenvolvido o protótipo da componente de *e-learning*, intitulada iDomus, que vem focar todo o processo educativo em actividades de aprendizagem.

### **5.3.2. Protótipo iDomus**

A necessidade da mudança do paradigma educacional foi impulsionada pelo processo de Bolonha, o qual foca a atenção do processo educativo na aquisição de competências e nos resultados da aprendizagem. Para a obtenção de melhores resultados de aprendizagem é também necessária a adopção de novas metodologias pedagógicas e o desenvolvimento de conteúdos específicos para aprendizagem *online*.

Para suportar este novo modelo de aprendizagem adoptou-se a especificação IMS *Learning Design* [IMS 2003], que é uma estrutura conceptual que permite o

desenvolvimento de materiais para o ensino *online*, independentemente da metodologia pedagógica (página 87 e 174).

Tendo em vista a execução desta estratégia, foi desenvolvida uma plataforma intitulada iDomus, baseada no *Learning Design* e em agentes tutor colaborativos. Esta plataforma possibilita a adaptação do ambiente de aprendizagem ao estilo de cada aluno, incentivando a colaboração e simultaneamente permite apoiar o aluno no estudo individual, retirando proveito de um sistema colaborativo e conjuntamente de estudo individual.

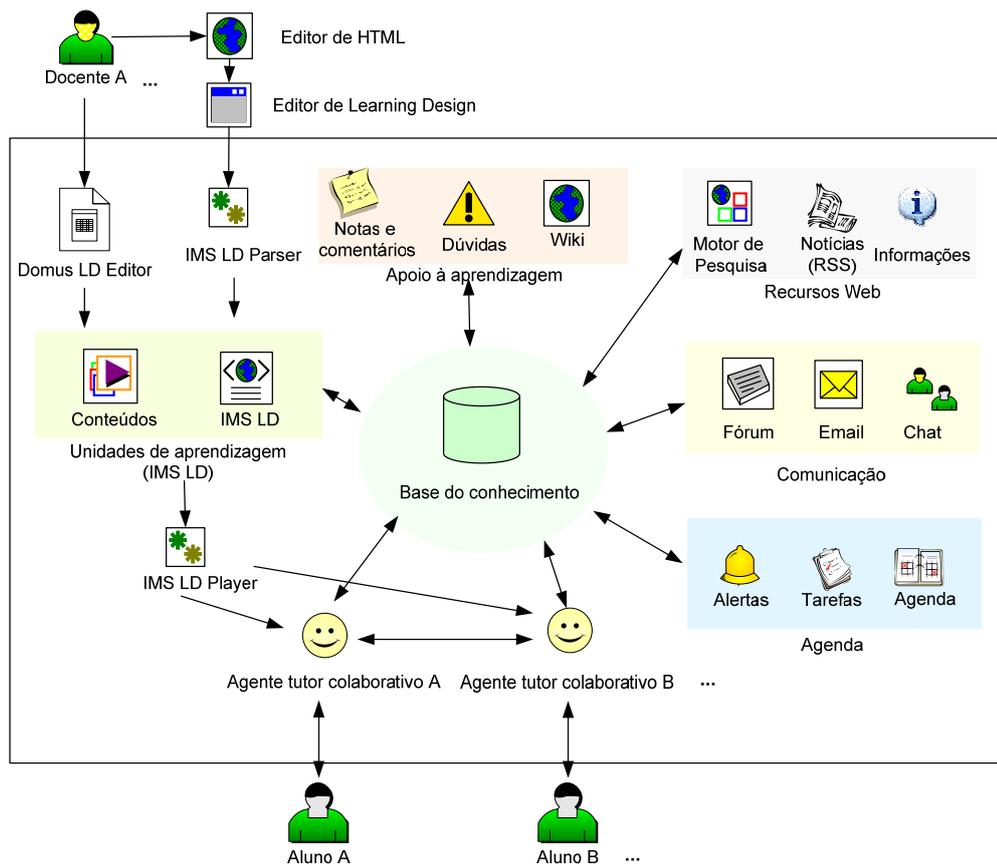
As componentes base da plataforma são o editor de conteúdos *online*, o *parser* de *Learning Design* que faz a interpretação de unidades de aprendizagem criadas externamente, o *Learning Design player* que reproduz as unidades de aprendizagem, os recursos de apoio à aprendizagem, os recursos Web, os serviços de comunicação e a agenda (Figura 5.6).

Além destas componentes base de gestão da informação e do conhecimento, existem os agentes tutor que interagem com cada uma das componentes anteriormente referidas para extraírem conhecimento e assim poderem prestar apoio durante o processo de aprendizagem.

Tal como foi referido anteriormente a plataforma iDomus foi integrada com o sistema de informação académico, que faz parte da componente de *e-management* da Intranet. Esta integração foi feita ao nível da distribuição de serviço docente, a qual associa as unidades curriculares aos docentes, e dos Serviços Académicos, que associam os alunos às unidades curriculares, permitindo que a plataforma possa ser usada tanto por alunos como docentes sem a necessidade de qualquer registo.

A arquitectura da plataforma iDomus é orientada a serviços e usa a tecnologia Ajax para criar um ambiente mais interactivo, nomeadamente ao nível do apoio prestado pelo agente tutor.

A adopção da tecnologia Ajax é fundamental para o agente tutor, devido a permitir carregar assincronamente parte da página, consultando o servidor sem necessidade de recarregar toda a página. Desta forma o agente pode actuar quando detecta alguma dificuldade por parte do aluno, mostrando sugestões ou dúvidas de outros colegas relacionadas com o tema, sem ter necessidade de recarregar a página dos conteúdos, o que implicaria que um página com *scroll* voltasse sempre ao início.

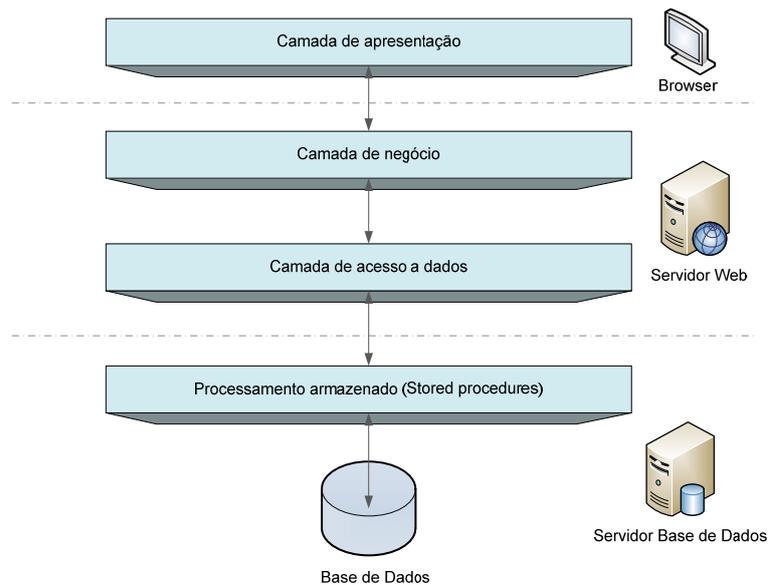


**Figura 5.6 - Arquitectura da plataforma iDomus**

Para além do uso do Ajax, as componentes desenvolvidas são baseadas em Web Services, os quais desempenham um papel fundamental na comunicação entre as diversas componentes da plataforma. Desta forma, é usado um *standard* aprovado pelo WWW Consortium, constituído pelos protocolos SOAP e a linguagem WSDL [W3C 2007, o que possibilita a comunicação entre o agente e as componentes do servidor de uma forma independente.

Com recurso aos Web Services é possível fazer uma total separação entre a camada de negócio e de apresentação, o que potencia a integração de novas aplicações, independentemente da tecnologia em que foram desenvolvidas.

A arquitectura da plataforma iDomus foi baseada no modelo de desenvolvimento de quatro camadas, que inclui: camada de dados, camada de acesso aos dados, camada de negócio e camada de apresentação (Figura 5.7).



**Figura 5.7 - Arquitectura de quatro camadas da plataforma iDomus**

Na implementação da camada de dados foram ponderadas duas tecnologias: *Stored Procedures* e SQL dinâmico. Apesar de algumas das limitações apontadas ao SQL dinâmico, como a segurança, já terem sido minoradas com o recurso a *Prepared Statements*, as *Stored Procedures* continuam a apresentar mais vantagens ao nível do desempenho e da reutilização. A escolha por uma outra solução depende da quantidade de *querys* que se pretende efectuar numa transacção e se a portabilidade é um factor fundamental no projecto. A solução mista de utilização de *Stored Procedures* e de SQL dinâmico é em várias situações mais adequada porque permite aliar a portabilidade ao desempenho [Paragon 2005].

Para a plataforma iDomus optou-se pelo uso de *Stored Procedures*, por apresentarem as seguintes vantagens:

- Flexibilidade - Ao estarem armazenados os procedimentos no motor de gestão de bases de dados, estes podem ser usados em diversas aplicações.
- Rapidez - Devido a estarem embebidos e de serem pré-compilados é usada uma menor largura de banda e ao estarem armazenados em cache o tempo de execução é menor.

- Segurança - As permissões são dadas ao procedimento e não à tabela, o que elimina os problemas de SQL *injection* (injecção de código malicioso).

As principais desvantagens que apresentam os *Stored Procedures* são a dependência do motor de gestão de base de dados, devido a usarem uma linguagem e protocolos específicos. No entanto, se for usado SQL padrão, as diferenças entre os motores de bases de dados são mínimas e a migração pode ser efectuada rapidamente.

Numa arquitectura orientada a serviços, a camada de apresentação e a camada de negócio podem usar tecnologias diferentes, porque comunicam através de padrões que são normalmente os *Web Services*. Na plataforma iDomus foram analisadas como possíveis linguagens de desenvolvimento o PHP, Java e C#.

Tal como foi referido no capítulo anterior, a escolha pela linguagem de desenvolvimento depende de vários factores, em que o principal é a experiência em determinada linguagem. No entanto, deve ser analisado se a linguagem ou tecnologia em questão permite cumprir os objectivos propostos para o projecto.

Como requisitos fundamentais da arquitectura da plataforma iDomus foi estabelecido a orientação a serviços, a interface interactiva e a integração de aplicações. Para sustentar a opção por cada uma das tecnologias foram desenvolvidos três pequenos protótipos do editor de conteúdos de *Learning Design*, usando a linguagem PHP, a linguagem Java e por último em tecnologia ASP.net com linguagem C#.

Estes protótipos foram desenvolvidos entre 2004 e 2005, para explorar as potencialidades de cada uma das tecnologias. O PHP apresentou como principais vantagens a facilidade de programação e a flexibilidade. Por outro lado, revela como principal desvantagem de não suportar o desenvolvimento de componentes de servidor, o que implica o desenvolvimento de uma camada de negócio mais extensa.

O protótipo desenvolvido em linguagem Java, baseado na plataforma J2EE, teve a vantagem do J2EE agregar já muitas componentes empresariais, como autenticação, compressão de arquivos, entre outras. Na altura em que o protótipo foi desenvolvido ainda não tinha sido publicado oficialmente a tecnologia Java Server Faces, que foi disponibilizada em meados de 2004, que permite o desenvolvimento de componentes de servidor que gerem a interacção com o utilizador e o seu estado.

A principal vantagem que a linguagem Java apresenta é a existência de uma grande quantidade de componentes para o *e-learning*, incluindo *parsers* de *Learning Design*, APIs para SCORM, entre outras. Como desvantagem, a versão 1.4 da J2EE apresentava a inexistência de componentes de servidor que permitissem acelerar o desenvolvimento de aplicações, o que foi posteriormente adicionado na versão 5 com as Java Server Faces.

Em 2005, surgiu a tecnologia ASP.net 2.0, com grande inovações ao nível da interacção com o utilizador e disponibilizando componentes de servidor mais avançadas para gestão de dados, personalização das aplicações e localização em diversas línguas. Como foi o último protótipo a ser desenvolvido teve a vantagem de usufruir de tecnologia mais recente.

As ASP.net apresentam como vantagem o desenvolvimento nativo de aplicações orientadas a serviços, baseadas em *Web Services*, incluindo aplicações para dispositivos móveis. Foi também em 2005 que surgiu a primeira versão da Framework Atlas para o desenvolvimento de aplicações baseada em Ajax. O Atlas suporta o desenvolvimento de componentes de servidor das ASP.net, utilizando o carregamento assíncrono através do objecto XMLHttpRequest do browser.

O Ajax foi usado fundamental para o desenvolvimento da componente interactiva do agente, o qual pode intervir sem a necessidade de recarregar toda a página. Apesar de com o uso de IFrames e Javascript ser possível actualizar só partes do documento, contudo a gestão das actualizações é muito mais complexa e menos interactiva.

Além das vantagens apresentadas, a maioria das aplicações Web existentes na ESTiG são baseadas em ASP, o que facilita a sua integração numa Intranet educacional baseada na tecnologia ASP.net.

Após se ter verificado que a tecnologia ASP.net permitia atingir mais rapidamente os objectivos propostos, partiu-se para a evolução do protótipo inicial, nomeadamente ao nível do desenvolvimento do editor, do *parser* e do *player* de *Learning Design*.

A plataforma iDomus possui cerca de 47697 linhas de código, distribuídas pela camada de negócio e de acesso a dados. Na contagem das linhas de código foram excluídas as páginas da camada de apresentação que incluem o HTML (Figura 5.8).

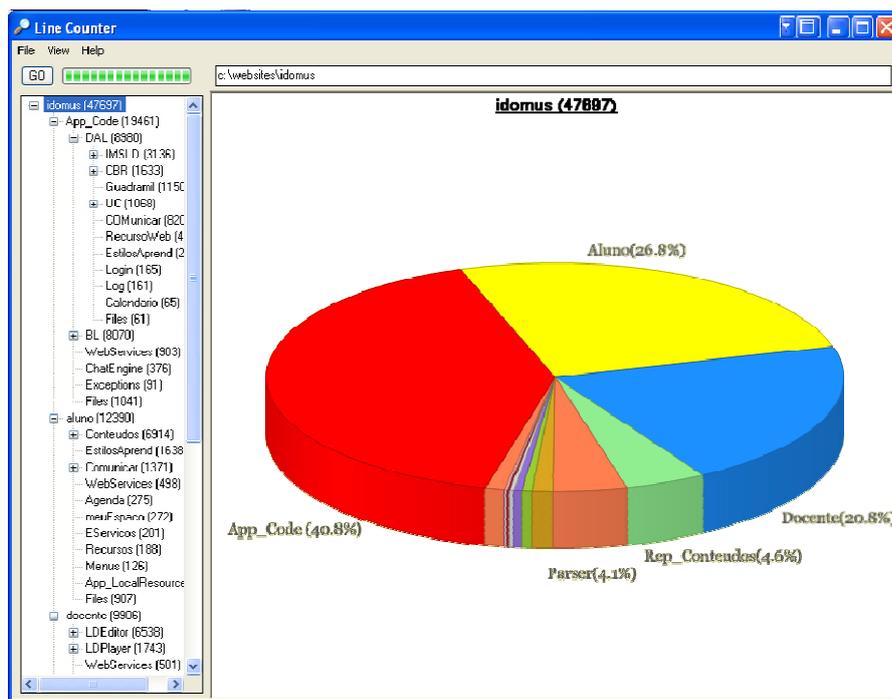


Figura 5.8 - Número de linhas de código da plataforma iDomus

A pasta App\_Code é a que possui a maior parte do código (19461 linhas) que correspondem à camada de negócio, e que contém as classes responsáveis por todo o processamento da plataforma. A área do aluno contém 12390 linhas e a do docente 9906 linhas. A gestão do *parser* contém 1956 linhas mais as 2889 linhas que se encontram na camada de negócio que são comuns ao *parser* e ao *player*.

A componente de gestão de conteúdos, nomeadamente a gestão de ficheiros do editor de *Learning Design*, representa 2194 linhas. As restantes componentes representam 2.9 % das linhas de código, que são cerca de 1390 linhas.

Ao nível da camada de dados a plataforma iDomus é constituída por 201 tabelas e 246 *Stored Procedures*. De destacar que destas 201 tabelas, 44 são relativas à implementação do *Learning Design* e 64 à componente lectiva, incluindo a ligação à aplicação GAL de gestão das actividades lectivas.

A plataforma iDomus apresenta como principal característica o suporte integrado a montante e a jusante da distribuição de conteúdos. O suporte a montante significa a disponibilização de ferramentas simples e intuitivas de planeamento do processo educativo baseado em actividades de aprendizagem e a produção dos conteúdos estruturados com base nessas actividades. O suporte a jusante refere-se ao apoio prestado

pelo agente tutor ao aluno durante a realização das actividades de aprendizagem. De seguida, apresentam-se as características da plataforma iDomus nestas duas perspectivas.

### 5.3.2.1 Área do Docente

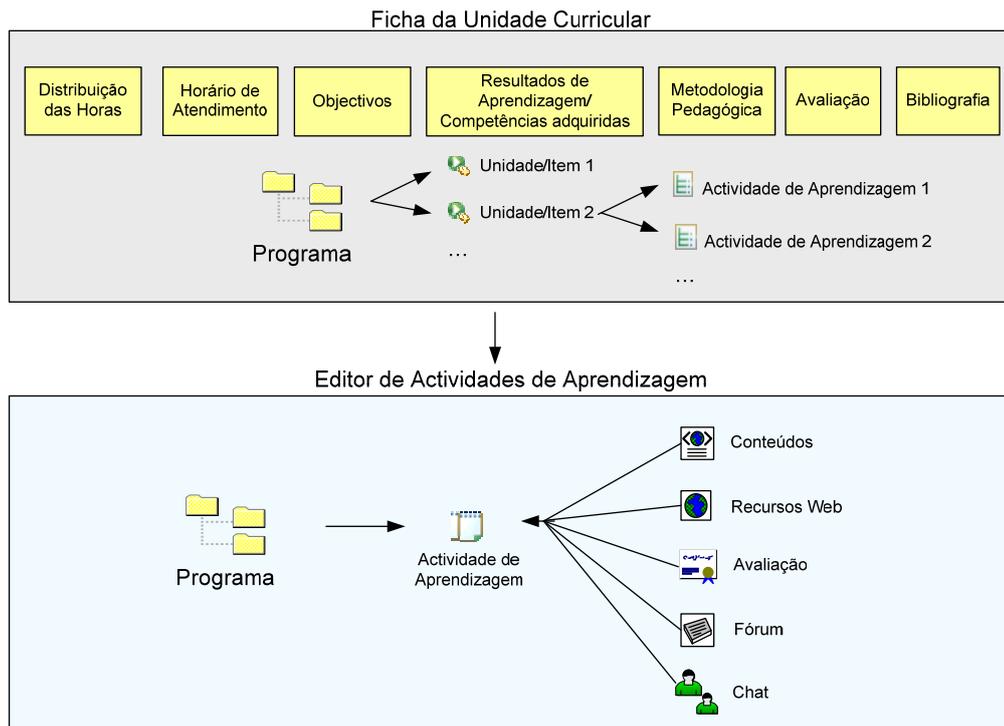
O docente ao fazer o planeamento da unidade curricular especifica quais as actividades realizadas nas horas presenciais e nas horas não presenciais. A necessidade de contabilizar todo o esforço do aluno é uma forte motivação para implementar um modelo de *blended-learning*.

O docente, ao entrar na plataforma iDomus, é-lhe solicitado o preenchimento da ficha da unidade curricular na qual é feito todo o planeamento das actividades pedagógicas. As componentes da ficha da unidade curricular são: objectivos, resultados de aprendizagem, competências adquiridas, programa com planeamento das horas presenciais e não presenciais, horário de atendimento, metodologia pedagógica, métodos de avaliação e bibliografia.

O programa é o elemento fundamental de planeamento da unidade curricular. É através da estrutura do programa que são criadas as unidades de aprendizagem e as actividades de aprendizagem que compõem a estrutura do *Learning Design* (Figura 5.9).

No sentido de permitir uma reutilização das unidades e uma aprendizagem em várias unidades curriculares, definiu-se como nível de granularidade das unidades de aprendizagem o capítulo, que corresponde ao nó principal da árvore do programa da unidade curricular.

Os itens de cada unidade são mapeados em actos (*Acts*) e execuções (*Plays*), os quais contém as actividades de aprendizagem. Os itens ou actividade inseridas são sempre adicionadas ao nó seleccionado na árvore, não existindo um limite para o número de itens que cada unidade pode conter.



**Figura 5.9 – Processo de autoria das actividades de aprendizagem**

O docente ao inserir as actividades escolhe qual a duração das actividades e se estas correspondem a horas presenciais ou não presenciais. As horas inseridas são automaticamente descontadas no número de horas totais, dando um alerta quando este número é ultrapassado (Figura 5.10).

Após a inserção do programa da unidade curricular, é solicitada a inserção da metodologia de avaliação, que inclui para cada item da avaliação a ponderação, uma previsão da semana ou data que irá ser efectuada, a duração da actividade de avaliação e se são horas de contacto - não presenciais ou de avaliação.

No caso de o docente inserir uma data específica pode também indicar se essa data fica visível ou não na agenda do aluno. A inserção das datas é feita com base no calendário que contém o período de aulas e as épocas de avaliação do calendário escolar, assim como os respectivos feriados.



**Figura 5.10 - Inserção do programa da ficha da unidade curricular**

A inserção dos objectivos, resultados de aprendizagem, competências adquiridas e metodologia pedagógica é feita em campos de texto livre, ao passo que o horário de atendimento e a bibliografia são inseridos por itens de forma estruturada.

Após o docente terminar o preenchimento da ficha da unidade curricular, ao pressionar o botão gravar, todos os dados são gravados na base de dados e é criada a estrutura base do *Learning Design*, organizada em unidades e actividades de aprendizagem.

O docente ao entrar no editor de *Learning Design* é-lhe apresentado a estrutura das actividades que inseriu no programa, podendo atribuir os recursos necessários para cada actividade de aprendizagem existentes na área de gestão de recursos. Estes recursos incluem ficheiros, recursos Web, serviços de comunicação e testes de avaliação.

Os conteúdos podem ser criados ou editados *online* usando o editor de HTML FCK (www.fckeditor.net). O editor FCK tem uma interface e funcionalidades idênticas aos editores de *desktop*, permitindo a criação de páginas Web sem necessitar de possuir conhecimentos de HTML (Figura 5.11).

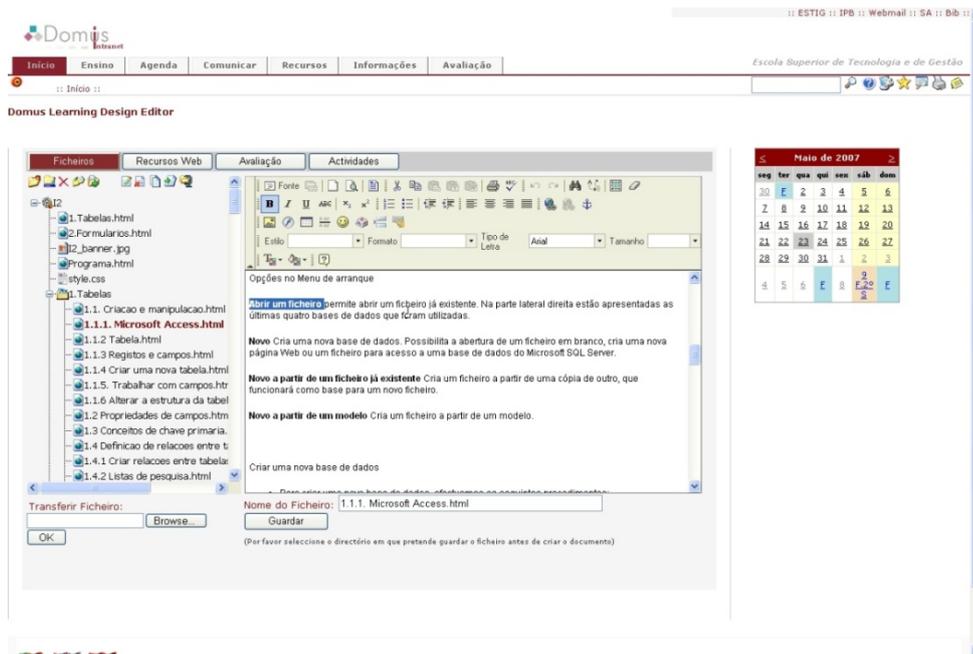


Figura 5.11 - Editor de *Learning Design* – área de gestão de conteúdos

Na área de gestão de ficheiros, o docente pode transferir documentos e fazer a gestão tanto de pastas como de ficheiros, assim como compactar e descompactar. No caso de um ficheiro estar compactado e contenha um ficheiro com o nome “imsmanifest.xml”, então significa que é um pacote de *Learning Design*. Assim, é dada a opção de transferir a estrutura de *Learning Design* para a base de dados.

A área de Recursos Web permite gerir hiperligações organizadas em categorias, para serem depois adicionadas às actividades. As operações incluem inserir, alterar e remover ligações, assim como criar, alterar e remover categorias.

A área de avaliação disponibiliza ferramentas de gestão de testes, na qual o docente pode inserir testes de avaliação, usando a especificação IMS Question and Test Interoperability (QTI).

Este editor de elementos de avaliação permite a transferência de testes na norma QTI ou a inserção de um novo teste. Os testes que podem ser criados *online* neste momento são do tipo de escolha múltipla.

Para inserir um teste de escolha múltipla, o docente indica quantas perguntas pretende inserir e quantas opções de resposta tem cada pergunta, assim como o tempo limite para o teste. De seguida, é carregado o formulário para o docente inserir cada uma das perguntas, as opções de resposta e a indicação de qual das opções é a correcta.

O aluno ao realizar o exame que foi atribuído a uma determinada actividade de aprendizagem responde às perguntas de escolha múltipla, as quais são depois verificadas com as respostas correctas que se encontram na base de dados. Deste modo, é possível atribuir automaticamente a classificação do teste.

A gestão *online* de conteúdos, ligações, serviços de comunicação e testes de avaliação tem a finalidade de disponibilizar aos alunos recursos de aprendizagem estruturados através de actividades. Deste modo, a componente mais importante do editor é o gestor de actividades de aprendizagem (Figura 5.12).

A estrutura das actividades de aprendizagem é carregada com base no programa inserido na ficha da unidade curricular. Esta estrutura pode ser alterada no editor de actividades, sem que o docente tenha que voltar a alterar a ficha da unidade curricular.

Para a atribuição de recursos a actividades, é disponibilizado um painel com as actividades e outro com os recursos. A atribuição dos recursos a actividades é efectuado através da selecção da actividade e do recurso (ficheiro, hiperligação, teste de avaliação ou serviço de comunicação) que se pretende associar. Após a associação do recurso é inserido um novo nó na árvore de actividades.

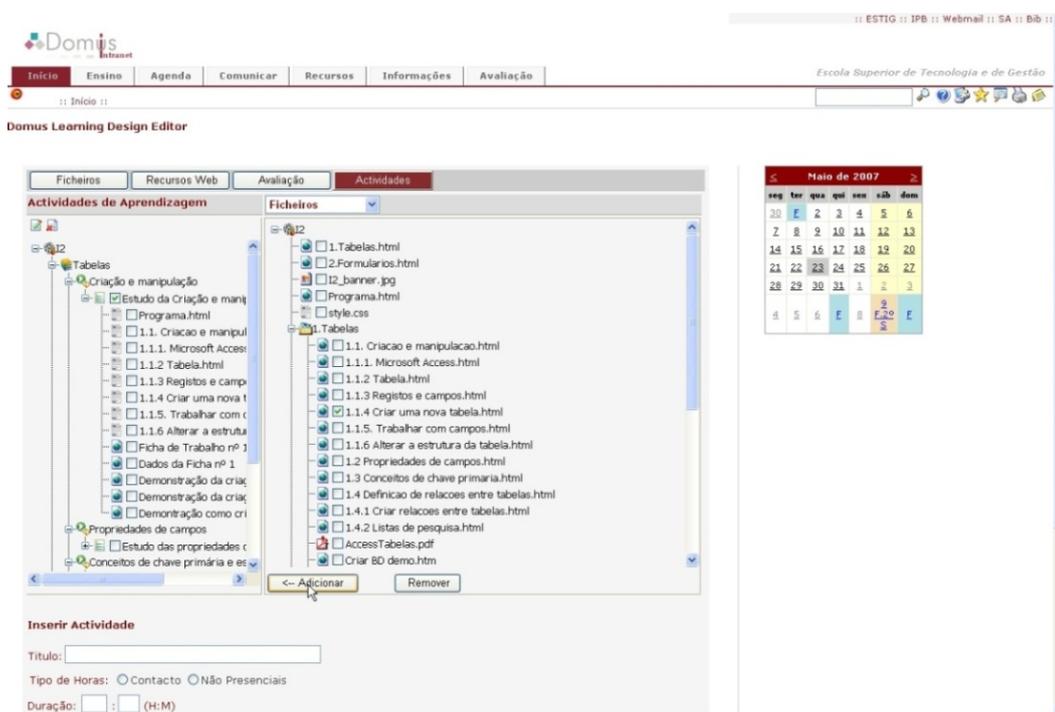


Figura 5.12 - Editor de actividades de aprendizagem

O desenvolvimento de unidades de aprendizagem requer o conhecimento da estrutura do IMS *Learning Design*. Para que todos os docentes possam usar um editor de *Learning Design* é necessário simplificar o processo de criação de conteúdos. Deste modo, criou-se um sistema hierárquico baseado em itens e actividades, em que o docente só necessita de organizar as actividades com base na estrutura do programa da unidade curricular.

O docente tem ainda ao seu dispor um *player* de *Learning Design* que simula a vista do aluno, apresentando a estrutura dos conteúdos da unidade curricular em actividades de aprendizagem e os respectivos recursos associados.

### 5.3.2.2 Área do Aluno

A área do aluno é aquela que teve uma maior atenção no desenvolvimento do protótipo, devido ao principal objectivo de estudar o impacto dos agentes tutor e da organização em actividades de aprendizagem no processo educativo.

A página inicial do protótipo iDomus usa a filosofia de um desktop virtual em que o aluno tem acesso a notícias, informações e conteúdos que necessita no dia-a-dia. Ao dotar-se a página inicial de um conjunto de conteúdos para além do ensino, tem a finalidade de tornar o protótipo iDomus a aplicação de acesso à informação e ao conhecimento académico e social.

Os recursos que são disponibilizados na página inicial são as notícias, carregadas externamente através do formato RSS (*Really Simple Syndication*) e as internas, da escola ou curso. Foi também disponibilizado um sistema de consulta das últimas mensagens de correio electrónico, mensagens do fórum, conteúdos mais recentes, avisos, agenda da semana, utilizadores *online*, calendário e dicas (Figura 5.13).

O menu principal é constituído, para além da página inicial, pelo menu aprendizagem, agenda, comunicar, recursos, e-serviços e meuEspaço. Em virtude de se estar na presença de um protótipo, algumas das funcionalidades não foram implementadas na sua plenitude, tendo como objecto o estudo da sua viabilidade de desenvolvimento futuro.

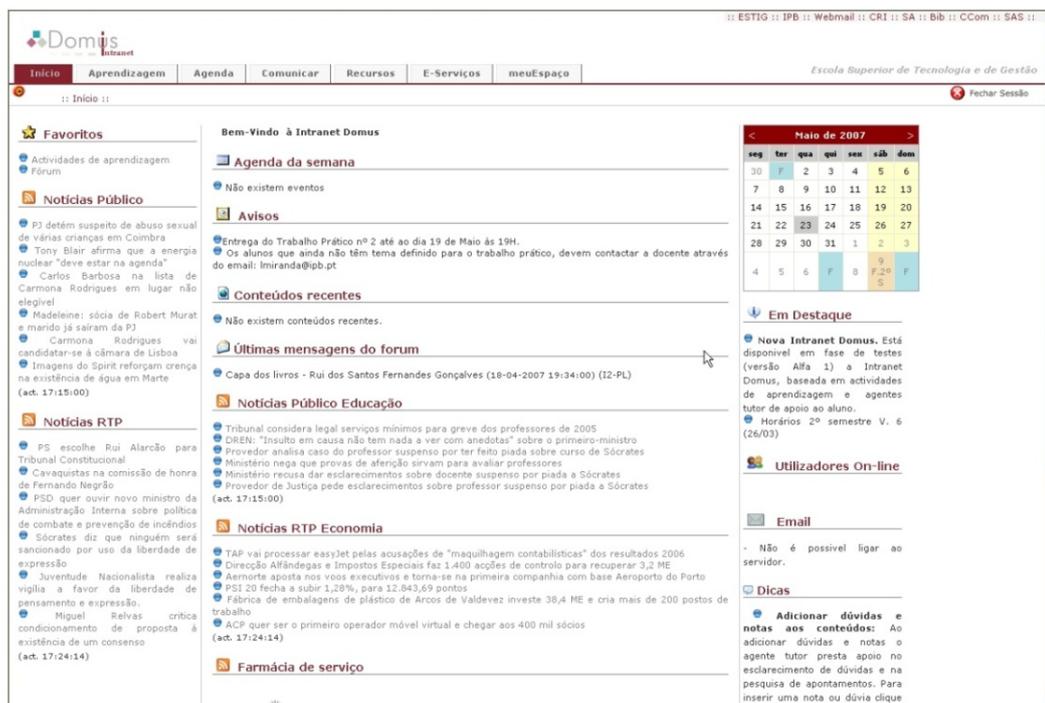


Figura 5.13 - Página inicial da área de aluno do protótipo iDomus

As áreas que não foram completamente implementadas incluem o menu agenda que só mostra a agenda da semana sem navegação interactiva e o menu E-serviços que neste momento só contém ligações para aplicações externas dos serviços da ESTiG e do IPB.

Como o objectivo deste protótipo é o de avaliar o impacto dos agentes tutor no apoio ao aluno e a organização dos conteúdos baseada em actividades, o maior esforço de desenvolvimento centrou-se no menu Aprendizagem, que corresponde *ao player* de *Learning Design*.

A área de aprendizagem é constituída pela árvore de conteúdos (estrutura do *Learning Design*), a área onde são visualizados os respectivos conteúdos, a área de inserir dúvidas e notas e a área de apoio do agente tutor (Figura 5.14).

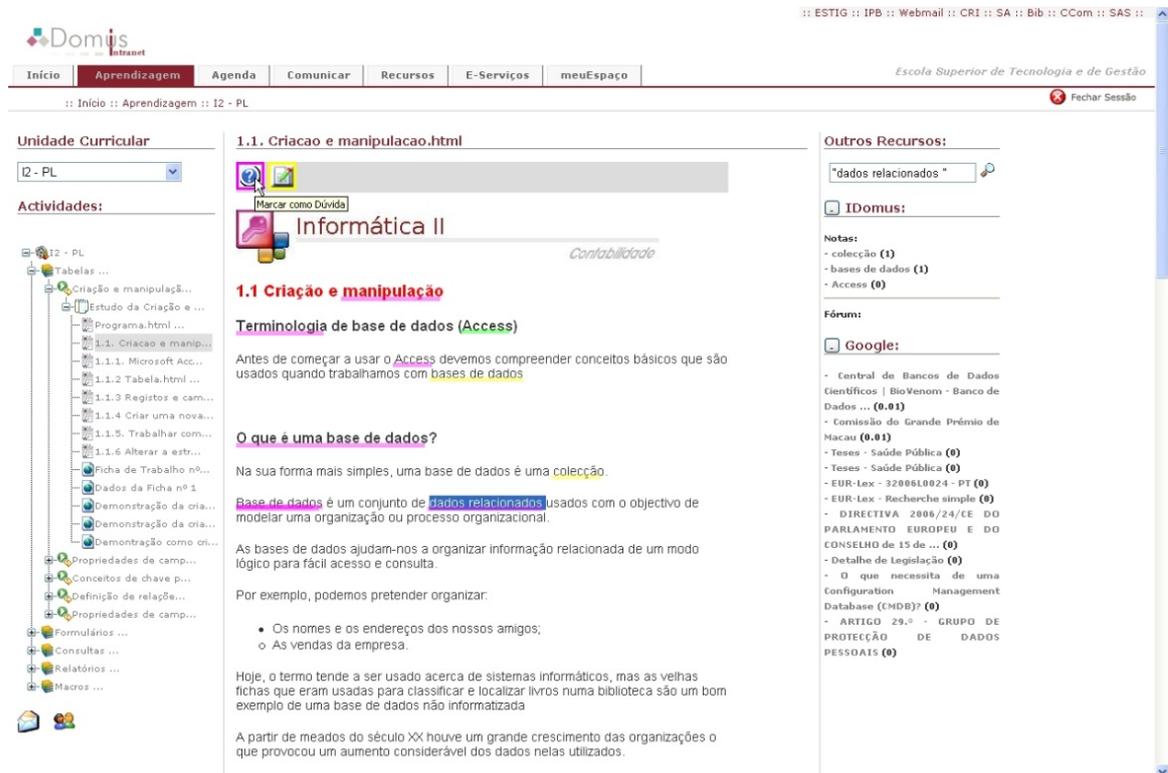


Figura 5.14 – Menu de aprendizagem do protótipo iDomus

A grande versatilidade do *Learning Design* tem um inconveniente que é a maior complexidade do modelo, o que dificulta a sua implementação prática. Para tornar mais simples o desenho de actividades de aprendizagem foi feito um mapeamento automático baseado em modelos da estrutura base para o *blended-learning*. Desta forma, os docentes tem automaticamente carregadas as funções, ambientes, actos e execuções, referidos anteriormente e que constituem o modelo de *Learning Design*, sem terem necessidade de conhecerem o encadeamento destes elementos.

A organização das actividades de aprendizagem, dos actos e execuções foi feita de forma a tornar mais fácil a navegação do aluno na árvore de conteúdos. Como a personalização das actividades raramente é efectuada pelos docentes, optou-se por reduzir a complexidade da organização das unidades e actividades.

Para possibilitar a simplificação da navegação foi criado um mecanismo de adaptação dinâmico da estrutura da árvore, condensando nós que apresentam uma representação semântica idêntica. Por exemplo, uma execução (*Play*) que contém um único acto (*Act*) com a mesma descrição semântica é condensada num único nó, diminuindo a profundidade do número de nós sem colocar em causa os objectivos da

estrutura de *Learning Design*. Este mapeamento é útil quando não se pretende usar todas as potencialidades do *Learning Design*, o que permite uma navegação mais fácil por parte do aluno na árvore de conteúdos.

A colaboração é um elemento importante na estrutura do *Learning Design*. O docente pode adicionar serviços de comunicação a uma actividade, os quais são mapeados dinamicamente para fóruns ou canais de Chat da plataforma iDomus.

O fórum apresenta as características típicas de uma aplicação deste género (Figura 5.15), nomeadamente ao nível de organização de mensagens e funcionalidades de gestão das mesmas. Além das funcionalidades básicas foi adicionado um mecanismo de classificação das mensagens, tendo como base o número de assuntos colocados e as repostas aos diversos assuntos, incluindo o conteúdo e a relevância das respostas através da votação dos utilizadores.

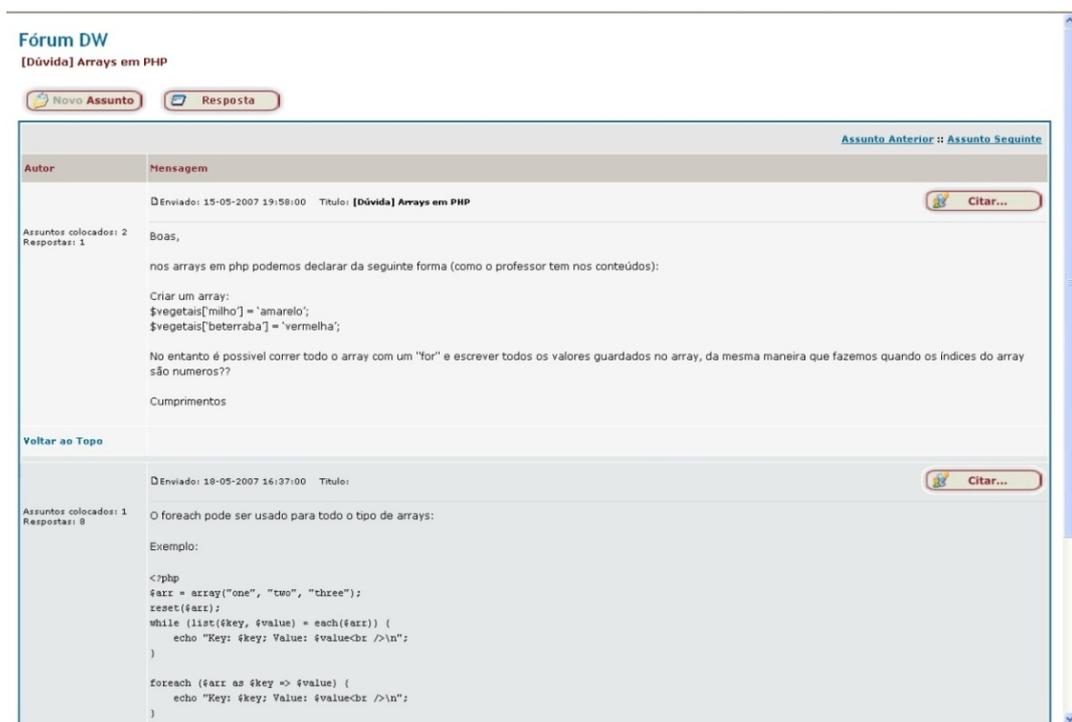


Figura 5.15 - Fórum do protótipo iDomus

Ao nível da comunicação síncrona, foi desenvolvido um canal de Chat baseado em tecnologia Ajax, no sentido de criar um ambiente mais interactivo. Como as aplicações típicas de Chat recorrem ao uso de frames para actualizar continuamente as mensagens, o que implica que o utilizador não tenha a possibilidade de controlar essa

atualização. O Chat do protótipo iDomus ao usar a tecnologia Ajax torna-se possível a parametrização da actualização da janela de mensagens e de utilizadores, algo que não seria possível com o uso da tecnologia clássica baseada em Frames ou Iframes.

No sentido de potenciar a colaboração e de integrar as tecnologias associadas à Web 2.0, foi criada a área *meuEspaço*. No *meuEspaço* é disponibilizado um *Wiki* onde os alunos podem publicar conteúdos de uma forma simples e colaborativa.

O motor de *wikis* usado foi o *ScrewTurn Wiki* (<http://www.screwturn.eu>), o qual foi integrado dentro da plataforma. O *Screwturn Wiki* é um projecto *open source* que tem como objectivo principal disponibilizar um motor de *wikis* simples, rápido e de fácil instalação.

Os *wikis* e blogues são ferramentas colaborativas por excelência, permitindo uma rápida publicação de conteúdos e a sua discussão. Os blogues são mais adequados para a publicação da informação pessoal, funcionando como um diário, ao passo que os *wikis* têm a finalidade de serem sistemas de publicação colaborativa, podendo ser organizados os conteúdos de uma forma livre.

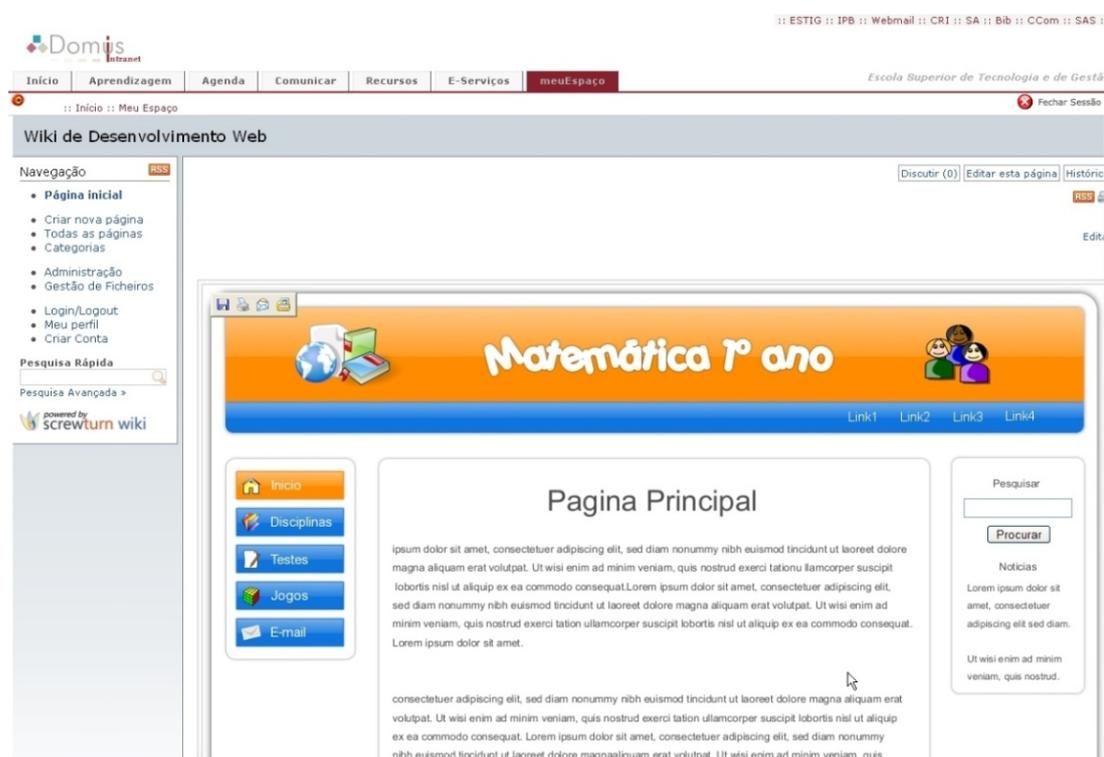


Figura 5.16 - Wiki do protótipo iDomus

O *Wiki Screwturn* foi configurado na plataforma iDomus para servir também como portfólio, no qual os alunos podem publicar os seus trabalhos (Figura 5.16). Todos os utilizadores inscritos a uma unidade curricular podem também criar novas páginas e categorias para organizarem as páginas. As páginas são criadas num editor gráfico, o que permite aos utilizadores que não conheçam a sintaxe específica dos *wikis* uma maior rapidez na criação de novas páginas.

Um exemplo real das potencialidades dos *wikis* para a produção colaborativa de conteúdos é a *Wikipedia* ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)). A *Wikipedia* é uma enciclopédia livre que conta com mais de 1 820 000 artigos na língua Inglesa e 262 000 em Português. Leuf [Leuf e Cunningham 2001] refere que os *wikis* podem ser usados eficazmente para criar documentos em grupo, para a revisão de artigos e inserção de comentários, para criar conteúdos de forma colaborativa, tal como é feito na *Wikipedia*, e para divulgar informações de diversa ordem.

A utilização de *wikis* em ambientes de *e-learning* é importante para a criação de comunidades virtuais de aprendizagem, em que a colaboração é a base fundamental da aprendizagem [Leuf e Cunningham 2001].

### 5.3.2.3 Agente Tutor MyDomus

O agente tutor MyDomus integrado no protótipo iDomus tem como principal objectivo o suporte ao processo de aprendizagem, ajudando a esclarecer dúvidas e a seleccionar recursos relacionados com as actividades.

A estratégia da organização dos conteúdos em actividades de aprendizagem é fundamental para o agente poder “entender” o contexto da aprendizagem e assim produzir conhecimento com base em experiências passadas.

Figueiredo [Figueiredo e Afonso 2005] considera os contextos e os conteúdos como elementos fundamentais do modelo de aprendizagem. O modelo de aprendizagem define a actividade de aprendizagem como a situação na qual os indivíduos aprendem, o conteúdo como a informação que foi estruturada e é constituída por texto, matérias multimédia, a palavra do professor ou qualquer outro meio, e o contexto como um conjunto de circunstâncias que são relevantes para o aluno construir o conhecimento através da ligação ao conteúdo.

Desta forma, as actividades de aprendizagem permitem estabelecer a ligação entre o conteúdo e os contextos, o que permite a criação de ambientes de aprendizagem baseados na aquisição de competências e centrados nos resultados de aprendizagem, tal como é preconizado pelo modelo de Bolonha.

Com a contextualização dos conteúdos, o agente tutor tem um ambiente mais rico para a extracção do conhecimento do que num modelo somente baseado nos conteúdos, que é comum às plataformas de *e-learning* baseadas nas normas SCORM.

Todo o processo de aquisição de conhecimento é baseado no perfil dos alunos. O agente tutor para poder prestar apoio ao aluno necessita de conhecer o perfil, o qual é composto pelos seguintes itens:

- Estilo de aprendizagem - Nível de preferência por cada um dos estilos de aprendizagem.
- Colaboração no processo de aprendizagem - Colocação de assuntos no fórum, resposta a assuntos e notas inseridas.
- Resultados obtidos na aprendizagem - Resultados obtidos nos testes de avaliação e média das notas às unidades curriculares da mesma área científica.

Para a identificação do estilo(s) de aprendizagem do aluno usou-se o questionário Honey-Alonso de estilos de aprendizagem: CHAEA [Honey e Alonso 1999], adaptado e validado para a língua portuguesa por Miranda [Miranda 2005]. O questionário usado, que pode ser consultado no Anexo 2, foi disponibilizado em formato electrónico para os alunos preencherem quando entram pela primeira vez na plataforma iDomus.

O questionário é composto por oitenta questões relacionadas com cada um dos estilos de aprendizagem: activo, reflexivo, teórico e pragmático. Para cada pergunta o aluno atribui o valor de preferência entre um e quatro. Após o preenchimento do questionário, o sistema calcula a soma das preferências de cada pergunta, obtendo a pontuação total para cada estilo.

Para a catalogação de cada estilo é usada uma tabela de correspondência das perguntas aos estilos (Anexo 2). O nível de preferência final é obtido com base no seguinte quadro [Miranda 2005]:

Nível de preferência	Estilo activo	Estilo reflexivo	Estilo teórico	Estilo pragmático
Muito Baixa	[20, 48]	[20, 56]	[20, 50]	[20, 50]
Baixa	[49, 52]	[57, 58]	[51, 54]	[51, 53]
Moderada	[53, 57]	[59, 65]	[55, 60]	[54, 60]
Alta	[58, 61]	[66, 69]	[61, 64]	[61, 65]
Muito alta	[62, 80]	[70, 80]	[65, 80]	[66, 80]

**Quadro 5.1 - Critérios para o cálculo dos níveis de preferência [Miranda 2005]**

Os níveis de preferência indicam o grau de compatibilidade de cada aluno com as características de cada estilo de aprendizagem, existindo normalmente numa turma uma combinação bastante variada, razão pela qual existe um interesse em estudar os estilos de aprendizagem.

Após a conclusão do inquérito é guardado na base de dados as preferências do aluno por cada uma dos estilos, informação que é depois usada pelo agente para a determinação do perfil do aluno.

O agente tutor MyDomus tem duas formas de actuar, a forma proactiva, no caso de o aluno ultrapassar o tempo estipulado para a actividade, e a forma reactiva, quando o aluno marca como dúvida um determinado tema dos conteúdos.

Na forma de actuação proactiva, o agente tutor selecciona os alunos com perfil idêntico e atribui o tempo de execução da actividade, caso seja o primeiro aluno a executar a actividade usa o tempo de referência atribuído pelo docente. Caso o aluno ultrapasse o tempo estipulado, o agente invoca o motor CBR que através da metodologia *fuzzy* selecciona as notas, mensagens do fórum e recursos Web relacionados. Todas as acções do aluno são registadas, para o agente poder melhorar o nível de adaptabilidade.

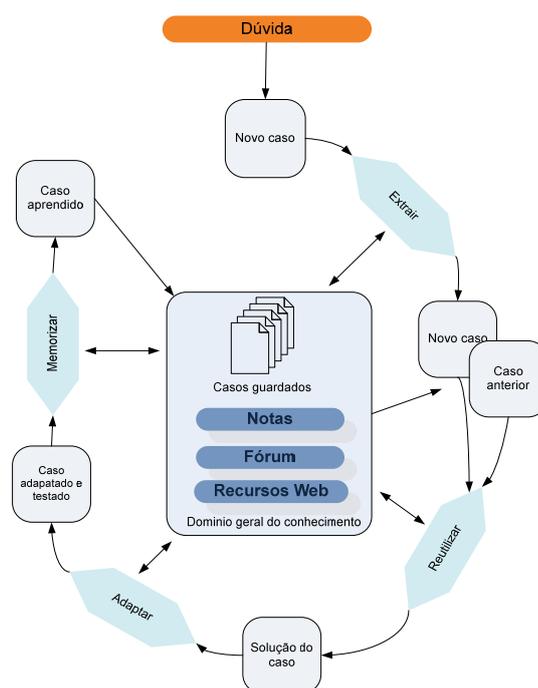
A acção reactiva do agente tutor inicia-se quando o aluno marca uma nova dúvida, em que o agente através da metodologia CBR selecciona as notas, mensagens do fórum e recursos Web que possam ajudar a esclarecer essa dúvida. Os recursos são ordenados com base na semelhança obtida através da metodologia *fuzzy* e o aluno pode classificar os recursos Web e adicionar comentários, sendo depois usados esses dados em casos futuros.

A actuação reactiva do agente pode ser activada pela inserção de uma dúvida ou pelo clicar numa nota ou dúvida existente. A inserção de uma dúvida é a acção que possui um ciclo da metodologia *Case Based Reasoning* (CBR) mais completo (Figura 5.17).

A inserção de notas e dúvidas nos conteúdos é feita recorrendo ao DHTML (*Dynamic HTML*). O DHTML reúne as tecnologias HTML, Javascript, folhas de estilo (CSS) e o Modelo de Objecto de Documentos (DOM), para permitir que uma página Web seja modificada dinamicamente no cliente, sem necessidade de novos acessos ao servidor Web.

O aluno ao seleccionar o texto e clicar no botão inserir dúvida, é invocada a função em Javascript que dinamicamente adiciona uma nova camada (*div*) com base nas coordenadas do texto seleccionado. Depois de criar a camada da dúvida é invocado o motor CBR através do Ajax (*Asynchronous JavaScript and XML*).

O Ajax usa o objecto XMLHttpRequest para obter dados do servidor assincronamente, sem a necessidade de recarregar toda a página quando só uma pequena porção dos dados necessita de ser actualizada.



**Figura 5.17 - Ciclo CBR [Aamodt e Plaza 1994] adaptado ao iDomus**

A inserção de notas também adiciona uma nova camada com a cor amarela por baixo do texto seleccionado (Figura 5.18). Por baixo do texto seleccionado surge uma caixa de texto para inserir a nota. O aluno ao clicar no botão inserir nota, também é

invocado o motor CBR para apresentação de notas, mensagens do fórum e recursos Web relacionados com o assunto.

O motor CBR, que suporta o agente tutor MyDomus, usa a lógica *fuzzy* para a extracção de casos semelhantes. A lógica *fuzzy* usa vários estados de representação, ao contrário da lógica Booleana que só usa dois. Estes diversos estados *fuzzy* indicam o nível de preferência do aluno por cada um dos estilos e o grau de semelhança entre as dúvidas, notas e recursos.

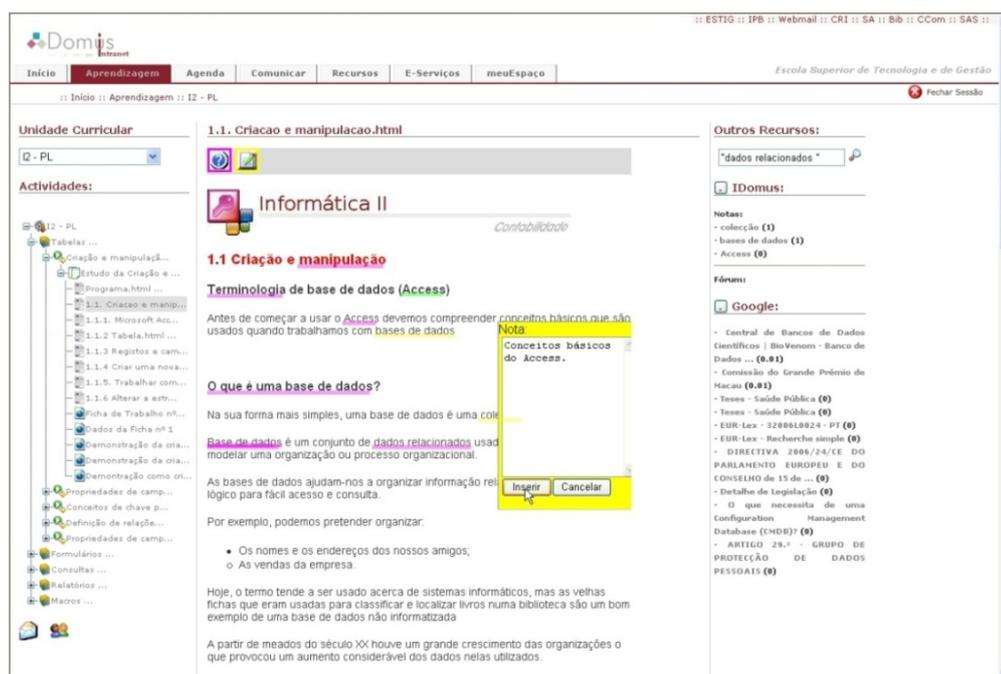
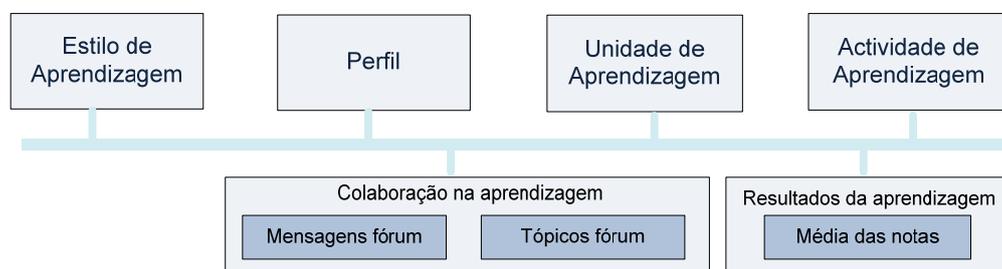


Figura 5.18 – Adição de notas aos conteúdos

A metodologia CBR é baseada no pressuposto que se dois problemas são similares no que diz respeito aos atributos que os descrevem, estes continuam a ser similares para um conjunto de atributos que descrevem a solução. Este princípio é a base da reutilização da experiência passada para resolver novos casos.

O processo de extracção de casos é baseado na semelhança dos casos, assumindo que alunos com perfis idênticos têm tendencialmente um percurso de aprendizagem semelhante. Para o cálculo da semelhança dos casos foram usados coeficientes de ponderação que permitem enquadrar a dúvida do aluno relativamente à experiência de aprendizagem, ao nível geral, da unidade curricular e da actividade de aprendizagem (Figura 5.19).

Na base da escolha dos coeficientes de ponderação está a relação que o estilo de aprendizagem tem relativamente à colaboração no processo de aprendizagem e aos resultados obtidos.



**Figura 5.19 - Cálculo da semelhança dos casos, usando a lógica fuzzy**

Para identificar os alunos com perfis idênticos, é considerado o número de tópicos colocados no fórum e o número de mensagens. Também são considerados os resultados obtidos na avaliação de todas as unidades curriculares, através das notas dos elementos de avaliação já efectuados e, caso esteja disponível, a avaliação de outras actividades da mesma unidade de aprendizagem (Figura 5.20).

$$\text{Sem\_final} = \text{Estilo} \times 0,4 + \text{Caso\_perfil} \times 0,1 + \text{Caso\_unidade} \times 0,2 + \text{Caso\_actividade} \times 0,3$$

$$\text{Sem\_caso} = \text{Topicos} \times 0,2 + \text{Mensagens} \times 0,2 + \text{Avaliação} \times 0,6$$

**Figura 5.20 - Fórmula de cálculo da semelhança final**

O cálculo da semelhança entre os casos é um factor crítico para a relevância dos casos extraídos. Este pode ser feito recorrendo a diversas técnicas, das quais se destacam [Setnes, *et al.* 1998]:

- combinação numérica dos vectores das características (propriedades, atributos, etc.) que representam o conhecimento dos casos, usando diferentes combinações de regras;
- semelhança das estruturas das representações, nas quais cada caso é representado como uma estrutura;
- semelhança baseada nos objectivos, no qual o peso dos atributos dos casos memorizados é comparado com os atributos do novo caso, em que a definição do peso dos atributos depende do objectivo a atingir;

- semelhança baseada em regras, na qual os casos previamente guardados são usados para criar novos conjuntos de regras, constituindo vectores de características dos casos;
- conjunção dos métodos anteriores, de acordo com as hierarquias específicas do problema.

O método de cálculo escolhido para obter a semelhança entre casos foi o *fuzzy*. Este método apresenta a vantagem de permitir criar categorias de semelhança de compatibilidade, o que se revela uma grande vantagem em ambientes subjectivos como são os de aprendizagem. O método usado para o cálculo da semelhança de um mesmo conjunto *fuzzy* encontra-se representado na Figura 5.21

$$Sem(a, b) = 1 - \frac{|b - a|}{|\beta - \alpha|} \quad a, b \in [\alpha, \beta]$$

Figura 5.21 – Cálculo da semelhança num conjunto *fuzzy*

A semelhança representa um valor entre 0 e 1 entre dois atributos de dois casos de um determinado conjunto *fuzzy*, em que A é o valor do atributo do primeiro caso e B é o valor do atributo do segundo caso. O conjunto *fuzzy* encontra-se delimitado pelos valores  $\alpha$  e  $\beta$ , que correspondem ao valor mínimo e máximo do conjunto.

O valor da semelhança é depois traduzido em valores *fuzzy*, que representam o nível de compatibilidade entre os casos, com base nos seguintes intervalos:

- 0: *Incompatível* →  $Sem \in [0, 0.2[$
- 1: *Pouco compatível* →  $Sem \in [0.2, 0.4[$
- 2: *Compatível* →  $Sem \in [0.4, 0.6[$
- 3: *Muito compatível* →  $Sem \in [0.6, 0.8]$
- 4: *Extremamente compatível* →  $Sem \in [0.8, 1]$

Após a obtenção da compatibilidade entre cada um dos estilos: activo, reflexivo, teórico e pragmático, é calculada a semelhança global dos estilos de aprendizagem, através da seguinte fórmula da Figura 5.22.

$$Sem_{estilos} = \frac{\prod_{n=1}^{n=5} Sem * V_{fuzzy}}{K^5}$$

K=5 (Max valores *fuzzy*)

Figura 5.22 - Cálculo da semelhança entre estilos de aprendizagem

Além da teoria de conjuntos *fuzzy* para o cálculo da semelhança entre casos, usou-se o método da vizinhança (KNN) para comparar os resultados. O algoritmo KNN procura por um conjunto de casos (K) semelhantes ao caso que se pretende encontrar a solução. A semelhança é calculada com base no peso de cada atributo, existindo uma fórmula para o cálculo de valores discretos e outra para valores indiscretos (por exemplo texto).

$$Sim(q, c) = \sum w_i * Sim(q_i, c_i)$$

$$w_i \rightarrow [0-1] \rightarrow \sum_i w_i = 1$$

$$w_i = \frac{Atrib_i}{\sum_{i=1}^n Atrib_i}$$

Valores indiscretos:

$$Sim(q_i, c_i) = \begin{cases} 1 \rightarrow q_i = c_i \\ 0 \rightarrow q_i \neq c_i \end{cases}$$

Valores discretos:

$$Sim(q_i, c_i) = \left\{ \frac{1}{|q_i - c_i|} \right\}$$

Figura 5.23 – Algoritmo KNN

No caso de os valores serem indiscretos, por exemplo texto, a semelhança só atinge o valor 1 ou 0 conforme os atributos sejam iguais ou diferentes. No caso de serem discretos pode assumir vários valores no intervalo 0 a 1 (Figura 5.23).

O estilo dos alunos tem interferência no processo de aprendizagem, o que poderá influenciar os resultados da aprendizagem, no caso de as estratégias adoptadas pelo docente não estejam adequadas aos estilos de aprendizagem dos alunos.

O ciclo de aprendizagem defendido por Kolb [Kolb 1984] demonstra que a aprendizagem é um processo contínuo e que uma experiência concreta é a base das observações e reflexões que permitem o desenvolvimento de uma teoria. É com base nesta teoria que se pretende investigar a influência dos estilos de aprendizagem no processo de aprendizagem.

A compatibilidade entre os níveis de preferência dos estilos de aprendizagem é usada quando o aluno coloca uma dúvida, o que permite relacioná-la com outras colocadas anteriormente por outros alunos. Esta é uma forma de aplicar a teoria do raciocínio baseado em casos para a reutilização dos contextos de aprendizagem.

Para a obtenção do nível de participação do aluno no processo de aprendizagem são considerados os tópicos colocados no fórum e as mensagens totais. Para a obtenção da semelhança da colaboração é usada a seguinte fórmula:

$$Intervalo = \frac{Max - Min}{5}$$

A variável Min representa o número mínimo de mensagens colocadas no fórum da unidade curricular e Max o número máximo. Para se obter o intervalo correspondente dos valores *fuzzy*, dividiu-se pelo número de elementos do conjunto, que são cinco estados diferentes, dando a seguinte correspondência:

Participação:

- 1- Muito Baixa
- 2- Baixa
- 3- Moderada
- 4- Alta
- 5- Muito Alta

Para a obtenção dos resultados da aprendizagem é calculada a média das notas obtidas às unidades curriculares da mesma área científica, a média de todas as avaliações realizadas até ao momento na actual unidade curricular e por último a média de todas as notas dos elementos de avaliação da actual unidade de aprendizagem. Isto permite saber qual o nível de conhecimento do aluno na área científica da unidade curricular e também nas actividades de aprendizagem da própria unidade curricular.

As médias obtidas são depois convertidas para a escala de 0 a 5 que corresponde aos valores *fuzzy* escolhidos. Como os resultados de aprendizagem influenciam a forma como o agente tutor MyDomus estima o tempo para a realização da presente actividade de aprendizagem, parte-se do princípio que um aluno que apresenta maiores dificuldades em determinada matéria poderá receber um maior contributo de colegas que tiveram o mesmo tipo de dificuldades, apresentando como solução do caso as soluções encontradas para casos de alunos com perfil idêntico.

O agente MyDomus usa a informação do estilo de aprendizagem, da colaboração no processo de aprendizagem e dos resultados da aprendizagem, para a extracção de casos semelhantes. Os casos seleccionados são depois apresentados ao aluno durante a realização de determinada actividade de aprendizagem, ajudando o aluno a ultrapassar determinadas dificuldades.

Além dos conteúdos disponibilizados pelo docente, associados a determinada actividade de aprendizagem, o contexto da aprendizagem é composto pelas anotações, mensagens do fórum de discussão e recursos Web. O objectivo do agente MyDomus é seleccionar os recursos adequados ao contexto do aluno, para assim melhorar o processo de aprendizagem.

As anotações, tal como foi referido anteriormente, são adicionadas aos próprios conteúdos. Para estas serem extraídas no ciclo CBR é usado um algoritmo de comparação de *strings* baseado no algoritmo Naïve [Wirth 1976], que calcula o número de caracteres sequenciais (Figura 5.24)

O  $k$  indica o número de letras consecutivas encontradas, sendo elevado ao quadrado para ter um peso mais significativo. Desta forma, a semelhança apresenta um valor mais elevado para um número de caracteres sequenciais mais elevado do que para o mesmo número de caracteres divididos em várias sequências.

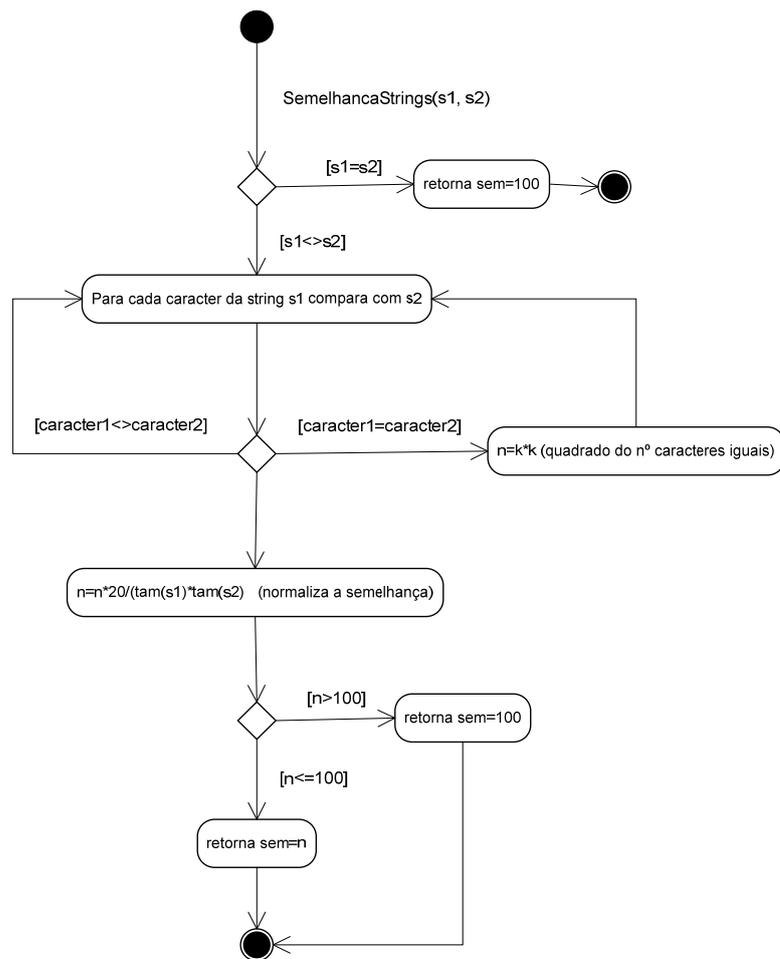
$$Sem = \frac{n * 20}{s1.Length * s2.Length} \Rightarrow Sem \in [0, 100]$$

$$n = \sum k^2$$

*S1 - Primeira string*  
*S2 - Segunda string*  
*K - Número de letras consecutivas*  
*N - Quadrado do número de letras consecutivas*

**Figura 5.24 - Fórmula de cálculo da semelhança entre duas strings**

O valor final da semelhança entre 0 e 100 é depois convertido para o conjunto de cinco valores *fuzzy*, usando o mesmo método aplicado aos estilos de aprendizagem, mensagens do fórum e médias de avaliação (Figura 5.25).



**Figura 5.25 - Algoritmo de cálculo da semelhança entre duas strings**

As recomendações apresentadas pelo agente tutor myDomus incluem, além do conhecimento interno, notas e fóruns, o conhecimento externo, proporcionado por recursos Web.

Para a selecção de recursos Web usou-se o *Web Service* do Google que permite a pesquisa através do motor de busca Google, sendo os resultados enviados através do protocolo SOAP, o que possibilita a sua integração no ambiente do protótipo iDomus. Apesar de este serviço estar em versão Beta, é possível efectuar 1000 pesquisas diárias.

Recentemente foi anunciado pela Google a descontinuidade deste serviço, tendo sido substituído pelo serviço *Ajax Search API*, que utiliza a tecnologia Ajax para efectuar pesquisas no motor do Google, mas que para a sua integração com o agente tutor MyDomus apresenta maiores limitações, devido ao conteúdo da pesquisa já não estar disponível como *Web Service*.

Para a ordenação dos recursos Web retornados pelo Google, é usado um factor de ponderação baseado em pesquisas anteriores e também na votação atribuída pelos alunos a esses recursos. Isto significa que a ordenação do Google pode ser alterada com base no interesse dos alunos por determinado recurso e também com base na pontuação atribuída aos recursos.

O recurso Web utilizado é carregado numa frame, em que o aluno tem a possibilidade de inserir notas, adicionar aos favoritos e atribuir uma classificação da relevância do recurso em relação à actividade.

Desta forma, o agente tutor MyDomus permite a adaptação dos conteúdos e contextos de aprendizagem às necessidades específicas do aluno sem ser demasiado interventivo, o que poderia limitar a criatividade do aluno e modificar o ciclo de aprendizagem proposto por Kolb.

#### **5.4. Componente de *E-management***

A componente de *e-management* da Intranet Domus disponibiliza um conjunto de aplicações e serviços vocacionados para o apoio aos processos administrativos e decisórios da instituição.

Aos diversos cursos, projectos de investigação e serviços são afectados recursos humanos e logísticos que são registados em bases de dados, por via de diversas aplicações.

As bases de dados específicas de cada centro deste subsistema organizacional convergem para um *Data Warehouse*, a partir do qual se implementam aplicações integradas de gestão “*Management Information System*”, aplicações de apoio à actividade executiva “*EIS - Executive Information System*” e aplicações de suporte à decisão “*DSS - Decision Support System*” [Pires e Alves 2002].

A par deste portefólio de aplicações, o sistema de informação da Escola integra ainda uma série de serviços informáticos que facilitam a comunicação interna por via da automatização dos fluxos de informação. Neste caso, o leque de aplicações disponíveis para o efeito vai desde a simples troca de documentos por e-mail, até às ferramentas de *groupware* e de *workflow*.

O trabalho colaborativo e a automatização dos fluxos informacionais da instituição optimizam a execução dos processos administrativos, contribuindo ao mesmo tempo para a instalação de uma cultura tecnológica no seio da Escola.

Neste momento, a Intranet integra um sistema de informação misto de gestão e de suporte à decisão que permite um melhor controlo orçamental e uma afectação rigorosa dos custos aos diversos subsistemas, processos e actores institucionais.

Através deste sistema de gestão cooperativo, cada um dos intervenientes - Conselho Directivo, Secretariado e docentes - pode consultar o estado de cada processo e obter informações em tempo real. Com isto consegue-se um aumento da eficácia dos serviços prestados, sendo também apresentados diversos tipos de relatórios referentes à afectação de recursos para cada unidade ou pessoa, com base em diversos parâmetros de análise.

A componente de gestão centra-se em duas áreas distintas: a gestão orçamental e a gestão científica e pedagógica. A gestão orçamental está a cargo do Conselho Directivo, sendo delegadas algumas funções administrativas a determinados membros do Secretariado.

Os docentes têm permissões para iniciarem processos de aquisição de consumíveis ou participação de deslocações, podendo em qualquer altura consultar o seu estado e obterem um relatório das despesas efectuadas.

Para cada ano civil, o Conselho Directivo define o orçamento, através da área de gestão do Conselho Directivo, criando as categorias, as rubricas e a dotação orçamental. Opcionalmente, podem ser definidos *plafonds* para rubricas, unidades ou pessoas, garantindo uma execução orçamental mais rigorosa.

Através da área do docente são iniciados os processos de aquisição de consumíveis, equipamentos ou serviços. O sistema de apoio à decisão informa se existe dotação orçamental, facilitando a inserção de despachos do Conselho Directivo. Os docentes podem consultar na sua área a evolução dos processos, incluindo a consulta dos despachos e relatórios de despesas efectuadas (Figura 5.26).

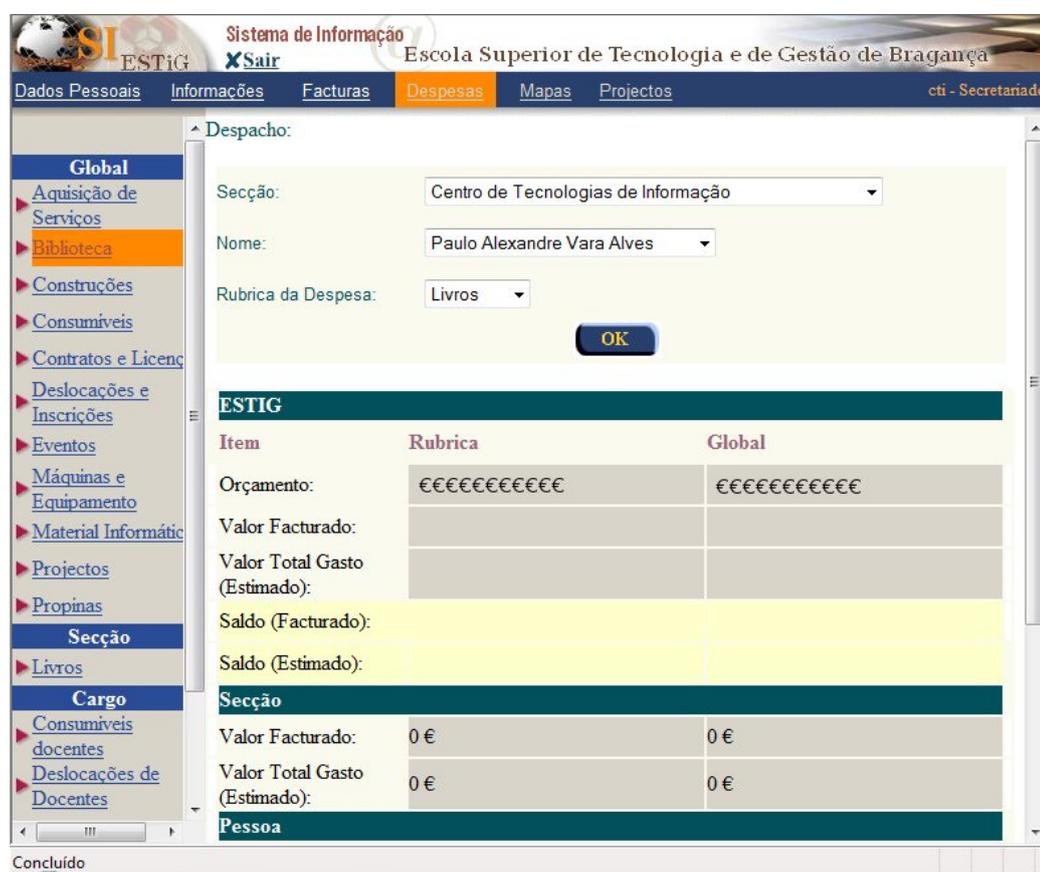


Figura 5.26 - Gestão orçamental – área do secretariado

A gestão da informação científica e pedagógica é efectuada numa vertente de gestão do currículo de cada docente e tem dois objectivos essenciais: o primeiro que consiste na geração dinâmica dos relatórios de departamento e, o segundo, de possibilitar o acesso a alunos e a toda a comunidade em geral à informação científica e pedagógica dos docentes.

As funções de pesquisa por áreas de interesse e trabalhos de investigação desenvolvidos facilitam também o estabelecimento de contactos e parcerias entre investigadores de diversas instituições (Figura 5.27).

Na área de gestão do currículo, o docente pode gerir os dados pessoais, publicações, participação em comités científicos, formação, projectos de investigação e desenvolvimento, orientação de projectos, orientação de teses, participação em júris e prestação de serviços.

Sistema de Informação  
ESTiG X Sair Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança

Home Dados Pessoais Serviços Ensino palves - DIC

**O meu currículo** O sistema de informação da ESTIG, Sistemas de Informação para a Gestão de Instituições do Ensino Superior, Universidade Portucalense, 20/1/2002 **Alterar** **Remover**

Dados pessoais  
Publicações  
Referee/Revisores  
Palestras e Comunicações  
Formação  
Prestação de Serviços  
Projectos I&D  
Orientação de Projectos  
Júris e Orientação de Pós-Graduações...  
Outros Dados  
email: [cti@ipb.pt](mailto:cti@ipb.pt)

**Inserir palestra, comunicação ou outro evento:**

Tipo de evento:	Conferência *
Tipo de Participação:	Assistente *
Nome do evento:	* (Nome da conferência, seminário...)
Título da comunicação ou palestra:	
Local:	* (Instituição)
Cidade:	*
País:	*
Data:	* (Data de início) (do tipo: dia/mes/ano)
URL:	
Observações:	

**Inserir**

(\*) - Necessário preencher

Figura 5.27 - Gestão do currículo do docente

Toda a informação disponibilizada na Intranet pelo docente é usada para a geração dinâmica de relatórios do departamento, da produção científica da escola e permite a troca de dados com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. Os dados científicos e pedagógicos servem também para a disponibilização de currículos *online* e para gerar relatórios de auto-avaliação dos cursos.

O currículo gerado dinamicamente, além das informações de carácter científico e pedagógico, também acrescenta outras informações úteis para os alunos, como por exemplo o horário de atendimento e as unidades curriculares que o docente lecciona (Figura 5.28).

The screenshot shows a web interface for a curriculum system. The header includes the logo of the 'Sistema de Informação' and the name of the institution, 'Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança'. The navigation menu includes 'Home', 'Dados Pessoais', 'Serviços', and 'Ensino'. The main content area is titled 'Currículo Resumido' and features a profile picture of Paulo Alexandre Vara Alves. Below the photo, the 'Dados Pessoais' section lists the following information:

- Nome: Paulo Alexandre Vara Alves
- Gabinete: 92
- Telefone: (+351 273 30) 3082
- Email: [palves@ipb.pt](mailto:palves@ipb.pt)
- Página pessoal: <http://www.estig.ipb.pt/homepages/palves>

The 'Disciplinas que Lecciona' section contains a table with the following data:

Disciplina	Cursos	Aula
Bases de Dados Distribuidas	4IG,	P1
Bases de Dados Distribuidas	4IG,	T1
Complementos de Aplicações Multimédia	5IG,	TP1

Below the table, there is a section for 'Horário de Atendimento a Alunos'.

Figura 5.28 - Geração dinâmica do currículo do docente

Com base nos dados da produção científica dos docentes, é disponibilizado um sistema de *benchmarking* das publicações e projectos de investigação por departamento e por docente, bem como a média de produção anual de cada docente. O objectivo deste *benchmarking* é o de permitir que cada docente conheça a sua contribuição para a produção científica da escola.

Através da área de Serviços da Intranet, os docentes podem efectuar determinadas tarefas que até à data só podiam ser efectuadas presencialmente. Os serviços que estão neste momento integrados são os de Secretariado, que correspondem a toda a interface com os órgãos executivos da Escola, e a Secretaria Académica, a qual disponibiliza serviços relacionados com a actividade docente.

Os principais serviços disponíveis incluem o acesso a informações relativas a despesas dos docentes, fichas de disciplina, horários de atendimento, consulta do horário do docente e das salas, calendário escolar, folhas de presença, sumários, entre outras.

Um exemplo da área de gestão de sumários encontra-se representado na Figura 5.29, na qual o docente tem acesso às estatísticas de presença dos alunos e permite efectuar a gestão dos sumários.

A gestão de presenças pode ser efectuada pelo docente ou pelos serviços administrativos. O método de controlo de presenças é neste momento manual, ou seja o docente imprime a partir da Intranet a folha de presenças, a qual é depois introduzida no sistema. Devido à grande quantidade de presenças que é necessário introduzir diariamente, neste momento a gestão das presenças é assegurada pelo corpo docente.

Encontrar-se neste momento em desenvolvimento um sistema de controlo de presenças baseado na tecnologia RFID, que permitirá automatizar todo o processo. Cada aluno vai possuir uma *tag* associada ao seu número que depois de passar no leitor, irá automaticamente ser introduzida a presença da base de dados. Com este sistema, a Intranet irá disponibilizar em tempo real a presenças dos alunos.

The screenshot shows a web application interface for managing summaries. The header includes the logo 'SI ESTiG' and 'Sistema de Informação' with a 'Sair' button, and the text 'Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança'. The navigation menu on the left includes 'Home', 'Dados Pessoais', 'Serviços', 'Ensino', and 'Departamento'. The main content area is titled '[Serviços : Sumários : Turmas : Desenvolvimento Web - TP1]' and contains the following sections:

**Dados Estatísticos:**

Nº de Inscritos	Média Presenças	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
43	29 (67,4%)	34 (79,1%)	22 (51,2%)	3,3

**Inserir Sumário n° 26:**

**Sumários Inseridos:**

Nº	Data	Nº Presenças	Sumário
1	21/2/2007		Apresentação.

At the bottom of the table, there is a link 'Imprimir: EI' and a footer text: 'Introdução ao XHTML. Principais regras. Elementos do corpo de texto. Listas e formatação de texto.'

Figura 5.29 - Gestão de sumários

A principal vantagem da gestão dos sumários e das presenças na Intranet é a de tornar a informação acessível aos alunos. Desta forma, os alunos podem visualizar na sua área o número de faltas que têm a cada unidade curricular e os sumários de cada aula.

A componente de *e-management* da Intranet apresenta uma gestão horizontal de todos os recursos da organização e está directamente relacionada com a gestão do ensino (*e-learning*) e com a gestão científica (*e-research*). Através da disponibilização de serviços *online* e de tecnologias de gestão do *workflow*, é possível uma melhor optimização dos recursos humanos, aumentando a qualidade global dos serviços prestados.

## 5.5. Componente de *E-research*

A área de *e-research* tem o objectivo de gerir todas as actividades científicas da instituição, nomeadamente projectos de investigação, conferências e publicações científicas.

A investigação científica é feita tipicamente em equipa, estando por vezes geograficamente dispersa. As tecnologias da informação e comunicação vêm encurtar estas distâncias, permitindo o trabalho cooperativo e a comunicação sem restrições de espaço e tempo.

O *e-research* permite criar espaços virtuais de encontro e de partilha do conhecimento, facilitando o processo de planeamento, desenvolvimento e divulgação de projectos de investigação.

As ferramentas de *e-research* também podem incluir sistemas de recolha e tratamentos de dados quantitativos e qualitativos e a consequente divulgação dos resultados da investigação.

As componentes fundamentais do *e-research* são o *workflow* para a gestão financeira, que está directamente relacionada com a componente de *e-management*, as ferramentas de *groupware* para a comunicação entre os elementos do projecto, as ferramentas de gestão do trabalho cooperativo (*Computer Supported Cooperative Work*), as ferramentas de recolha e tratamento de dados e as ferramentas de gestão de conteúdos (*Content Management System*).

Na Intranet Domus, os módulos que foram desenvolvidos de *e-research* encontram-se disponíveis na área do Conselho Directivo, do Secretariado e dos docentes. Na área do Conselho Directivo e do Secretariado é disponibilizada a gestão financeira dos projectos, incluindo o *workflow*. Na área dos docentes é facultada a gestão dos dados dos projectos, gestão de processos (*workflow*), relatórios de execução financeira e publicação de resultados.

A gestão orçamental dos projectos segue a mesma lógica da gestão orçamental da escola. Para cada projecto são criadas várias categorias, as quais podem conter subcategorias ou rubricas. As categorias servem para organizar as rubricas de despesa, às quais é atribuída a dotação orçamental (Figura 5.30).



Figura 5.30 - Gestão financeira dos projectos

Após o docente submeter a informação de pedido de aquisição de bens ou serviços ao abrigo do projecto é enviado para despacho para o Conselho Directivo. O docente pode consultar na sua área o andamento do processo.

Sempre que existe um reforço da verba disponível do projecto, este é inserido através da área de reforços, na qual é registado qual o âmbito do reforço. Tanto o

Conselho Directivo como o Secretariado e os membros do projecto podem em qualquer altura consultar os mapas de execução financeira do projecto, no qual é indicado o orçamento inicial, os reforços e dos montantes gastos.

Os projectos em que a escola não tem responsabilidade de gestão orçamental, podem ser inseridos directamente na área do currículo do docente, com um formulário de preenchimento idêntico à área do secretariado.

Os dados necessários para a introdução de um projecto são a designação do projecto, os membros, data de início, data prevista de conclusão e o tipo de participação (Figura 5.31).

Sistema de Informação	
ESTiG	X Sair
Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança	
Home	Dados Pessoais
Serviços	Ensino
palves - DIC	
<b>O meu currículo</b>	
▶ Dados pessoais	
▶ Publicações	
▶ Referee/Revisores	
▶ Palestras e Comunicações	
▶ Formação	
▶ Prestação de Serviços	
<b>▶ Projectos I&amp;D</b>	
▶ Orientação de Projectos	
▶ Júris e Orientação de Pós-Graduações...	
▶ Outros Dados	
email: <a href="mailto:cti@ipb.pt">cti@ipb.pt</a>	
<b>Inserir Projecto de I&amp;D</b>	
Designação:	<input type="text"/> *
Área:	<input type="text"/> (Área científica ou ramo)
Instituições de Parceria:	<input type="text"/>
Investigadores:	<input type="text"/> *
Data de início do projecto:	<input type="text"/> * (1)(do tipo: dia/mes/ano)
Data Prevista de Conclusão:	<input type="text"/> * (1)
Data de Conclusão:	<input type="text"/> (1)
Entidades financiadoras:	<input type="text"/>
Tipo de Participação:	Promotor <input type="button" value="v"/> *
Valor Total:	<input type="text"/> €
Código do Projecto:	<input type="text"/>
URL:	<input type="text"/>

Figura 5.31 - Gestão do currículo científico

Além da gestão financeira dos projectos, encontram-se também disponíveis ferramentas de comunicação comuns à componente de *e-learning* que incluem o fórum, Chat e correio electrónico dinâmico.

Para a publicação dos resultados da investigação, os docentes têm à sua disposição um sistema de gestão de conteúdos com gestão via Web, que permite a criação de páginas de divulgação dos projectos.

## 5.6. Resumo e Conclusões do Capítulo

A Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança iniciou em 1999 a adopção das TIC no ensino. Desenvolveu internamente uma plataforma designada de Domus Cursos Online, onde foram disponibilizados dois cursos a distância e quinze disciplinas *online*.

Como a adesão por parte dos docentes foi muito baixa, em 2001 delineou-se uma nova estratégia de integração num único ambiente dos diversos serviços e aplicações da instituição, com o intuito de aumentar a utilização das TIC em todos os processos.

Este ambiente centrado no utilizador designado de Intranet Domus, disponível desde 2002, integra tecnologias de *e-learning*, *e-management* e *e-research*, para apoio ao ensino, gestão e investigação.

Apesar do número de utilizadores da Intranet Domus ter crescido rapidamente, verificou-se que a componente de ensino estava a ser usada como um simples repositório de conteúdos de apoio às aulas.

No sentido de provocar uma mudança na forma como os conteúdos são organizados e prestar um maior suporte ao aluno no processo de aprendizagem, partiu-se para o desenvolvimento de um protótipo de uma plataforma de *e-learning* baseada em actividades de aprendizagem e agentes tutor.

O protótipo iDomus tem como principal objectivo o estudo da influência que a tecnologia pode ter na mudança do paradigma de ensino. Esta necessidade de mudança do paradigma educacional foi impulsionada pelo processo de Bolonha, o qual foca a atenção do processo educativo na aquisição de competências e nos resultados da aprendizagem.

Para uma nova organização dos materiais educativos adoptou-se a especificação IMS *Learning Design* [IMS 2003] que é uma estrutura conceptual que permite o desenvolvimento de materiais para o ensino *online*, independentemente da metodologia pedagógica. Associado a esta nova forma de organização dos conteúdos está o agente tutor MyDomus que usa a metodologia do raciocínio baseado em casos para dar suporte ao aluno durante o processo de aprendizagem.

## Capítulo 6: Validação do Protótipo iDomus

### 6.1. Introdução

Neste capítulo são apresentados os resultados da validação do protótipo iDomus, como plataforma, de *e-learning* baseado em actividades de aprendizagem e agentes tutor. Com o intuito de estudar a utilização das tecnologias de informação e comunicação na instituição onde foi efectuado o estudo, a Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, é também analisada a utilização da plataforma de *e-learning* Domus Cursos Online e a Intranet Domus, como plataforma que integra as vertentes de ensino, gestão e investigação. A validação do protótipo tem uma base fundamentalmente qualitativa, através da análise dos dados de utilização e dos inquéritos de opinião dos utilizados.

A principal questão da investigação, que foi apresentada no capítulo de introdução - “quais as estratégias que podem fomentar a mudança dos processos de ensino e aprendizagem de forma a melhorar os resultados”- é neste capítulo analisada e validada.

Subjacente a esta questão de carácter geral, pretende-se validar se as plataformas integradas de gestão administrativa, aprendizagem e de investigação potenciam o uso mais abrangente das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino superior.

Pretende-se também avaliar em que medida as metodologias de ensino baseadas em actividades podem melhorar o processo educativo, e que papel pode ter os agentes tutor colaborativos no processo de aprendizagem.

No sentido de validar as hipóteses colocadas é apresentada uma análise qualitativa da Intranet Domus e do protótipo iDomus e por último uma discussão dos resultados da validação do protótipo iDomus e da arquitectura *E-generation*.

## 6.2. Metodologia de Investigação

Este trabalho insere-se na área científica de tecnologias e sistemas de informação. Nesta área do conhecimento existem fundamentalmente os métodos de investigação essencialmente quantitativos, os métodos qualitativos e os métodos mistos ou combinados, que integram as duas anteriores.

Os métodos que se baseiam na experimentação laboratorial, nas especificações formais e na modelação matemática classificam-se de métodos quantitativos e são normalmente utilizados nas ciências naturais e na engenharia. Por outro lado, os métodos qualitativos surgiram para dar resposta à necessidade de estudos que envolvem pessoas, em que a quantificação é por vezes difícil de alcançar. Mayers [Mayers 1997] refere que os métodos qualitativos surgiram nas ciências sociais para potenciar o estudo das pessoas e sua interligação com o meio que as rodeia.

Existe uma grande discussão na comunidade científica em relação a qual dos métodos é mais eficaz. No entanto, apesar de um método de investigação ser quantitativo ou qualitativo, a investigação deve reger-se por uma abordagem filosófica que define os princípios metodológicos, epistemológicos e ontológicos em que o método se baseia [Orlikowski e Robey 1991].

A principal motivação para fazer investigação qualitativa, em oposição à investigação quantitativa, é a possibilidade de compreender as pessoas e os contextos sociais e culturais em que vivem. Kaplan [Kaplan e Maxwell 1994] refere que o objectivo de entender um determinado fenómeno do ponto de vista dos participantes, no seu particular contexto social e institucional, é largamente perdido quando dados textuais são quantificados.

A investigação qualitativa tem por base epistemológica a investigação positivista, interpretativa e crítica. A investigação positivista é baseada no princípio de que a realidade pode ser descrita por um conjunto de propriedades mensuráveis, que são independentes do observador e dos instrumentos de recolha e análise [Orlikowski e Baroudi 1991].

A investigação interpretativa parte do princípio que o acesso à realidade (dado ou socialmente construído) só pode ser feito através da construção social, como por exemplo, a língua, a consciência e os conceitos partilhados. A base filosófica da investigação interpretativa é hermenêutica e fenomenológica [Boland 1985].

A investigação crítica assume que a realidade social é historicamente continuada, pois é produzida e reproduzida por pessoas. O principal objectivo da investigação crítica é basear-se nas oposições, nos conflitos e nas contradições, para procurar uma justificação para os problemas.

As principais metodologias de investigação usadas para a pesquisa em sistemas de informação são as seguintes [Orlikowski 1991]:

- **Experiências em Campo** - Utiliza métodos experimentais em situações reais dentro das empresas e na sociedade. Como vantagem apresenta o trabalho directo com o objecto de estudo, mas por outro lado como é difícil de determinar todas as variáveis, não é possível garantir que a repetição das experiências produza os mesmos resultados.
- **Estudos de Mercado (*Survey*)** - É um método qualitativo em que os dados são recolhidos através de questionários e/ou entrevistas, permitindo através da análise dos dados explicar fenómenos do mundo real.
- **Estudo de Caso (*Case Study*)** - Baseia-se na investigação de fenómenos no contexto de uma organização. É muito usada em sistemas de informação, devido a permitir o estudo de problemas num contexto organizacional [Alavi e Carson 1992]. A grande desvantagem desta metodologia é a dificuldade de generalizar os resultados.
- **Simulação** - Baseia-se na simulação do comportamento do sistema em estudo, facultando assim a possibilidade de criação de vários cenários para estudo de um determinado fenómeno.
- **Pesquisa-Acção (*Action Research*)** - Nesta metodologia, o investigador é um elemento activo na sua concretização. Baseia-se na análise dos resultados obtidos por mudanças induzidas no objecto em estudo.
- **Etnografia** - Esta metodologia provém das disciplinas de antropologia social e consiste no estudo de um determinado objecto por vivência directa da realidade onde esse objecto se insere.

A opção por uma metodologia de investigação está intrinsecamente ligada à natureza do fenómeno que se pretende estudar. A investigação quantitativa tem duas

modalidades: quantitativa-experimental que faz a previsão e a explicação de fenómenos, e a quantitativa-correlacional, ligada à compreensão e antevisão de fenómenos. A investigação qualitativa tem como objectivo principal a compreensão e descrição dos fenómenos [Almeida e Freire 2000].

As principais diferenças entre as metodologias quantitativas e qualitativas encontram-se representadas no Quadro 6.1 [Neill 2006].

Investigação Qualitativa	Investigação Quantitativa
O objectivo é a descrição detalhada e completa.	O objectivo é enumerar e classificar características e construir modelos estatísticos para explicar o que é observado.
O investigador só conhece de uma forma vaga quais os resultados que pretende obter.	O investigador sabe de uma forma clara quais os resultados que pretende obter.
Recomendado para a fase inicial do projecto de investigação.	Recomendado para as fases finais do projecto de investigação.
O planeamento é feito durante o estudo.	O planeamento é feito de forma rigorosa antes da recolha dos dados.
O investigador é o instrumento de recolha de dados.	O investigador usa ferramentas, como questionários ou equipamento para recolher dados numéricos.
Os dados estão na forma de palavras, figuras ou objectos.	Os dados estão na forma de números ou estatísticas.
Subjectivo – a interpretação individual dos acontecimentos é importante.	Objectivo – procura formas precisas de medida e de análise.
Os dados qualitativos são mais ricos, mas por outro lado consomem mais tempo a tratar e é mais difícil generalizar os resultados.	Os dados quantitativos são mais eficientes, permitem o teste de hipóteses, mas podem perder a capacidade de contextualizar.
O investigador tende a ficar subjectivamente envolvido com o objecto de estudo.	O investigador tende a ficar objectivamente afastado do objecto de estudo.

**Quadro 6.1 - Investigação quantitativa e qualitativa [Neill 2006]**

Atendendo à natureza do fenómeno que se pretende investigar: a utilização das TIC no ensino, gestão e investigação no ensino superior, esta análise assume as características de um estudo de caso.

Tal como refere Yin [Yin 2002], os estudos de caso não são necessariamente baseados na investigação qualitativa, podem ter uma mistura de investigação quantitativa e qualitativa.

Tendo em conta o âmbito da análise que se pretende efectuar, o tipo de utilização que é dada às TIC, esta investigação é predominantemente qualitativa, tal como refere Almeida. O objectivo principal da investigação qualitativa é a compreensão e descrição dos fenómenos [Almeida e Freire 2000].

O processo de investigação iniciou-se com a definição do propósito e do âmbito da investigação, que se traduz nas questões de investigação enumeradas anteriormente (Figura 6.1).



**Figura 6.1 - Etapas de uma metodologia de investigação**

De seguida desenvolveu-se a fase de recolha de dados, através do registo da utilização da Intranet Domus, plataforma que integra o *e-learning*, *e-management* e *e-research*, e do protótipo iDomus, plataforma de *e-learning* baseada em agentes e em actividades de aprendizagem. Por último, fez-se feita uma análise e uma síntese dos dados, apresentando os resultados da validação das questões de investigação.

### **6.3. Contextualização do Estudo**

Este estudo insere-se num contexto de mudança que as instituições de ensino superior estão a atravessar através da aplicação do Processo de Bolonha. Além das modificações ao nível da organização dos ciclos de estudo, as principais transformações encontram-se na mudança do paradigma de ensino, mais focado na aquisição de competências e nos resultados de aprendizagem.

Com a mudança deste paradigma, uma das questões de investigação que se pretende validar é em que medida os processos de ensino e aprendizagem baseados em actividades e suportados por agentes podem melhorar o processo de aprendizagem.

O presente estudo pretende analisar o impacto da integração das tecnologias de *e-learning*, *e-management* e *e-research*, ao nível da adopção das TIC no suporte ao ensino, gestão e investigação. A plataforma que irá ser alvo do estudo é a Intranet Domus, ao nível

da integração de serviços, e o protótipo iDomus, ao nível da organização do processo educativo em actividades de aprendizagem e suportadas por agentes tutor.

No sentido de dar uma contextualização mais efectiva a este estudo, é também apresentada a primeira plataforma de *e-learning* desenvolvida internamente, intitulada Domus Cursos Online [Alves 2000], que foi utilizada desde 1999 a 2003, funcionando unicamente como apoio ao ensino presencial.

O estudo apresentado é baseado numa população actual de 1894 alunos e 129 docentes da Escola Superior de Tecnologia e de Gestão do Instituto Politécnico de Bragança. Como a população teve uma variação ao longo do período de análise, as amostras alteram-se proporcionalmente. O objectivo destas amostras é o de estudar a utilização das TIC ao nível do ensino, gestão e investigação, usando os seguintes instrumentos de recolha:

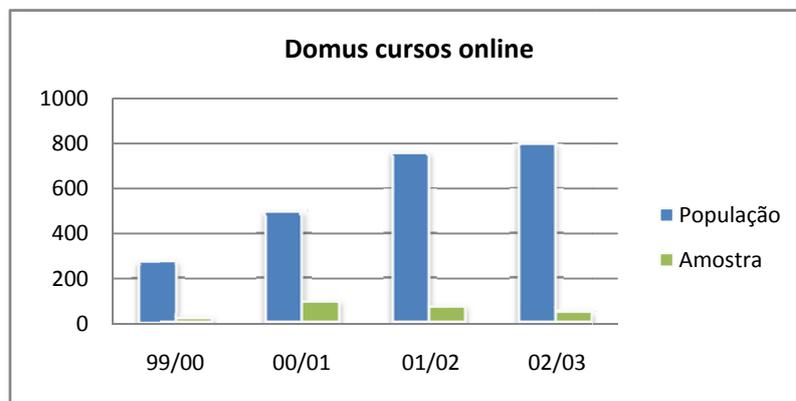
- Plataforma de *e-learning* Domus Cursos Online - Estudo da utilização do *e-learning* no apoio ao ensino. A amostra é constituída pelos utilizadores da plataforma Domus Cursos Online nos anos lectivos 1999/2000 a 2002/2003.
- Intranet Domus - Estudo da utilização de um ambiente integrado de ensino, gestão e investigação constituído por várias amostras, retiradas desde o ano lectivo 2003/2004 até ao ano lectivo 2006/2007.
- Protótipo iDomus - Estudo que pretende avaliar o impacto na aprendizagem do uso de uma organização dos conteúdos baseada em actividades de aprendizagem e o papel dos agentes tutor no apoio ao aluno. Para a recolha de dados foram consideradas amostras estratificadas, constituídas pelos alunos da unidade curricular de Informática II do curso de Contabilidade e de Desenvolvimento Web do curso de Engenharia Informática. Dentro destas amostras foram constituídos dois grupos, com uma distribuição aleatória. O grupo experimental usou o protótipo iDomus e o grupo de controlo usou a Intranet Domus. Além dos dados recolhidos pela utilização das duas plataformas, foi também efectuado um questionário a ambos os grupos.

Para o estudo da utilização da plataforma Domus Cursos Online, a população considerada é constituída por todos os utilizadores registados na plataforma, que inclui não só alunos da Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança, mas também utilizadores externos que se inscreveram nos cursos livres disponíveis. A amostra seleccionada é constituída pelos utilizadores registados às disciplinas disponíveis *online*, excluindo os utilizadores registados nos cursos livres (Quadro 6.2).

Ano lectivo 99/00			00/01			01/02			02/03		
População		Amostra	População		Amostra	População		Amostra	População		Amostra
n	n	%	n	n	%	n	n	%	n	n	%
274	22	8,0	496	94	19,0	760	73	9,6	798	51	6,4

**Quadro 6.2 - População e amostra da plataforma Domus Cursos Online**

No Gráfico 6.1 pode-se verificar um crescimento do número de utilizadores totais da plataforma, mas que não se traduziu num crescimento proporcional da amostra. Isto deve-se ao facto de o crescimento ter sido maioritariamente protagonizado pelos utilizadores que se inscreveram nos cursos livres, externos à instituição.



**Gráfico 6.1 - População e amostra da plataforma Domus Cursos Online**

A segunda parte do estudo compreende a análise da utilização da Intranet Domus, que integra num único ambiente o ensino, gestão e investigação. Neste estudo pretende-se analisar se os ambientes integradores de serviços e centrados no utilizador fomentam o uso mais generalizado das TIC no ensino superior.

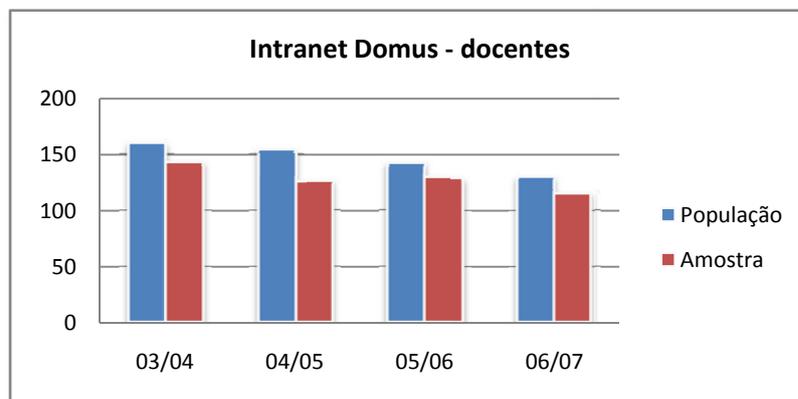
A população deste estudo é constituída por todos os alunos e docentes da Escola Superior de Tecnologia e de Gestão. Para a selecção da amostra foram considerados todos os alunos e docentes que utilizaram a Intranet no período em análise, desde o ano lectivo 2003/2004 a 2006/2007.

No Quadro 6.3 encontra-se representada a população e a amostra que serviu de base ao estudo da utilização da Intranet Domus. Pode-se verificar que a amostra tem um valor situado entre os 81,8% e os 90,8% da população.

Ano Lectivo 03/04			04/05			05/06			06/07		
População		Amostra	População		Amostra	População		Amostra	População		Amostra
n		%	n	n	%	n	n	%	n	n	%
160	143	89,4	154	126	81,8	142	129	90,8	130	116	89,2

**Quadro 6.3 - População e amostra de docentes – Intranet Domus**

Neste estudo são considerados todos os docentes que têm componente lectiva no período em análise. Devido à entrada em formação de docentes ao abrigo do programa PRODEP, o número de novos docentes variou muito ao longo do tempo, o que contribui para uma maior variação da relação entre a população e a amostra (Gráfico 6.2).



**Gráfico 6.2 - População e amostra de docentes da Intranet Domus**

Da análise do gráfico denota-se um decréscimo do número de docentes directamente relacionado com um decréscimo no número de alunos. No entanto a amostra teve pequenas variações, o que leva a concluir que os docentes aderiram de uma forma

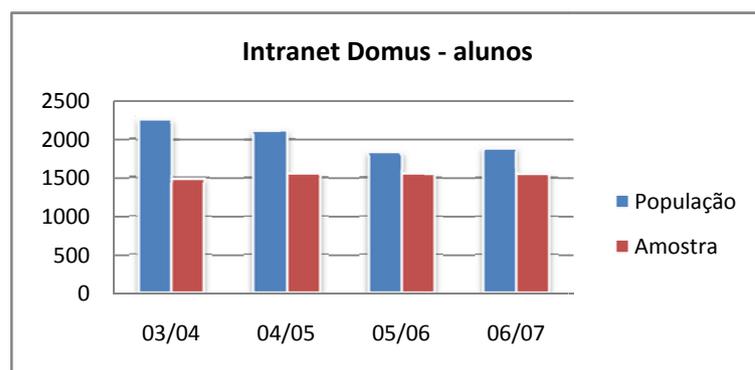
expressiva à plataforma e que as mudanças no corpo docente não provocaram uma redução do número de utilizadores da Intranet Domus.

A análise da utilização da Intranet Domus por parte dos alunos, tem por base uma população que corresponde à totalidade de alunos da Escola Superior de Tecnologia e de Gestão e uma amostra que representa os alunos que utilizaram a Intranet Domus (Quadro 6.4).

Ano Lectivo 03/04			04/05			05/06			06/07		
População		Amostra	População		Amostra	População		Amostra	População		Amostra
n	n	%	n	n	%	n	n	%	n	n	%
2265	1487	65,7	2115	1553	73,4	1834	1546	84,3	1894	1560	82,4

**Quadro 6.4 - População e amostra de alunos - Intranet Domus**

No início da utilização da plataforma, a percentagem da amostra em relação à população teve um crescimento de 50,2% para 82,4%, desde o ano lectivo 2003/2004 até o ano lectivo de 2006/2007. No Gráfico 6.3 pode-se verificar que a relação entre a população e a mostra diminuiu ao longo do tempo, com excepção do último ano lectivo que teve um ligeiro aumento. A justificação da diminuição ligeira da percentagem de alunos que são utilizadores da plataforma pode ser encontrada no facto de os dados terem sido recolhidos antes do final do ano lectivo, visto uma percentagem de alunos só acede à Intranet para retirar apontamentos de preparação para os exames.



**Gráfico 6.3 - População e amostra de alunos da Intranet Domus**

Para o estudo do protótipo iDomus usaram-se dois instrumentos de recolha de dados: os dados recolhidos pela utilização da plataforma e os dados obtidos através de um

inquérito aos alunos. O estudo incidiu sobre a unidade curricular de Informática II do curso de Contabilidade e de Desenvolvimento Web do curso de Engenharia Informática. Ao escolher-se estas duas unidades curriculares para efectuar o estudo, pretende-se avaliar o impacto do *e-learning* em grupos com conhecimentos de base em informática muito díspares.

De referir que, ambas as unidades curriculares estão adaptadas ao processo de Bolonha, o que representou uma oportunidade para analisar em que medida uma organização baseada em actividades de aprendizagem vai de encontro aos objectivos do paradigma de Bolonha, o qual se centra no aluno e é baseado na aquisição de competências.

Para avaliar os ganhos que o protótipo pode trazer ao processo de aprendizagem, constitui-se dois grupos de avaliação para cada uma das unidades curriculares seleccionadas.

Os alunos foram distribuídos aleatoriamente pelos dois grupos, cabendo ao grupo de controlo usar a Intranet Domus e ao grupo experimental o protótipo iDomus. A população é constituída pelos alunos inscritos nas unidades curriculares de Informática II e de Desenvolvimento Web. A amostragem foi feita com base nos registos de acesso à plataforma, sendo considerada como amostra os utilizadores que usaram efectivamente a plataforma (Quadro 6.5).

Informática II			Desenvolvimento Web		
População	Amostra		População	Amostra	
n	n	%	n	n	%
151	57	37,7	84	80	95,2

**Quadro 6.5 - População e amostra - protótipo iDomus**

Na unidade curricular de Informática II, a distribuição dos alunos pelos grupos não é equitativa, devido a um grande número de alunos ter o estatuto trabalhador-estudante e que por conveniência de horário só poderiam frequentar a turma correspondente ao grupo de controlo. Com o decorrer das aulas veio-se a verificar que a distribuição de indivíduos foi mais equitativa, devido a uma menor frequência às aulas do grupo de controlo.

No sentido de identificar mais facilmente cada um dos grupos, atribuiu-se a designação de IE ao grupo experimental de Informática II e de IC ao grupo de controlo.

Relativamente à unidade curricular de Desenvolvimento Web, designou-se o grupo experimental de DWE e de DWC o grupo de controlo. No Quadro 6.6 encontra-se representada a relação entre o grupo convidado e o grupo real para cada uma das unidades curriculares.

Informática II						Desenvolvimento Web					
G. Experimental (IE)			G. Controlo(IC)			G. Experimental (DWE)			G. Controlo (DWC)		
População		Amostra	População		Amostra	População		Amostra	População		Amostra
n	n	%	n	n	%	n	n	%	n	n	%
61	30	49,2	90	27	30	44	40	90,9	40	40	100

**Quadro 6.6 - Relação entre os indivíduos do grupo convidado e real**

A relação entre os indivíduos do grupo convidado (população) e o grupo real (amostra) da unidade curricular de Informática II corresponde a 49,2% para o grupo experimental e 30% para o grupo de controlo. No entanto, a relação entre o número de elementos real do grupo experimental é de 30 indivíduos, ao passo que do grupo de controlo é de 27.

Para a unidade curricular de desenvolvimento Web, o número de indivíduos do grupo real é igual para o grupo experimental e para o grupo de controlo, sendo de 90,9% para o grupo experimental e de 100% para o grupo de controlo.

#### 6.4. Análise dos Dados de Utilização

A análise dos dados de utilização inclui o estudo da plataforma Domus Cursos Online, da Intranet Domus e do protótipo iDomus. Apesar de se ter efectuado um tratamento estatístico dos dados quantitativos, a análise que se pretende efectuar é maioritariamente qualitativa, tentando-se perceber que tipo de utilização é dada às TIC no ensino, gestão e investigação.

No sentido de enquadrar estudos prévios, ao nível da adopção do *e-learning* na Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, é analisada a plataforma de *e-learning* Domus Cursos Online. Esta plataforma disponibilizou 15 disciplinas *online* desde 1999 a 2003. A plataforma Domus Cursos Online tem as características de um sistema de gestão da aprendizagem (LMS), sem integrar a vertentes de gestão e apoio à investigação.

A Intranet Domus, cujo período de análise está compreendido entre os anos lectivos 2003/2004 a 2006/2007, apresenta ao nível do *e-learning* as mesmas características da plataforma Domus Cursos Online, mas acrescenta características de integração através de uma Intranet, abrangendo o ensino, a gestão e a investigação.

Por último, é analisado o protótipo iDomus no 2º semestre do ano lectivo 2006/2007, que apresenta uma abordagem baseada em actividades de aprendizagem, suportada pelas normas *Learning Design*, contendo um sistema de apoio ao aluno colaborativo e baseado em agentes tutor.

#### 6.4.1. Plataforma Domus Cursos Online

A plataforma de *e-learning* Domus Cursos Online, tal como foi referido anteriormente, serviu de base ao desenvolvimento da componente de *e-learning* da Intranet Domus. A análise dos dados de utilização desta plataforma permite o enquadramento geral do estudo possibilita a fundamentação de algumas das opções tomadas no desenvolvimento da Intranet Domus.

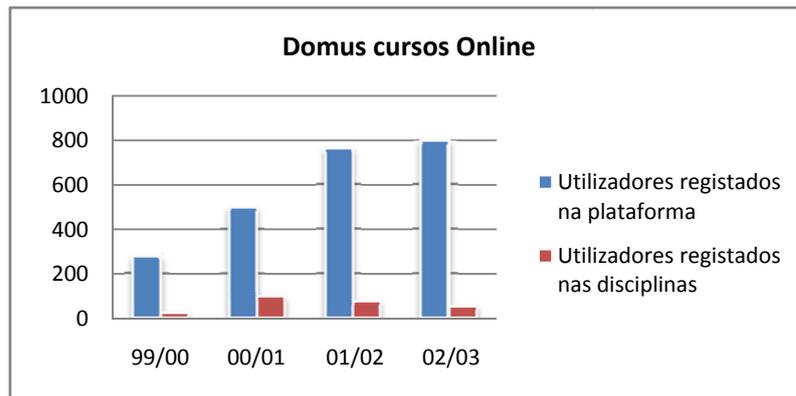
Como instrumento de recolha de dados usou-se os *logs* da plataforma Domus Cursos Online, nomeadamente os dados relativos aos utilizadores registados na plataforma, o número de disciplinas *online* e o número de alunos (Quadro 6.7).

Domus Cursos Online	99/00	00/01	01/02	02/03
Utilizadores registados na plataforma	274	496	760	798
Disciplinas <i>Online</i>	2	6	4	3
Utilizadores registados nas disciplinas	22	94	73	51
Percentagem registos nas disciplinas (%)	8,0	19,0	9,6	6,4

Quadro 6.7 - Dados de utilização da plataforma Domus Cursos Online

Da análise do Quadro 6.7 pode-se verificar que o interesse despertado pela plataforma foi muito mais elevado fora da instituição. A principal razão deve-se à disponibilização de dois cursos a distância gratuitos, um de desenvolvimento de páginas Web e outro de autoria multimédia, que atraíram mais utilizadores do que o conjunto das disciplinas *online*. Nos cursos livres, de autoria multimédia e de desenvolvimento Web, ocorreu um elevado número de registos de utilizadores do Brasil e outros países de língua oficial portuguesa.

Através da análise do Gráfico 6.4 pode-se confirmar que o crescimento do número de utilizadores registados na plataforma é constante, tendo um crescimento mais acentuado entre os anos lectivos 1999/2000 e 2001/2002. Estes valores contrastam com o a diminuição do número de registos efectuados nas disciplinas *online*, o qual diminuiu ao longo do tempo.



**Gráfico 6.4 - Utilizadores da plataforma Domus Cursos Online**

Através da análise dos dados de evolução do número de disciplinas *online* e dos alunos inscritos, é possível concluir que a adesão por parte dos alunos às TIC é normalmente elevada. Esta observação é baseada no facto de os alunos inscritos na plataforma representarem quase a totalidade dos alunos que frequentaram as disciplinas.

A maior dificuldade de generalização das tecnologias de informação e comunicação no ensino poderá estar na mudança das metodologias pedagógicas e na adaptação do corpo docente a essas mudanças. O tempo necessário para preparar os conteúdos e o suporte que os alunos necessitam, foi referido pela maioria dos docentes como sendo os principais entraves à adopção do *e-learning*.

Sem a adesão dos docentes não é possível disponibilizar as disciplinas *online*, pelo que seria necessário desenvolver uma nova estratégia de modo a que tanto os docentes como os alunos sentissem um claro benefício com o uso das TIC no ensino.

Foi com base neste pressuposto que se partiu para o desenvolvimento de um ambiente integrado de suporte ao ensino, à gestão e à investigação. A Intranet Domus surgiu com a necessidade de cativar um maior número de docentes para o uso das TIC.

O objectivo principal desta abordagem é a generalização das TIC em todos os processos da ESTiG, apostando-se na simplificação dos processos e na facilidade de utilização da plataforma.

#### 6.4.2. Intranet Domus

Tal como na plataforma Domus Cursos Online, o instrumento de recolha de dados usado para a Intranet Domus foi baseado nos registos (*logs*) dos acessos à plataforma, tendo-se analisado a evolução desde o ano lectivo 2003/2004 a 2006/2007.

No Gráfico 6.5 pode-se verificar uma evolução muito positiva ao nível dos docentes que usam a plataforma e que disponibilizam conteúdos na área de *e-learning* da Intranet Domus. De referir que a plataforma Domus Cursos Online foi usada no máximo por 6 docentes representando 4 % do total, e que logo no início da utilização da Intranet Domus, mais de 37 % dos docentes disponibilizavam conteúdos, representando 59 docentes, verificando-se um crescimento de cerca de 33 % no número de docentes que disponibilizam conteúdos em relação à plataforma anterior.

Devido à entrada em vigor dos cursos com o currículo de Bolonha no ano lectivo 2006/2007, passou-se a designar as disciplinas de unidades curriculares. Por este facto em algumas situações, que engloba os dois períodos, usa-se a notação disciplinas/unidades curriculares.

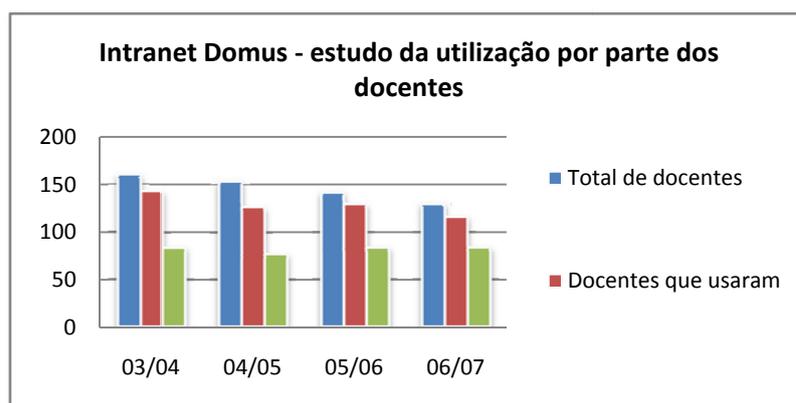


Gráfico 6.5 - Relação entre acessos e publicação de conteúdos dos docentes

Em relação à utilização das restantes componentes de *e-management* e de *e-research* verifica-se que um número bastante elevado de docentes usa a plataforma para as

actividades administrativas, como gestão de sumários, presenças, pautas e publicação da informação científica, mas que não usam a componente de *e-learning*.

A componente de gestão da plataforma foi disponibilizada no ano lectivo 2002/2003, ao passo que a componente de *e-learning* foi implementada no ano lectivo 2003/2004. No ano lectivo 2002/2003, o número de docentes que acedeu à plataforma Domus Cursos Online foi de 17, representando 10% dos docentes, ao passo que na Intranet Domus foi de 86,5%.

Verifica-se também que a relação entre os docentes que utilizam a Intranet e que disponibilizam conteúdos foi-se aproximando ao longo do período em análise, o que poderá indicar que a integração da componente de *e-management* com o *e-learning*, permitiu fidelizar os docentes no uso da Intranet para questões de gestão e que com o tempo foram descobrindo a componente de *e-learning*.

Relativamente à utilização da Intranet por parte dos alunos, pode-se verificar no Gráfico 6.6 um crescimento acentuado, variando desde os 50,2% no ano lectivo 2003/2004 até aos 82,4% do ano lectivo 2006/2007.

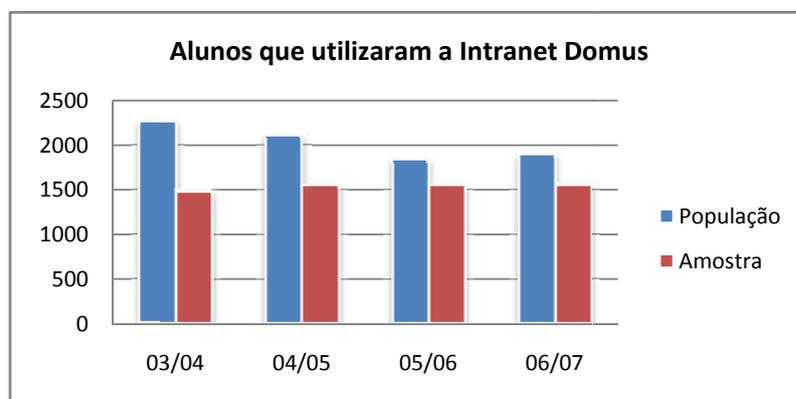


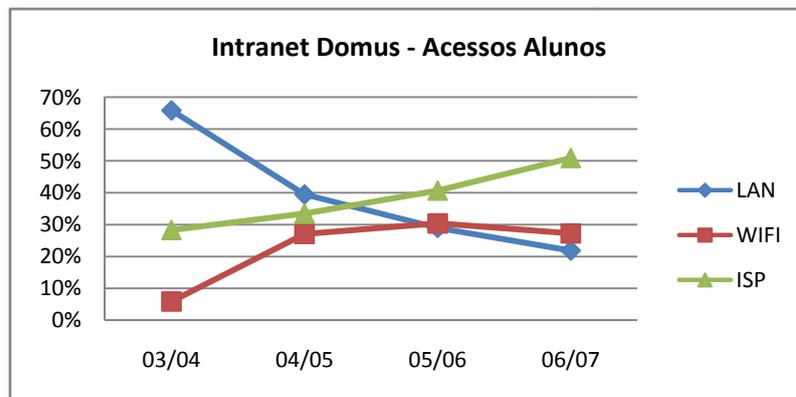
Gráfico 6.6 - Alunos que utilizaram a Intranet Domus

Para a efectividade do *e-learning* além dos conteúdos e da interacção é necessária a existência de meios tecnológicos que permitam a aprendizagem *online* de forma individual e colectiva. Deste modo, considera-se fundamental a existência de meios informáticos com acesso à Internet disponíveis para a totalidade dos alunos.

Nesta análise pretende-se saber qual o tipo acesso mais usado pelos utilizadores, se dentro do campus ou fora. No caso da utilização dentro do campus efectuou-se uma análise da utilização da rede sem fios (Wi-Fi) e da rede local.

No Gráfico 6.7 verifica-se um crescimento acentuado do acesso através da rede *Wi-Fi* dentro do campus do Instituto Politécnico de Bragança. Actualmente, esta é superior aos acessos através dos computadores da escola (LAN), o que significa que um grande número de alunos já possui portátil.

O acesso fora do campus, a partir de casa ou do local de trabalho, é actualmente superior a 50%, o que revela um aumento significativo entre 38% e 54%. Estes dados permitem uma aposta mais forte no modelo de *blended-learning*, porque um grande número de alunos já possui acesso à Internet fora da escola, o que possibilita o acompanhamento das aulas a distância.



**Gráfico 6.7 - Meios de acesso dos alunos à Intranet**

No que diz respeito aos docentes, verifica-se também um crescimento bastante acentuado no acesso através da rede *Wi-Fi*, à medida que o acesso por LAN decresce. O acesso fora do campus ainda não é maioritário como acontece com os alunos, mas verifica-se um crescimento desde os 7% no início do período em análise, até aos 20% verificados no ano lectivo 2005/2006 (Gráfico 6.8).

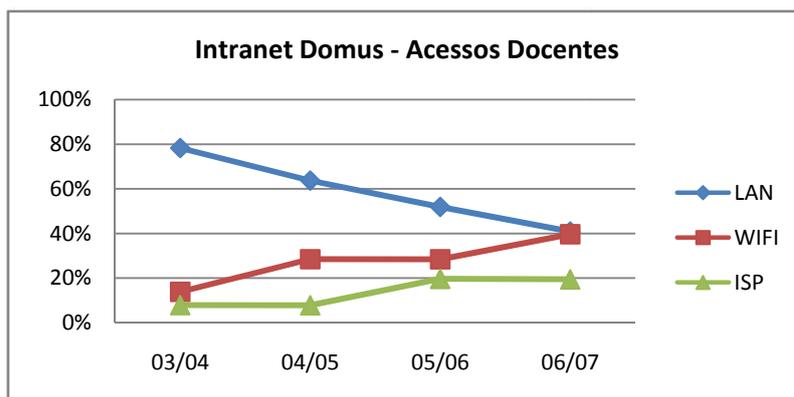


Gráfico 6.8 - Meios de acesso dos docentes à Intranet Domus

O número de alunos que utilizaram a Intranet teve um crescimento bastante acentuado, o que revela que possuem uma grande receptividade na adopção das TIC. Para as unidades curriculares disponíveis *online* verifica-se também um crescimento desde os 38,8% no ano lectivo 2003/2004 até aos 58,2% no ano lectivo 2006/2007 (Gráfico 6.9).

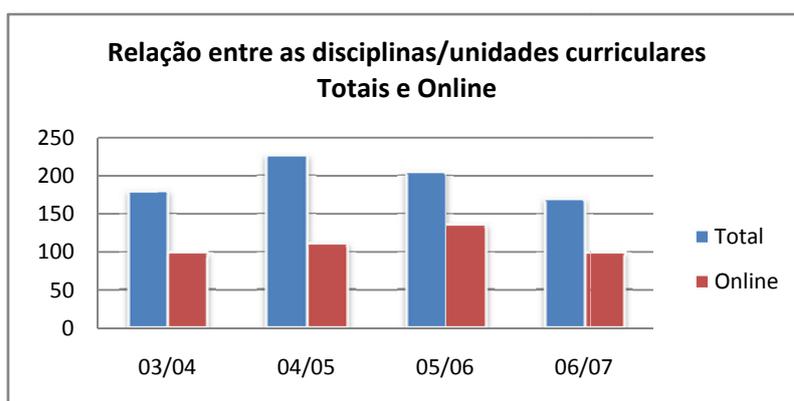
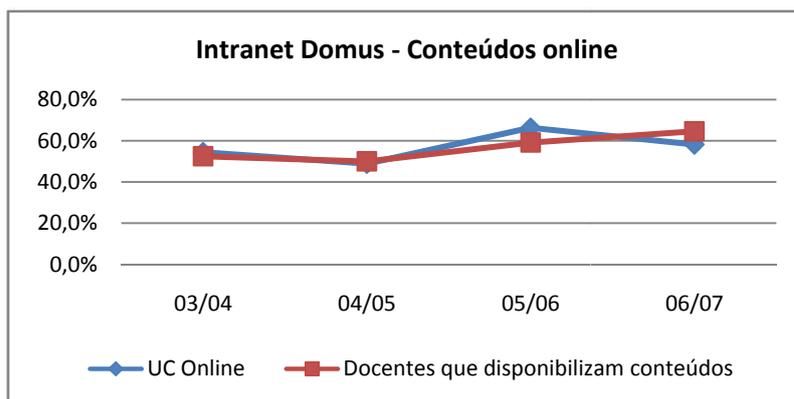


Gráfico 6.9 - Disciplinas/unidades curriculares *online*

Pode-se verificar uma tendência de crescimento no número de unidades curriculares *online* e no número de docentes que disponibilizam conteúdos. A média do número de unidades curriculares por docente varia desde 1 a 1,5 ao longo do período em análise. Isto significa que cada docente disponibiliza normalmente conteúdos para todas as unidades curriculares que lecciona, o que se traduz num crescimento aproximado entre as disciplinas/unidades curriculares e os docentes que disponibilizam conteúdos (Gráfico 6.10).



**Gráfico 6.10 - Unidades curriculares *online* e conteúdos disponibilizados**

Apesar de se verificar um crescimento no número de unidades curriculares *online*, o número de ficheiros disponibilizados não variou significativamente desde o ano lectivo 2003/2004. O número de ficheiros variou entre os 1576 e os 2240, o que se traduz numa média entre os 8,5 e os 11 ficheiros por unidade curricular (Quadro 6.8).

Ficheiros	03/04	04/05	05/06	06/07
Nº de ficheiros	2019	1864	2101	1782
Média ficheiros por unidade curricular/turma	8,8	8,6	9,2	8,5
Moda ficheiros por unidade curricular /turma	1	1	2	1

**Quadro 6.8 - Ficheiros disponibilizados**

O valor da moda de um na maioria dos anos lectivos, excepto o de 2005/2006 que foi de 2, revela que os conteúdos disponibilizados são pouco estruturados, visto que a maioria dos conteúdos consistem em ficheiros no formato PDF sem uma estrutura adequada à aprendizagem *online*.

Para melhorar a organização dos conteúdos foram previamente criadas seis categorias que incluem: acetatos e sebatas, mediateca, exercícios, testes realizados e *download*. Estas categorias foram criadas no sentido de facilitar a organização dos conteúdos para o suporte ao ensino presencial.

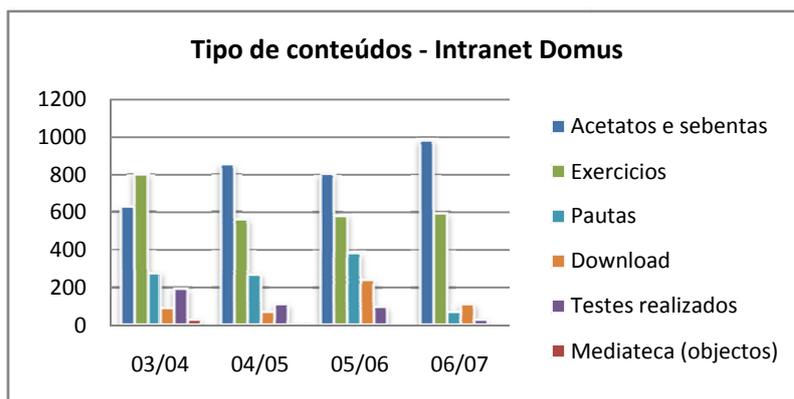


Gráfico 6.11 - Tipo de conteúdos disponibilizados

Através da análise do Gráfico 6.11 pode-se verificar que a maioria dos conteúdos é publicada na categoria de *acetatos e sebatas* (média de 814 ficheiros), seguida da categoria *exercícios* (média de 634 ficheiros).

A área destinada a objectos de aprendizagem tem uma utilização muito reduzida (média de 9 ficheiros), tendo um decréscimo na sua utilização. Estes dados podem revelar que a produção de conteúdos específicos para a aprendizagem *online* não é considerada como fundamental na estratégia de ensino aprendizagem.

Ao longo do período em análise, o formato preferencial para publicação de conteúdos foi o PDF, com valores entre os 80% e os 91%, no período em análise. No Gráfico 6.12 pode-se verificar a publicação preferencial no formato PDF (91%) no ano lectivo 2006/2007, tendência que se verificou em todo o período em análise.

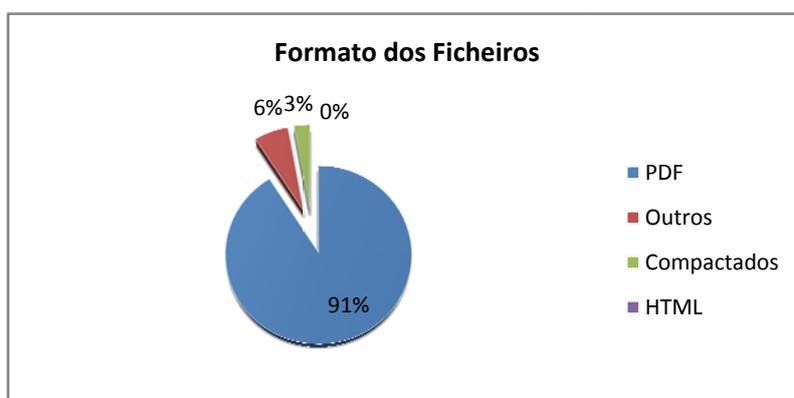


Gráfico 6.12 - Formato de publicação dos conteúdos

Através de uma análise comparativa do Quadro 6.8, do Gráfico 6.11 e do Gráfico 6.12 pode-se concluir que a utilização dada à componente de *e-learning* da Intranet Domus é idêntica a um repositório de sebatas digitais, não existindo uma reestruturação dos conteúdos para fomentar a aprendizagem *online*. Com uma média que ronda os 8 ficheiros por unidade curricular e 91 % dos conteúdos serem disponibilizados no formato PDF, pode-se concluir que a um dos pressupostos do *e-learning*, que é a interacção, não é efectivamente fomentada.

A tendência de pouca interacção ao nível dos conteúdos é extensível à utilização de ferramentas de colaboração como o fórum. Os dados do Quadro 6.9 traduzem um interesse muito reduzido pela utilização do fórum. Isto pode dever-se a vários factores: o desconhecimento das vantagens por parte dos alunos e docentes, a falta de incentivo dado pelos docentes à sua utilização, ou porque a plataforma é usada como um simples repositório de conteúdos, o que não fomenta a discussão de temas.

Fórum	03/04	04/05	05/06	06/07
Mensagens fórum	12	0	2	2
Disciplinas em que foi usado	6	0	2	2
Percentagem de disciplinas (%)	3,3	0,0	1,0	1,2

**Quadro 6.9 - Utilização do fórum da Intranet Domus**

Para as componentes de *e-management* e de *e-research*, o nível de utilização é muito significativo, verificando-se uma forte adesão por parte dos docentes (cerca de 90%), tendo sido disponibilizados *online* referências a 1275 publicações e 242 projectos de investigação. Deste modo, pode-se verificar que a integração num único ambiente das tecnologias de *e-learning*, *e-management* e *e-research* pode fomentar uma adopção mais generalizada das TIC no ensino superior.

No entanto, a utilização da Intranet Domus como um repositório de conteúdos pouco estruturados e a reduzida colaboração no processo de aprendizagem são os motivos base que levaram ao desenvolvimento do protótipo iDomus. Com o protótipo iDomus pretende-se avaliar se a adopção de uma abordagem pedagógica baseada em actividades de aprendizagem e suportada por agentes tutor pode contribuir para essa mudança.

### 6.4.3. Protótipo iDomus

O período de análise da utilização do protótipo iDomus incidiu no segundo semestre do ano lectivo 2006/2007. Devido a algumas correcções que foi necessário efectuar na plataforma, esta só ficou disponível, para os alunos, a partir do dia 19 de Março de 2007.

Para a avaliação do protótipo iDomus usou-se a metodologia de estudo de caso, seleccionando um grupo experimental e outro grupo de controlo que usaram o protótipo iDomus e a Intranet Domus respectivamente.

Neste estudo pretende-se saber que tipo de influência tem a estrutura dos conteúdos baseado em actividades de aprendizagem e o apoio prestado pelo agente tutor no processo de aprendizagem.

A amostra convidada do grupo experimental (iDomus) e o de controlo (Intranet Domus) corresponde ao número de alunos inscritos às unidades curriculares, tendo sido distribuídos aleatoriamente pelos grupos. Assim, o grupo experimental de Informática II é constituído por 61 alunos e o grupo de controlo por 90 alunos. Para a unidade curricular de Desenvolvimento Web, o grupo experimental é constituído por 44 alunos e o de controlo por 40.

Para o estudo de caso foram seleccionados os alunos que usaram o protótipo iDomus e a Intranet Domus ao longo do semestre. Assim, o grupo real experimental de Informática II é constituído por 30 alunos e o grupo de controlo tem 27 alunos. Para a unidade curricular de Desenvolvimento Web, o grupo experimental e de controlo são ambos constituídos por 40 alunos.

No sentido de estudar a evolução da utilização da plataforma ao longo do semestre, os dados foram recolhidos mensalmente e dizem respeito unicamente à utilização por parte dos alunos. O período de análise foi compreendido entre o dia 19/03/2007 e o dia 8/06/2007, que corresponde ao último dia de aulas. De referir que a semana de 2 a 8 de Abril correspondeu às férias da Páscoa e a de 23 a 29 de Abril à Semana Académica, períodos em que se verificou um decréscimo na utilização.

### 6.4.3.1 Unidade Curricular de Desenvolvimento Web

A escolha da unidade curricular de Desenvolvimento Web do 3º ano de Engenharia Informática para avaliar o protótipo permitiu efectuar uma avaliação da sua utilização por parte de utilizadores com conhecimentos na área. O programa da unidade curricular inclui o desenvolvimento de sítios e aplicações Web, conteúdos multimédia e aborda a generalidade das tecnologias que serviram de base ao desenvolvimento do protótipo iDomus. A opinião dos utilizadores representa assim uma mais-valia para a melhoria do protótipo.

Esta análise foi efectuada de forma conjunta com o grupo experimental que testou o protótipo iDomus e o grupo de controlo que usou a Intranet Domus. Pretende-se assim retirar alguns indicadores em relação ao uso do protótipo iDomus, comparando com a experiência de utilização da Intranet Domus.

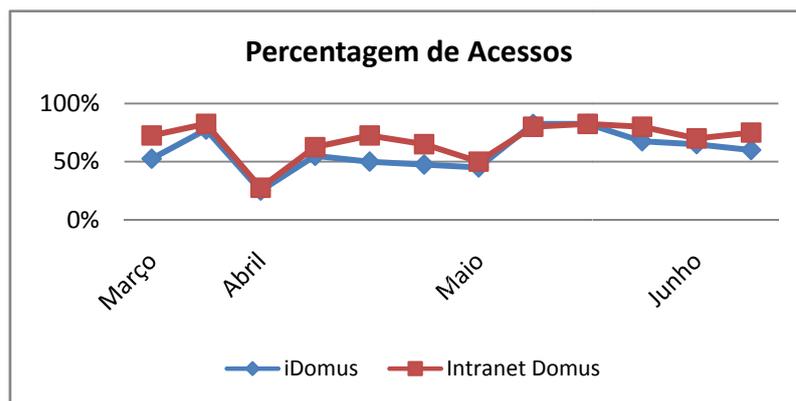


Gráfico 6.13 - Acessos ao protótipo iDomus e à Intranet Domus

Através da análise do Gráfico 6.13 verifica-se que o número total de acessos é ligeiramente superior na Intranet Domus em relação ao protótipo iDomus. Um dos factores que contribuiu para estes números foi o de a Intranet Domus ser usada para diversas unidades curriculares, ao passo que o protótipo iDomus só disponibilizou uma única unidade curricular.

Através da análise dos IPs registados no acesso ao protótipo iDomus, foi possível também distinguir o local de acesso à plataforma, dividindo em três tipos: rede local (LAN), rede sem fios (*Wi-Fi*) e fora do campus (ISP). No entanto, será importante referir

que um elevado número de alunos têm acesso à rede sem fios do IPB a partir de casa, o que significa que nem todos os acessos a partir da rede *Wi-Fi* são feitos dentro da escola.

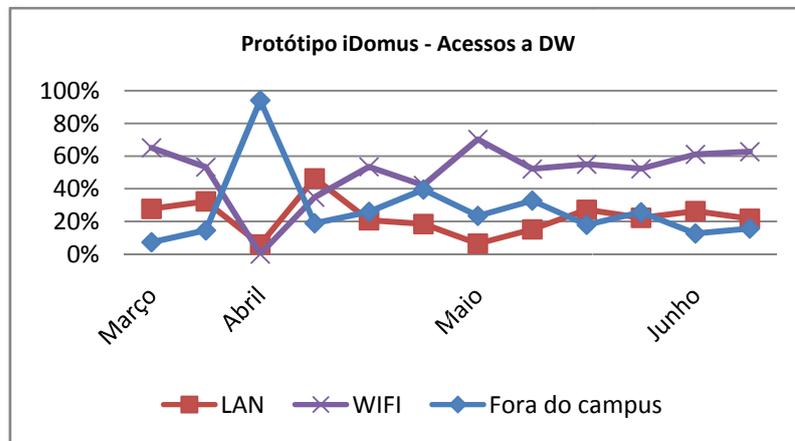


Gráfico 6.14 - Acessos ao protótipo iDomus em DW

No período em análise, o número de acessos cresceu em termos gerais ao longo do semestre, exceptuando as duas semanas de pausa pedagógica. As diferenças ao nível do tipo de acesso não são significativas entre o protótipo iDomus (Gráfico 6.14) e a Intranet Domus (Gráfico 6.15), destacando-se uma superioridade de acessos através da rede *Wi-Fi* em relação à rede local do campus, em ambas as plataformas.

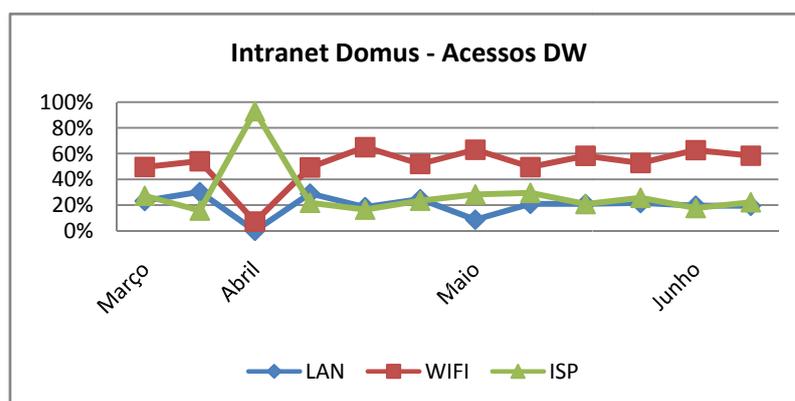


Gráfico 6.15 - Acessos à Intranet Domus em DW

O acesso fora do campus e através da rede local representam valores próximos, excepto para o período de férias da Páscoa, em que o acesso fora do campus foi mais elevado. Estes dados podem ser relevantes para a definição de políticas de investimento ao

nível de equipamento informático, uma vez que um número cada vez menor de utilizadores utiliza os computadores da escola para aceder aos serviços de *e-learning*.

No que se refere ao número de alunos que utilizaram a Intranet Domus e o protótipo iDomus (Gráfico 6.16), verifica-se um nível de utilização semelhante entre as duas plataformas. Com a excepção da semana de férias, a percentagem de acessos para a Intranet Domus oscila entre os 50 % e os 83% e para o protótipo iDomus entre os 48% e os 83%.

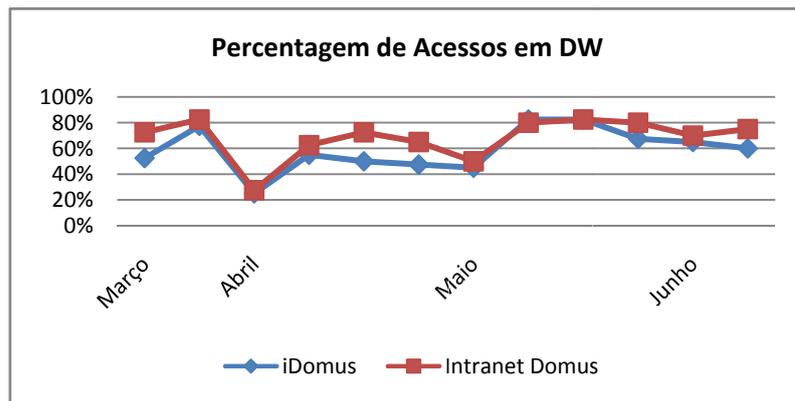


Gráfico 6.16 - Alunos que acederam à Intranet Domus e ao protótipo iDomus

No que diz respeito aos horários de acesso, procurou-se estudar a utilização das duas plataformas dentro do horário escolar (8:30 -20:00) e fora do horário lectivo (20:00 – 8:30). Da análise do Quadro 6.10 verifica-se um número significativo de acessos no horário entre as 20 horas e as 8:30 da manhã, em que cerca de 21 % dos alunos acedem à plataforma. Isto significa que um número considerável de alunos utiliza a plataforma no apoio ao estudo ou para a realização de actividades.

Horário de acesso	Protótipo iDomus		Intranet Domus	
	n	%	n	%
Horário escolar: 8:30 - 20:00	843	79	1016	79
Fora horário escolar: 20:00 - 8:30	221	21	268	21

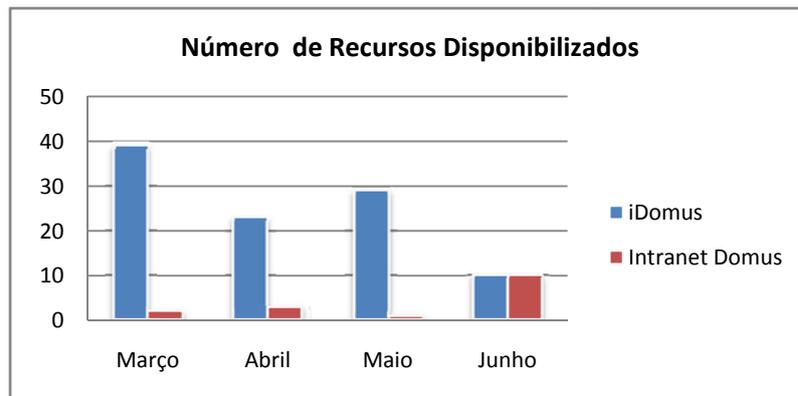
Quadro 6.10 - Horário de acessos à plataforma em Desenvolvimento Web

Um dos objectivos da validação do protótipo iDomus prende-se com o facto de se tentar verificar se a forma como os conteúdos são estruturados têm influência na aprendizagem dos alunos. Neste sentido, na Intranet Domus os conteúdos foram disponibilizados em formato PDF, correspondendo a um ficheiro por capítulo, enquanto na

plataforma iDomus foram organizados em actividades de aprendizagem e disponibilizados no formato HTML.

O número de recursos disponibilizados inclui não somente os ficheiros HTML com os conteúdos, mas também testes de autoavaliação e recursos Web. É assim possível verificar uma diferença muito significativa no número de recursos disponibilizados entre o protótipo iDomus e a Intranet Domus (Gráfico 6.17).

O número de recursos de aprendizagem disponibilizados no protótipo iDomus foi sempre superior à Intranet Domus excepto no mês de Junho. Deste modo, confirma-se que existe uma disponibilização mais acentuada de conteúdos na Intranet Domus no final do semestre, com vista à preparação dos alunos para o exame. Por outro lado, o protótipo iDomus, ao organizar os conteúdos em actividades de aprendizagem, existiu uma distribuição mais homogénea dos conteúdos disponibilizados, devido a estes serem publicados à medida que decorrem as actividades, verificando-se também uma maior granularidade (mais estruturados).



**Gráfico 6.17 - Número de recursos disponibilizados**

O principal motivo da disponibilização de recursos estruturados através de actividades de aprendizagem prende-se com o facto de ajudar os alunos a focarem-se no essencial da aprendizagem, usando só os recursos que necessitam para a actividade em particular.

A colaboração do ambiente de aprendizagem iDomus é um dos factores de base da abordagem baseada em actividades. Desta forma, pode-se verificar um aumento do número de tópicos inseridos em relação a todas as unidades curriculares disponíveis na Intranet Domus. A utilização do fórum está também relacionada com o tipo de actividades de

aprendizagem em si. Pela análise do Gráfico 6.18 verifica-se um interesse inicial na disponibilização de tópicos que esteve relacionado com uma actividade específica, mas o número de tópicos ao longo do semestre ainda está longe de fomentar uma colaboração activa.

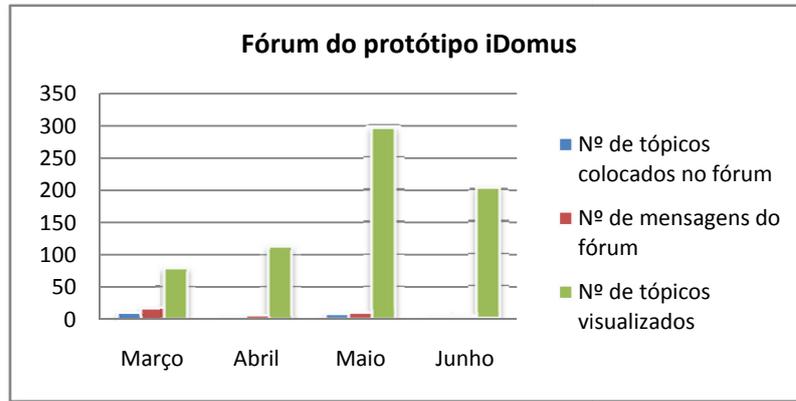


Gráfico 6.18 - Fórum do protótipo iDomus

A relação entre o número de temas colocados no fórum e o número de mensagens é muito próximo, o que significa que não geraram grande discussão. Apesar de existirem actividades que suscitam maior discussão do que outras, os temas que são normalmente colocados são dúvidas, em que muitas das vezes uma única resposta é suficiente para o esclarecimento, o que não é propício a uma discussão mais alargada.

A principal dificuldade em motivar os alunos a participarem em fóruns de discussão foi caracterizada por Machado [Machado 2001] em uma comunidade de aprendizagem constituída por alunos de um curso de mestrado, no ano lectivo 1999/2000, em modelo de *blended-learning*. No conjunto de assuntos colocados no fórum, a grande parte das contribuições foram dadas por um número reduzido de alunos.

Também conscientes das dificuldades da motivação dos alunos para a discussão em fóruns de discussão, Cardoso [Cardoso e Pimenta 2001] definiu uma estratégia para motivar os alunos usando fóruns de exercícios. O funcionamento consistia em colocar exercícios para os alunos resolverem, sendo as respostas submetidas pelos alunos pontuadas pelo docente, com base na originalidade, eficiência e erros. Posteriormente os pontos eram convertidos em valores que constituíam uma parte da avaliação final da disciplina. Apesar de se ter verificado uma elevada participação dos alunos, verificou-se

também uma “monopolização” das respostas por parte dos alunos mais participativos nas aulas.

O problema da motivação dos alunos para a discussão no fórum é também estendido ao agente tutor MyDomus, que presta suporte durante o processo de aprendizagem. Para o agente prestar apoio é necessário que sejam inseridas dúvidas e notas relativas aos conteúdos. Do Quadro 6.11 pode-se verificar que o número de dúvidas e notas inseridas é também reduzido.

Para garantir um suporte ao aluno, mesmo que não participe activamente na aprendizagem inserindo notas e dúvidas nos conteúdos, o agente tutor apresenta recursos relacionados com a actividade. Deste modo o número de recursos Web sugeridos pelo agente não está directamente relacionado com o número de notas e dúvidas inseridas pelo aluno.

Agente MyDomus	Março	Abril	Maiο	Junho
Nº de dúvidas inseridas	13	4	4	4
Nº de notas inseridas	12	5	2	1
Nº de recursos Web sugeridos pelo agente	670	140	90	40

**Quadro 6.11 - Apoio prestado pelo agente tutor myDomus**

Para cada dúvida inserida, o agente usa a metodologia CBR para extrair as notas, mensagens do fórum e recursos Web relacionados com essa dúvida. O número de recursos recomendados está directamente relacionado com o número de dúvidas (casos) existentes na base do conhecimento, destacando-se logo no início uma elevada utilização, mas que ao longo do semestre foi decrescendo. Assim, o agente tutor em vez de aumentar a eficiência com o tempo, de acordo com a metodologia CBR, esta mantém-se porque o número de casos pouco aumentou.

#### **6.4.3.2 Unidade Curricular de Informática II**

A unidade curricular de Informática II do 1º ano do curso de Contabilidade foi também objecto de estudo de caso, por apresentar as características de uma maior heterogeneidade ao nível da faixa etária e do contexto de aprendizagem. Uma grande parte

dos alunos são trabalhadores-estudante que já exercem a sua profissão e que voltaram a estudar.

Ao ser uma unidade curricular de um curso com um menor peso da área científica de informática, este estudo de caso permite também analisar qual o tipo de utilização que este grupo de alunos dá ao *e-learning*.

Para efectuar o estudo de caso foram de igual modo constituídos dois grupos, um experimental que usou o protótipo iDomus (30 alunos) e outro de controlo que usou a Intranet Domus (27 alunos).

O número de alunos que acederam ao protótipo iDomus foi inferior em relação à Intranet Domus. A evolução ao longo do semestre, representada no Gráfico 6.19, revela uma percentagem constante de alunos que acedem regularmente à Intranet Domus, ao passo que no protótipo iDomus tem uma maior variação.

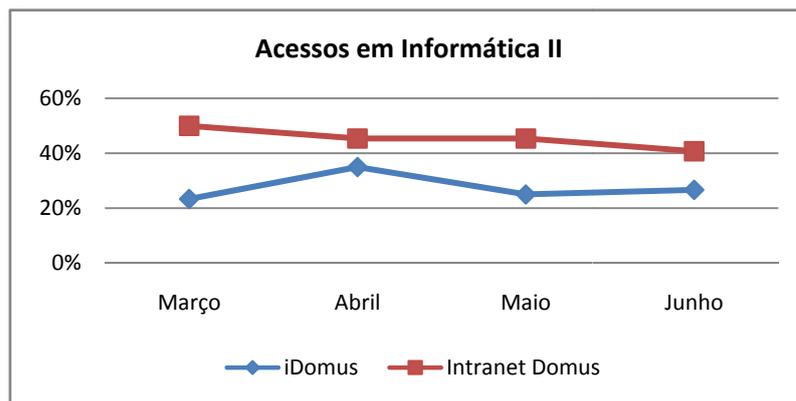


Gráfico 6.19 - Alunos que acederam às duas plataformas em Informática II

Relativamente ao número de acessos constata-se um número mais elevado fora do campus em comparação com a utilização dentro do campus. A percentagem de acessos ao protótipo iDomus (Gráfico 6.20) e à Intranet Domus (Gráfico 6.21), dentro e fora do campus, apresenta uma diferença significativa entre a unidade curricular de Desenvolvimento Web, em que a maioria dos acessos são através da rede *Wi-Fi*, e a de Informática II que são realizados maioritariamente fora do campus.

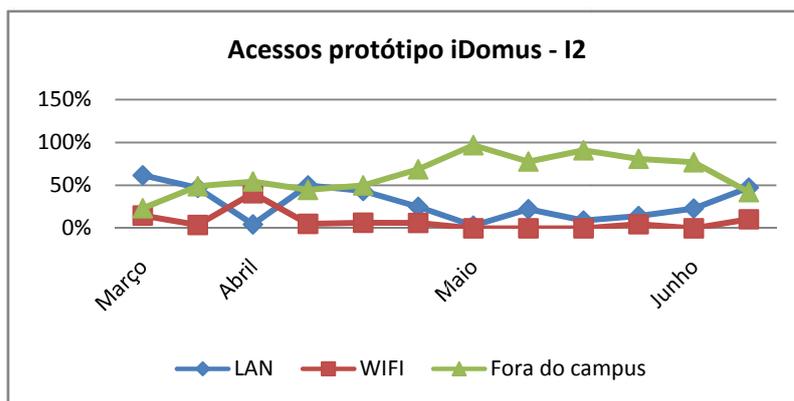


Gráfico 6.20 - Acessos ao protótipo iDomus Informática II

Numa análise comparativa dos acessos ao protótipo iDomus e à Intranet Domus, verifica-se um acesso muito superior fora do campus (casa ou do local de trabalho) na Intranet Domus em relação ao protótipo iDomus. A principal justificação está no número mais elevado de alunos trabalhadores-estudante do grupo de controlo.

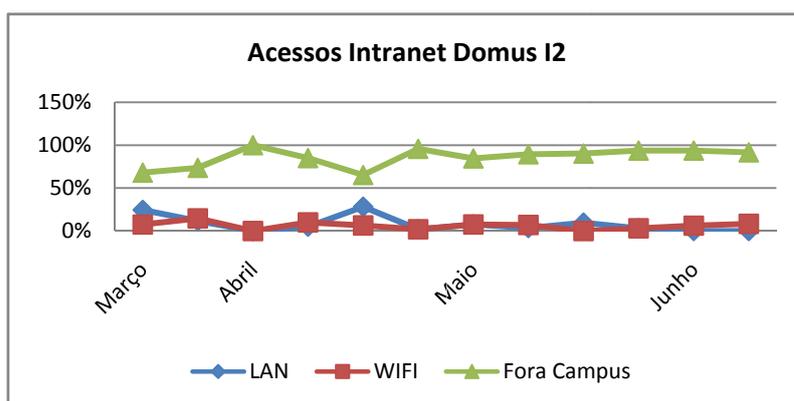


Gráfico 6.21 - Acessos à Intranet Domus Informática II

Relativamente ao horário de acesso à plataforma verifica-se também que um número considerável de alunos (26%) usa o protótipo iDomus e a Intranet Domus (24%) fora do horário lectivo (20:00 - 8:30), quer para apoio ao estudo quer para a realização de actividades *online*.

Tendo em conta que a grande maioria dos alunos tem o estatuto de trabalhador-estudante e que a grande parte dos acessos à plataforma foi efectuada fora do campus (em casa ou no trabalho), pode-se confirmar que a disponibilização de conteúdos quer no

protótipo iDomus quer na Intranet Domus, representa a única forma de muitos dos alunos poderem acompanhar as aulas a distância.

Ao nível dos recursos disponibilizados existe uma diferença considerável em relação ao número de conteúdos publicados no protótipo iDomus e na Intranet Domus (Gráfico 6.22). No protótipo iDomus os conteúdos foram estruturados de acordo com as actividades previstas, tendo um elevado nível de granularidade. Apesar de isto implicar um maior esforço por parte dos docentes no desenvolvimento dos conteúdos, possibilita aos alunos um ensino mais focado nos objectivos da aprendizagem.

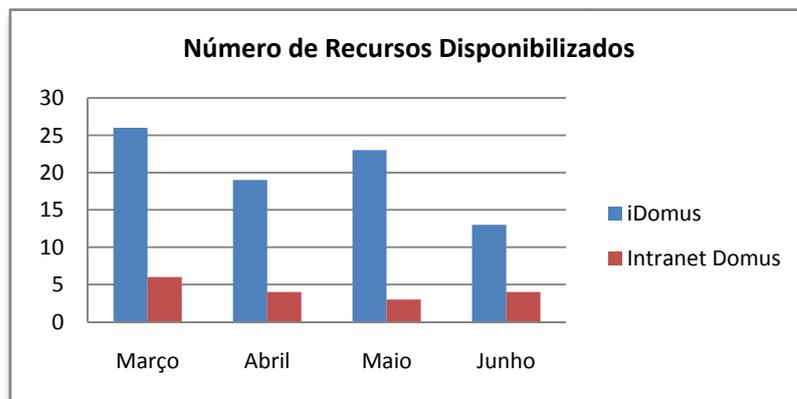


Gráfico 6.22 - Recursos disponibilizados

Apesar de existir uma maior granularidade dos conteúdos, a utilização do fórum de discussão foi relativamente baixa. Constatou-se que no início do semestre o número de tópicos colocados foi superior, não tendo sido colocado qualquer tópico a partir de meados do semestre

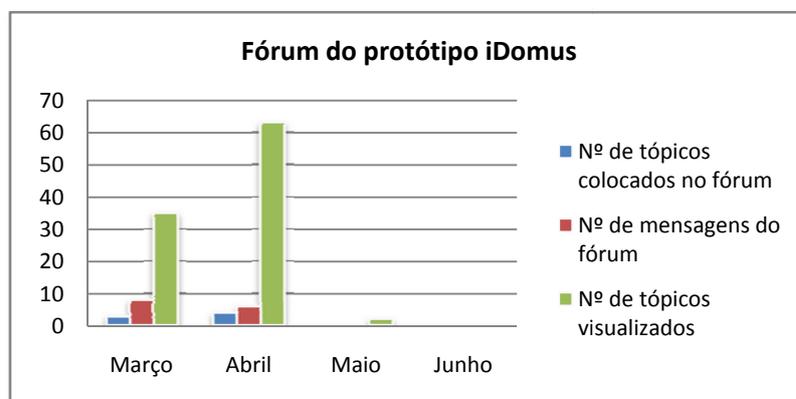


Gráfico 6.23 - Utilização do fórum do protótipo iDomus

O número de assuntos consultados aumenta exponencialmente para cada novo tópico inserido, o que permite concluir que existe um interesse pela utilização do fórum do ponto de vista do leitor e não do escritor. A relutância em colocar novos assuntos pode estar relacionada com as matérias propriamente ditas, que não fomentam muito a discussão, ou pode ser uma questão mais cultural em que os alunos não são participativos o suficiente na construção do conhecimento.

O número de dúvidas e notas inseridas é também semelhante ao número de assuntos do fórum, reflectindo a pouca interacção dos alunos com os conteúdos e com o contexto de aprendizagem (Quadro 6.12).

Agente MyDomus	Março	Abril	Maió	Junho
Nº de dúvidas inseridas	0	6	2	0
Nº de notas inseridas	4	0	0	0
Nº de recursos Web sugeridos pelo agente	3	70	20	0

**Quadro 6.12 - Apoio prestado pelo agente tutor MyDomus**

Da análise comparativa entre o grupo experimental e o de controlo da unidade curricular de Informática II e de Desenvolvimento Web verifica-se uma utilização semelhante do protótipo iDomus. No que diz respeito ao tipo de acesso, em Informática II devido ser um grupo constituído por um elevado número de trabalhadores-estudante, a maioria dos acessos são feitos fora do campus, o que demonstra a necessidade da disponibilização de conteúdos para alunos que não podem frequentar as aulas presenciais.

No protótipo iDomus, por apresentar uma nova filosofia de desenvolvimento de conteúdos, é necessário um maior envolvimento do professor e do aluno no processo educativo. Pela análise dos dados de utilização da plataforma pode-se verificar que o acesso aos conteúdos foi a principal utilização dada ao protótipo, não tendo sido usado de forma significativa as características colaborativas.

A resistência natural à mudança dos métodos de ensino por parte dos professores e de estudo por parte dos alunos, não permite num único semestre tirar conclusões definitivas do impacto que a organização baseada em actividades de aprendizagem pode ter na mudança do paradigma educacional. No entanto, pode-se verificar um interesse dos

alunos pela organização baseada em actividades, por permitir uma aprendizagem mais centrada nas tarefas relacionadas com a aprendizagem.

## 6.5. Questionário Honey-Alonso de Estilos de Aprendizagem

A heterogeneidade de alunos no ensino superior irá ser cada vez maior, fruto das exigências da sociedade e da economia do conhecimento, em que é necessária uma actualização constante dos conhecimentos.

A formação ao longo da vida foi definida como uma das prioridades do Processo de Bolonha. Deste modo, será cada vez maior o número de alunos em contextos diferentes de aprendizagem. Para dar resposta a estes novos desafios é necessária uma maior personalização do ensino e centrar todo o processo educativo na aprendizagem.

A personalização do ensino passa também pela identificação dos objectivos de aprendizagem de cada aluno e do seu estilo de aprendizagem. O conhecimento dos estilos de aprendizagem dos alunos permite ao professor adaptar as metodologias pedagógicas às necessidades dos alunos, contribuindo para uma aprendizagem mais efectiva.

A identificação do estilo ou estilos de aprendizagem do aluno é um requisito importante para o agente tutor poder adaptar o ambiente de aprendizagem às necessidades do aluno. O estilo de aprendizagem faz parte do perfil do aluno, o qual foi identificado recorrendo ao questionário Honey-Alonso de estilos de aprendizagem: CHAEA, adaptado e validado para a língua portuguesa por Miranda [Miranda 2005].

Para a identificação do estilo de aprendizagem de cada aluno foi disponibilizado *online* o questionário CHAEA através do protótipo iDomus. O aluno ao entrar pela primeira vez na plataforma é-lhe solicitado o preenchimento do questionário.

O questionário é constituído por oitenta questões que permitem a identificação das preferências para cada estilo: activo reflexivo, teórico e pragmático. Responderam ao questionário 20 alunos de Informática II e 15 alunos de Desenvolvimento Web. O número de estilos identificados é inferior ao número de utilizadores da plataforma, porque a resposta ao questionário é voluntária e não impeditiva da utilização do protótipo iDomus.

Para a identificação dos estilos de aprendizagem só foram considerados os alunos do grupo experimental que usaram o protótipo iDomus.

### 6.5.1. Estilos de Aprendizagem dos alunos de Desenvolvimento Web

O grupo experimental de Desenvolvimento Web teve uma menor adesão na resposta ao questionário do que o grupo de Informática II. A não identificação do estilo de aprendizagem do aluno leva a que o agente ignore esse parâmetro na selecção dos recursos de apoio à actividade de aprendizagem. O resultado dessa omissão pode significar uma selecção menos precisa dos recursos em relação ao contexto de aprendizagem.

Da análise dos dados representados no Gráfico 6.24, verifica-se uma preferência moderada por cada um dos estilos activo, reflexivo, teórico e pragmático. Só 7% dos alunos tem um nível de preferência muito alta pelo estilo reflexivo e teórico e 13 % pelo activo. Nenhum aluno demonstrou preferência muito alta pelo estilo pragmático. O nível moderado é o predominante, estando a par com o de preferência baixa para o estilo activo.

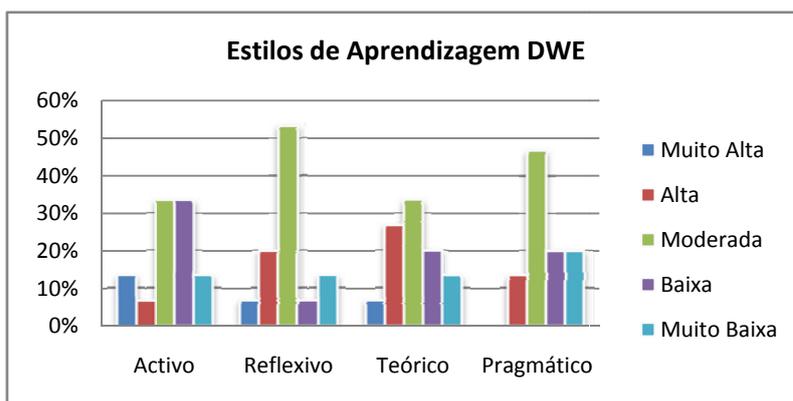


Gráfico 6.24 - Estilos de Aprendizagem do grupo DWE

No Quadro 6.13 pode-se confirmar uma escolha significativa pelo nível de preferência moderado, tanto ao nível da média como da moda. Os valores apresentados correspondem aos cinco níveis de preferência em que o valor 1 representa um nível de preferência muito baixo e 5 um nível de preferência muito alto. De destacar, que o estilo reflexivo é o que apresenta uma média mais elevada, acompanhando também o valor da moda.

Estilos	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Média	2,7	3,0	2,9	2,5
Moda	2	3	3	3

Quadro 6.13 - Média e moda dos estilos

Com uma média inferior a 3 (preferência moderada), excepto para o estilo reflexivo, verifica-se que não existe grandes diferenças entre os estilos de aprendizagem dos alunos.

A identificação dos estilos de aprendizagem é importante para a criação de grupos de trabalho, devido a ser recomendável uma distribuição equitativa dos diversos estilos pelos grupos. Num mesmo grupo de trabalho a existência de dois alunos com um nível de preferência muito alto, por exemplo pelo estilo activo, pode gerar atritos devido a este estilo ter uma tendência pelo comando das tarefas.

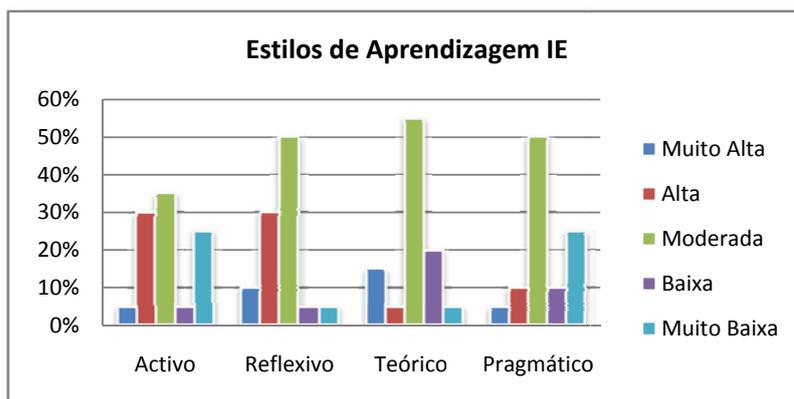
Segundo Honey [Honey e Mumford 1986] as pessoas com preferência pelo estilo activo sentem-se bem a realizar actividades experimentais. Os reflexivos sentem-se melhor a analisar dados e a fazer revisões. As pessoas com preferências pelo estilo teórico estão sempre preparadas para dar respostas e são eficazes a fazer conclusões. Finalmente, as pessoas com uma preferência pelo estilo pragmático integram-se bem em tarefas de planeamento.

Apesar de só sete alunos terem níveis de preferência muito alta e atendendo às características de cada um dos estilos, será sempre conveniente distribuir os alunos com níveis de preferência alta e muito alta pelos diversos grupos. Dai que é importante a integração no protótipo iDomus a identificação dos estilos de aprendizagem dos alunos, para o docente poder efectuar uma melhor gestão das actividades de aprendizagem em grupo ou individuais.

### **6.5.2. Estilos de aprendizagem dos alunos de Informática II**

O grupo de Informática II demonstra igualmente uma preferência moderada por cada um dos estilos. Todavia, pode-se destacar uma preferência alta pelo estilo activo, ao passo que o grupo de Desenvolvimento Web apresentava uma preferência moderada a baixa.

No Gráfico 6.25, pode-se confirmar o nível de preferência moderado como dominante, seguido da preferência alta. Estas variações representam a diversidade de estilos que é comum existirem entre os alunos.



**Gráfico 6.25 - Relação dos estilos de aprendizagem do grupo IE**

A média das preferências situa-se entre os 2,6 e os 3,4, o que revela uma tendência moderada para todos os estilos. A média mais elevada das preferências pertence ao estilo reflexivo, seguindo a tendência do grupo de Informática II.

Estilos	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Média	2,9	3,4	3,1	2,6
Moda	3	3	3	3

**Quadro 6.14 - Média e moda dos estilos de aprendizagem**

A tendência para um nível moderado nos diversos estilos de aprendizagem, revela que a maioria dos alunos podem integrar-se facilmente em equipas de trabalho não advindo daí problemas relacionados com estilos menos compatíveis, como seria o caso de existirem um número significativo de alunos com um elevado nível de preferência por exemplo pelo estilo activo ou teórico.

## 6.6. Análise dos Inquéritos

No sentido de ser efectuada uma análise qualitativa da Intranet Domus e do protótipo iDomus, foram elaborados inquéritos para recolher dados que permitem avaliar a experiência de utilização das duas plataformas.

O inquérito disponível no Anexo 3 foi distribuído ao grupo experimental e de controlo das duas unidades curriculares. Para o grupo experimental foi distribuído o

inquérito completo, ao passo que para o grupo de controlo não foi incluída a parte de avaliação do protótipo iDomus.

A análise dos resultados do inquérito foi feita em paralelo com os dados de utilização da Intranet Domus (grupo de controlo) e o protótipo iDomus (grupo experimental). Deste modo, o principal objectivo deste inquérito consiste em estudar a importância que a aprendizagem, baseada em actividades e suportada por agentes tutor representa para os alunos.

### 6.6.1. Unidade Curricular de Desenvolvimento Web

Na unidade curricular de Desenvolvimento Web foram recolhidos 22 inquéritos do grupo experimental e 20 inquéritos do grupo de controlo, o que corresponde a 55% e 50% respectivamente da totalidade dos alunos que usaram a plataforma.

Na caracterização do grupo que respondeu ao questionário, representada no Quadro 6.15, pode-se verificar uma média de idades de 25 anos para o grupo experimental e de 25,6 para o grupo de controlo. O regime de acesso dos alunos é na sua totalidade o normal, não existindo nenhum aluno que tivesse ingressado pelo regime de maior de 23 anos. Em relação ao género, este é maioritariamente masculino.

Caracterização	Nº de inquéritos	Média de idades	Regime de Acesso (%)		Género (%)	
			Geral	>23	Feminino	Masculino
Grupo Experimental	22	25,0	100	0	23	77
Grupo de Controlo	20	24,6	100	0	15	85

Quadro 6.15 - Caracterização do grupo experimental e de controlo de DW

No inquérito procurou-se, em primeiro lugar, retratar a utilização da Internet, para se poder enquadrar essa experiência ao nível da utilização da plataforma de *e-learning*. Da análise do Quadro 6.16 pode-se verificar uma média de 8,3 anos de utilização da Internet em ambos os grupos. O nível de utilização semanal corresponde a 23 horas, o que representa em média 3,2 horas diárias. O número de anos que tem Internet em casa foi de cerca de 5,5 anos.

1.	Experiência na Internet	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
1.	Anos de utilização da Internet	8,3	8	8,3	8
1.1.	Horas semanais de utilização	23	25	20,6	25
1.2.	Nº anos que tem Internet em casa	5,5	8	5,4	6

**Quadro 6.16 - Experiência de utilização da Internet**

Na pergunta 2.1 procurou-se caracterizar o tipo de utilização da Internet, nomeadamente se era mais utilizada para actividades lúdicas ou para a consulta de conteúdos e utilização de serviços de comunicação. A classificação de cada item foi efectuada numa escala de 1 a 5, em que o valor 1 representa um nível de preferência mais baixo e o 5 representa um nível de preferência mais alto. No Quadro 6.17 constata-se que o correio electrónico é o serviço mais utilizado, seguido do *download* de *software* e de documentos.

2.1.	Tipo de Utilização (1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
2.1.1.	Ler jornais e revistas <i>online</i>	3,0	3	3,0	2
2.1.2.	Usar o correio electrónico	4,4	5	4,3	4
2.1.3.	Jogar/ <i>download</i> de jogos, música, vídeos	4,0	5	3,8	5
2.1.4.	<i>Download</i> de <i>software</i> /documentos	4,5	5	4,5	5
2.1.5.	Participar em Fóruns/Chats/Grupos de discussão	3,1	4	2,7	3
2.1.6.	Telefonar/Videoconferência	2,1	1	1,9	1
2.1.7.	Usar programas de mensagens instantâneas (Messenger, ICQ, AOL, etc)	4,1	5	4,2	4
2.1.8.	Consultar sítios de partilha de conteúdos (Blogues, YouTube, Hi5, MySpace, etc)	3,4	4	3,4	4

**Quadro 6.17 - Tipo de utilização da Internet**

O nível de utilização para videoconferência e telefonia sobre IP é bastante baixo, seguido da participação em fóruns. As diferenças entre o grupo experimental e de controlo são pouco significativas.

Em relação à utilização do correio electrónico, salienta-se uma maior utilização para comunicação com os colegas do que com os professores. Ao nível de contactos com

pessoas de outras instituições e para questões relacionados com *hobbies* verifica-se uma utilização baixa (Quadro 6.18).

2.2.	Correio electrónico (1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
2.2.1.	Comunicar com os professores	3,5	4	3,6	4
2.2.2.	Comunicar com os colegas	4,1	5	4,0	4
2.2.3.	Obter informações relevantes para os meus estudos	3,3	3	3,6	4
2.2.4.	Contactar com pessoas de outras instituições	2,9	2	2,8	2
2.2.5.	Trocar informações relacionadas com os meus <i>hobbies</i>	2,8	3	2,6	3

**Quadro 6.18 - Uso do correio electrónico**

Uma vez verificada a baixa utilização dos fóruns de discussão durante as actividades de aprendizagem, interessava, desde logo saber, qual o tipo de utilização que é dada aos fóruns. Da análise do Quadro 6.19 verifica-se uma utilização moderada para discussão de assuntos, quer seja relacionados com áreas de interesse quer com os colegas. O dado mais importante é a discussão de assuntos com professores que tem uma média de 2,6 e uma moda de 2. Isto reflecte uma resistência que os alunos têm em colocarem dúvidas aos professores, o que de certo modo ajuda a compreender a baixa utilização do fórum durante o semestre.

2.3.	Fóruns de discussão (1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
2.3.1.	Discussão de problemas relacionados com a minha área de interesse	3,7	4	3,7	4
2.3.2.	Colocar questões que surgem na realização de trabalhos	3,4	3	3,4	2
2.3.3.	Discutir assuntos com os colegas	3,1	2	3,2	4
2.3.4.	Discutir assuntos com os professores	2,6	2	2,5	3

**Quadro 6.19 - Uso dos fóruns de discussão**

Ao nível da utilização de programas de mensagens instantâneas, verifica-se uma média de 4 horas por dia, o que é bastante significativo (Quadro 6.20). Isto reflecte uma

utilização corrente das tecnologias de comunicação para questões sociais, como falar com os colegas, mas uma utilização reduzida para fins de aprendizagem.

2.4 Mensagens instantâneas	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
	Média	Moda	Média	Moda
Número médio de horas de utilização de programas de mensagens instantâneas	4,0	1	3,7	2

**Quadro 6.20 - Tempo de utilização de programas de mensagens instantâneas**

Na segunda parte do questionário, procurou-se recolher dados relativamente à adequação da Intranet Domus às necessidades de aprendizagem. Destaca-se a utilização para *download* de conteúdos e para consultar pautas de avaliação (Quadro 6.21).

A baixa frequência de estudo *online* reflecte a forma como a plataforma está a ser utilizada, como um repositório de conteúdos em que os alunos fazem o *download* e estudam em modo *offline*. Este tipo de utilização não favorece a criação de redes colaborativas de aprendizagem, o que está relacionado com a baixa utilização das ferramentas colaborativas como o fórum.

3.	Intranet Domus (1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
3.1.	Estudar <i>online</i>	2,8	4	4,6	4
3.2.	Fazer <i>download</i> dos conteúdos	4,6	5	4,6	5
3.3.	Discutir assuntos no fórum	2,7	3	2,7	3
3.4.	Consultar avisos/informações das disciplinas	3,8	4	4,1	5
3.5.	Consultar pautas de avaliação	4,1	5	4,3	5
3.6.	Consultar o sumário da aula	2,4	1	2,9	3
3.7.	Consultar as faltas	2,8	1	3,0	1
3.8.	Serviços <i>online</i>	3,0	3	3,8	4

**Quadro 6.21 - Caracterização da Intranet Domus**

Tendo-se verificado uma disponibilização de conteúdos em formato PDF não estruturados na Intranet Domus, na análise efectuada anteriormente, pretendia-se saber qual a opinião dos alunos em relação ao formato dos conteúdos. Verifica-se no Quadro 6.22 uma preferência mais elevada pelos conteúdos estruturados para estudar *online* com opção de *download*, seguida dos ficheiros em PDF separados por capítulo.

4.	Formato dos conteúdos (1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
4.1.	Num único ficheiro em PDF	3,3	5	3,1	2
4.2.	Em ficheiros PDF separados por capítulos	4,3	5	4,0	5
4.3.	Estruturados para estudar só <i>online</i>	2,0	1	2,0	1
4.4.	Estruturados para estudar <i>online</i> e com opção de <i>download</i> em PDF	4,4	5	4,6	5

Quadro 6.22 - Formato dos conteúdos

Estes dados indicam que existe uma sensibilização relativamente à importância da estruturação dos conteúdos de acordo com as actividades lectivas, mas que por questões de portabilidade e de facilidade de impressão desejam ter a opção de *download* em formato PDF.

O método misto de aprendizagem *online* e *offline* é o que revela uma maior preferência, quer seja no grupo experimental, quer no de controlo. Isto revela que os alunos estão conscientes das vantagens do ensino *online*, mas por outro lado preferem continuar a ter a opção de estudar em modo *offline* e de imprimir os conteúdos.

5. Pontos positivos da Intranet Domus	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
	n	%	n	%
Acesso a conteúdos	18	35	16	42
Contactos docentes	9	18	4	11
Pautas	9	18	4	11
Horários e calendário de exames	5	10	2	5
Fórum	4	8	2	5
Organização	3	6	3	8
Simplicidade	3	6	7	18
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>100</b>	<b>38</b>	<b>100</b>

Quadro 6.23 - Pontos positivos da Intranet Domus

De forma a permitir uma caracterização mais abrangente da plataforma foi colocada uma pergunta, de resposta aberta, sobre os pontos positivos da Intranet Domus (Quadro 6.23).

Para tratar estes dados foram criadas categorias para cada uma das respostas dadas. Verifica-se que o acesso a conteúdos é o principal ponto positivo da Intranet Domus (35%), seguida dos contactos dos docentes e as pautas.

Relativamente aos pontos a melhorar na Intranet Domus, foram referidos fundamentalmente questões relacionadas com a disponibilização de mais conteúdos ou informações. Foi também sugerida a actualização regular das faltas e a disponibilização de pautas para todas as unidades curriculares (Quadro 6.24).

6. Pontos a melhorar na Intranet Domus	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
	n	%	n	%
Actualização de faltas	8	22	11	41
Colocação de todas as pautas	6	17	2	7
Uso por parte de todos os docentes	5	14	3	11
Interface	5	14	1	4
Horários e calendários e exames	4	11	1	4
Rapidez	3	8	0	0
Mais conteúdos	3	8	5	19
Fórum	2	6	4	15
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Quadro 6.24 - Pontos a melhorar na Intranet Domus

A terceira parte do inquérito só foi distribuída aos alunos do grupo experimental e pretendia verificar quais as componentes do protótipo iDomus se adequavam mais às necessidades de aprendizagem do aluno. Destaca-se no Quadro 6.25 a organização dos conteúdos de forma estruturada e o apoio do agente tutor. Apesar de terem uma média de 3.7 e 3.5, a moda tem no entanto um valor de 4, o que indica uma elevado nível de preferência pela estrutura dos conteúdos baseada em actividades de aprendizagem e pelo apoio prestado pelo agente tutor.

Deste modo, pode-se verificar que os alunos consideram importante a organização dos conteúdos de forma estruturada e o apoio de um agente tutor para fornecer o esclarecimento de dúvidas e sugerir recursos. Apesar de os alunos não terem usado regularmente a inserção de dúvidas e notas nos conteúdos de modo a obter um apoio por parte do agente tutor, consideram no entanto, a sua actuação bastante importante.

7.	Protótipo iDomus (1-5)	Média	Moda
7.1.	Facilidade de utilização	3,2	3
7.2.	Aspecto gráfico da interface	3,2	3
7.3.	Notícias e informações mais relevantes na 1ª página	2,7	4
7.4.	Fórum de discussão	3,4	4
7.5.	Chat	2,3	2
7.6.	Organização dos conteúdos de forma estruturada	3,7	4
7.7.	Disponibilização de recursos Web	3,6	3
7.8.	Testes de auto-avaliação	3,5	3
7.9.	Apoio do agente tutor para esclarecer dúvidas e seleccionar recursos	3,5	4

**Quadro 6.25 - Caracterização do protótipo iDomus**

Importa também referir o pouco interesse demonstrado pela disponibilização de notícias na primeira página e no uso do Chat. Apesar de uma utilização reduzida, o fórum é considerado como uma ferramenta adequada às necessidades de aprendizagem.

No sentido de investigar mais aprofundadamente a utilização dos fóruns foi colocada uma questão de resposta livre sobre as vantagens deste tipo de sistemas de comunicação assíncrona. No Quadro 6.26 pode-se verificar que a colocação de dúvidas a colegas e professores, a discussão e a aprendizagem são as principais vantagens apontadas. A disponibilidade e o acesso a hiperligação foram também referidos em duas respostas.

As vantagens apontadas pelos alunos demonstram que estão sensibilizados para a necessidade de utilização dos fóruns para tirar dúvidas com os professores e colegas.

8. Vantagens dos fóruns	n	%
Colocar e tirar duvidas com os colegas e/ ou professores	15	56
Discussão	5	19
Aprendizagem	5	19
Disponibilidade	1	4
Acesso a hiperligações	1	4
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

**Quadro 6.26 - Vantagens da utilização dos fóruns**

No registo da experiência de utilização do protótipo iDomus (Quadro 6.26) foi referenciado por 28% dos alunos o acesso a conteúdos e por 24 % o apoio às aulas. Foi

também referida a organização e a rapidez por 16% e 12% dos inquiridos respectivamente (Quadro 6.27).

9. Experiência de utilização da iDomus	n	%
Conteúdos	7	28
Apoio às aulas	6	24
Organização	4	16
Rapidez	3	12
Uso do Fórum	3	12
Simplicidade	2	8
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

**Quadro 6.27 - Experiência de utilização da iDomus**

Ao nível das sugestões de melhoria foi indicado por 31% o *download* de conteúdos (Quadro 6.28), o que reflecte uma preferência pelo *download* dos conteúdos para estudar *offline* ou imprimir.

Com a aposta no protótipo iDomus de metodologia de organização de conteúdos baseada em actividades de aprendizagem, que favorece o estudo *online* e que não permite o *download* dos conteúdos antes de serem concluídas as unidades de aprendizagem, este facto é reflectida nas sugestões de aperfeiçoamento da plataforma em que é referido por 31% dos alunos que pretendem ter a opção de *download* completa dos conteúdos.

10. Sugestões de melhoria iDomus	n	%
<i>Downloads</i> dos Conteúdos	8	31
Simplicidade	5	19
Organização	4	15
Navegação	3	12
Interface	3	12
Hiperligações para sítios de oferta de emprego e estágios	1	4
Fórum	1	4
Uso da Intranet por todos os professores	1	4
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>100</b>

**Quadro 6.28 - Sugestões de melhoria da iDomus**

A referência à disponibilização dos conteúdos para *download* reflecte o nível de preferência demonstrado na questão nº 4, em que quase a totalidade dos alunos referem que preferem a disponibilização dos conteúdos estruturados, mas com opção de *download*.

Outras sugestões incluem a simplicidade e a organização ao nível dos conteúdos, que devido a uma estrutura com uma maior granularidade dos objectos de aprendizagem, gerou uma maior dificuldade de navegação.

No último ponto do questionário, relativo a aspectos que não foram abordados, foi mencionado por 33 % dos alunos os itens referentes à retirada das notícias e ao uso da Intranet por parte de todos os docentes.

11. Mencione aspectos que não foram abordados	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
	n	%	n	%
O questionário é bastante completo	4	44	0	0
Tirar as notícias	3	33	0	0
Uso da Intranet por parte de todos os professores	2	22	6	86
Acesso aos conteúdos de todas as unidades curriculares	0	0	1	14
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Quadro 6.29 - Aspectos não mencionados no questionário

De destacar que 86 % dos alunos do grupo de controlo desejavam que todos os professores disponibilizem os conteúdos de todas as unidades curriculares, através da Intranet Domus.

### 6.6.2. Unidade Curricular de Informática II

Na unidade curricular de Informática II foram recolhidos 19 inquéritos em ambos os grupos, experimental e de controlo, o que corresponde a 63 % de respostas do grupo experimental e 70% do grupo de controlo.

No que diz respeito à caracterização do grupo que respondeu aos inquéritos, a média de idades é de 33,3 para o grupo experimental e de 31,8 para o grupo de controlo. No grupo experimental, o regime de acesso geral é de 42% e o regime maiores de 23 anos é de 58 %. No grupo de controlo, os valores são de 63% pelo regime geral e 37% pelo regime maiores de 23 anos. (Quadro 6.30).

Caracterização	Nº de inquéritos	Média de idades	Regime de Acesso (%)		Género (%)	
			Geral	>23	Feminino	Masculino
Grupo Experimental	19	33,3	42	58	32	68
Grupo de Controlo	19	31,8	63	37	26	74

**Quadro 6.30 - Caracterização do grupo experimental e de controlo de I2**

Estes dados contrastam com os da unidade curricular de Desenvolvimento Web, em que a média de idades é de cerca de 25 anos e o regime de acesso é na sua totalidade o geral. Esta unidade curricular apresenta as características de uma das vertentes do Processo de Bolonha, a formação ao longo da vida. A diferença da média de idades entre as duas unidades curriculares é de 7,3 anos para o grupo experimental, tendo em conta que a unidade curricular de Informática II é do 1º ano e a de Desenvolvimento Web é do 3º ano. Em relação ao género, verifica-se uma percentagem mais elevada do género masculino, mas no grupo experimental não é tão elevada como no grupo de controlo.

Na caracterização da experiência de utilização da Internet verifica-se uma média de 3,3 anos do grupo experimental e de 6,1 do grupo de controlo. Relativamente à utilização semanal, o número médio de 11,5 horas reflecte uma utilização moderada. A relação entre a média de anos de utilização e a média de anos de instalação da Internet em casa revela que um grande número de alunos tem Internet em casa, apesar de ter pouca experiência (Quadro 6.31)

1.	Experiência na Internet	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
1.	Anos de utilização da Internet	3,3	4	6,1	4
1.1.	Horas semanais de utilização	11,5	5	12,7	10
1.2.	Nº anos que tem Internet em casa	2,5	2	3,2	0

**Quadro 6.31 - Experiência de utilização da Internet**

Na análise do nível de utilização da Internet, verifica-se uma preferência pelo uso do correio electrónico, ao passo que a componente lúdica e o acesso a conteúdos tem uma preferência baixa (Quadro 6.32):

2.1.	Tipo de Utilização (1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
2.1.1.	Ler jornais e revistas <i>online</i>	2,4	3	2,5	3
2.1.2.	Usar o correio electrónico	3,7	4	4,4	5
2.1.3.	Jogar/download de jogos, música, vídeos	2,3	1	2,6	1
2.1.4.	Download de <i>software</i> /documentos	2,6	3	3,9	4
2.1.5.	Participar em Fóruns/Chats/Grupos de discussão	1,6	1	2,1	1
2.1.6.	Telefonar/Videoconferência	1,5	1	2,7	4
2.1.7.	Usar programas de mensagens instantâneas (Messenger, ICQ, AOL, etc)	2,8	4	3,5	4
2.1.8.	Consultar sítios de partilha de conteúdos (Blogness, YouTube, Hi5, MySpace, etc)	2,6	1	3,0	4

**Quadro 6.32 - Tipo de utilização da Internet**

De realçar a preferência muito baixa pelo uso de fóruns, o que contrasta com a unidade curricular de Desenvolvimento Web que tem uma preferência moderada. O nível da utilização do correio electrónico verifica-se uma maior preferência pela obtenção de informações relevantes para os estudos (Quadro 6.33).

2.2.	Correio electrónico (1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
2.2.1.	Comunicar com os professores	2,7	3	3,3	4
2.2.2.	Comunicar com os colegas	2,7	1	3,8	4
2.2.3.	Obter informações relevantes para os meus estudos	3,7	3	4,1	5
2.2.4.	Contactar com pessoas de outras instituições	2,8	1	3,3	4
2.2.5.	Trocar informações relacionadas com os meus <i>hobbies</i>	2,3	1	2,7	1

**Quadro 6.33 - Uso do correio electrónico**

Em relação ao tipo de utilização do fórum constata-se um nível de utilização baixo, mas com um maior destaque para a colocação de questões que surgem na realização de trabalhos e para discutir assuntos com os professores (Quadro 6.34).

2.3.	Fóruns de discussão (1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
2.3.1.	Discussão de problemas relacionados com a minha área de interesse	2,4	2	3,1	4
2.3.2.	Colocar questões que surgem na realização de trabalhos	2,7	3	3,1	4
2.3.3.	Discutir assuntos com os colegas	2,4	1	3,3	4
2.3.4.	Discutir assuntos com os professores	2,8	2	2,8	3

**Quadro 6.34 - Uso dos fóruns de discussão**

Na utilização dos programas de mensagens instantâneas (Quadro 6.35) verifica-se um nível médio de 1,4 horas para o grupo experimental e de 2,3 para o grupo de controlo. Desta forma, o nível de utilização mais baixo das tecnologias de comunicação reflecte-se na utilização das ferramentas de comunicação da plataforma de *e-learning*.

2.4.	Mensagens instantâneas	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
	Número médio de horas de utilização de programas de mensagens instantâneas	1,4	2	2,3	2

**Quadro 6.35 - Utilização de programas de mensagens instantâneas**

Na avaliação das componentes mais significativas da Intranet Domus, representada no Quadro 6.36, há uma maior utilização da consulta dos avisos e das pautas de avaliação e do *download* de conteúdos. O nível de preferência por estudar *online* é moderado, o que significa que os alunos preferem fazer o *download* dos conteúdos e estudar em modo *offline*.

Em relação ao tipo de conteúdos verifica-se uma preferência mais elevada pelos conteúdos separados por capítulos em PDF e estruturados para estudar *online* e fazer *download*.

3.	Intranet Domus(1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
3.1.	Estudar <i>online</i>	2,5	4	3,2	4
3.2.	Fazer download dos conteúdos	3,6	5	4,4	5
3.3.	Discutir assuntos no fórum	2,9	3	3,0	3
3.4.	Consultar avisos/informações das disciplinas	4,1	5	4,5	5
3.5.	Consultar pautas de avaliação	4,2	5	4,4	5,0
3.6.	Consultar o sumário da aula	2,5	2	3,3	4,0
3.7.	Consultar as faltas	2,5	5	2,7	1,0
3.8.	Serviços <i>online</i>	3,5	5	3,6	5,0

**Quadro 6.36 - Caracterização da Intranet Domus**

A preferência pelos conteúdos estruturados revela, tal como na unidade curricular de desenvolvimento Web, que a solução mista de estudo *online* e *offline* é a preferida. No caso de terem que escolher entre uma delas, então preferem o estudo *offline* (Quadro 6.37).

4.	Formato dos conteúdos(1-5)	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		Média	Moda	Média	Moda
4.1.	Num único ficheiro em PDF	2,6	2	3,1	3
4.2.	Em ficheiros PDF separados por capítulos	3,5	4	3,8	4
4.3.	Estruturados para estudar só <i>online</i>	2,5	1	3,1	4
4.4.	Estruturados para estudar <i>online</i> e com opção de download em PDF	3,6	5	3,8	4

**Quadro 6.37 - Formato dos conteúdos**

Como pontos positivos da Intranet Domus foram destacados, em 36% das respostas do grupo experimental e em 28% do grupo de controlo, o acesso a conteúdos, seguido da disponibilização do calendário de exames, pautas e o fórum (Quadro 6.38).

5. Pontos positivos da Intranet Domus	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
	n	%	n	%
Acesso a conteúdos	15	36%	12	28
Horários e calendário de exames	7	17%	6	14
Pautas	6	14%	7	16
Fórum	6	14%	4	9
Contactos docentes	3	7%	3	7
Simplicidade	3	7%	3	7
Organização	2	5%	8	19
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>	<b>43</b>	<b>100</b>

**Quadro 6.38 - Pontos positivos da Intranet Domus**

Como pontos a melhorar foram referidos a rapidez, a disponibilização de mais conteúdos e o uso por parte de todos os docentes. A totalidade das sugestões diz respeito a conteúdos e não a melhorias ao nível da plataforma, o que revela um nível geral de satisfação positivo (Quadro 6.39).

6. Pontos a melhorar na Intranet Domus	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
	n	%	n	%
Rapidez	4	21	3	13
Mais conteúdos	4	21	7	30
Uso por parte de todos os docentes	4	21	3	13
Colocação de todas as pautas	2	11	2	9
Horários e calendários e exames	2	11	1	4
Fórum	1	5	1	4
Interface	1	5	0	0
Contacto Docente	1	5	0	0
Actualização de faltas	0	0	5	22
Acesso a rede Pear-To Pear	0	0	1	4
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>

**Quadro 6.39 - Pontos a melhorar na Intranet Domus**

No que concerne à avaliação das componentes do protótipo iDomus, os alunos do grupo experimental referiram como pontos mais positivos a organização dos conteúdos de forma estruturada, a facilidade de utilização e o apoio do agente tutor para esclarecer

dúvidas e seleccionar recursos. A área considerada menos relevante foi o Chat que teve uma média de 2,9 na escala de 1 a 5 (Quadro 6.40).

7.	Protótipo iDomus (1-5)	Média	Moda
7.1.	Facilidade de utilização	3,8	4
7.2.	Aspecto gráfico da interface	3,7	4
7.3.	Notícias e informações mais relevantes na 1ª página	3,6	3
7.4.	Fórum de discussão	3,5	3
7.5.	Chat	2,9	3
7.6.	Organização dos conteúdos de forma estruturada	4,3	5
7.7.	Disponibilização de recursos Web	3,6	4
7.8.	Testes de auto-avaliação	3,4	3
7.9.	Apoio do agente tutor para esclarecer dúvidas e seleccionar recursos	4,1	4

**Quadro 6.40 - Caracterização do protótipo iDomus**

Na resposta aberta sobre as vantagens da utilização dos fóruns foi referido em 50% das respostas a vantagem de poderem tirar dúvidas com os colegas e/ou professores, seguida da discussão (Quadro 6.41).

8. Vantagens dos fóruns	n	%
Colocar e tirar duvidas com os colegas e/ ou professores	11	50
Discussão	4	18
Aprendizagem	4	18
Disponibilidade	3	14
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100</b>

**Quadro 6.41 - Vantagens da utilização dos fóruns**

Na descrição da experiência global da utilização do protótipo iDomus (Quadro 6.42) pode-se verificar que os itens considerados mais relevantes foram o acesso a conteúdos, o fórum e a organização.

9. Experiência de utilização da iDomus	n	%
Conteúdos	5	31
Uso do Fórum	4	25
Organização	3	19
Apoio às aulas	2	13
Simplicidade	1	6
Rapidez	1	6
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

Quadro 6.42 - Experiência de utilização da iDomus

Na pergunta número 10, onde poderiam ser apresentadas sugestões de melhoria da Plataforma iDomus, tal como na unidade curricular de Desenvolvimento Web, foi referido o *download* dos conteúdos, seguido da navegação e o fórum (Quadro 6.43).

10. Sugestões de melhoria do iDomus	n	%
<i>Downloads</i> dos Conteúdos	3	38
Navegação	2	25
Fórum	1	13
Interface	1	13
Uso da Intranet por todos os professores	1	13
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

Quadro 6.43 - Sugestões de melhoria da iDomus

Na última pergunta sobre os aspectos não mencionados no questionário, foi referido por 67% das respostas a utilização da Intranet por parte de todos os docentes e a disponibilização de todas as unidades curriculares na plataforma (Quadro 6.44)

11. Mencione aspectos que não foram abordados	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
	n	%	n	%
Uso da Intranet por parte de todos os professores	2	67	1	25
O questionário é bastante completo	1	33	2	50
Acesso aos conteúdos de todas as unidades curriculares	0	0	1	25
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>

Quadro 6.44 - Aspectos não mencionados no questionário

Em ambos os estudos de caso de Desenvolvimento Web e de Informática II foi referida a importância dos conteúdos estruturados, de modo a estarem centrados na aprendizagem. Foi também considerado importante o papel do agente tutor de suporte à aprendizagem. Também foi referido pela maioria dos alunos a importância da Intranet Domus para o acesso aos conteúdos, e que deveriam ser disponibilizados para todas as unidades curriculares.

## 6.7. Resumo e Conclusões do Capítulo

Neste capítulo foi efectuada a validação do protótipo, que assentou na arquitectura especificada para Intranets educacionais baseada em agentes. A metodologia científica adoptada para efeitos de validação foi fundamentalmente qualitativa, tendo por base dois estudos de casos.

A questão científica que orientou este trabalho - **quais as estratégias que podem fomentar a mudança dos processos de ensino e aprendizagem de forma a melhorar os resultados** - foram validadas através do desenvolvimento de uma arquitectura para Intranet educacionais que suporta os processos de ensino, gestão e de investigação. Neste contexto, pretende-se avaliar se o desenvolvimento de ambientes integrados fomenta o uso das TIC de uma forma mais generalizada.

Partindo da experiência da Intranet Domus, em que a componente de *e-learning* é usada como um simples repositório de conteúdos, desenvolveu-se um protótipo para a componente de *e-learning* baseado na especificação IMS *Learning Design*, centrado em actividades de aprendizagem. Simultaneamente, foram integrados agentes tutor de apoio ao aluno para se avaliar as suas potencialidades no acompanhamento do processo de aprendizagem do aluno.

A validação do protótipo foi realizada através da recolha de dados de utilização da Intranet Domus e do protótipo iDomus. Além dos dados de utilização das duas plataformas foram realizados dois inquéritos, um ao grupo experimental e outro ao grupo de controlo, para avaliação das componentes fundamentais da Intranet Domus e do protótipo iDomus.

Com base nos resultados pode-se concluir que a utilização das capacidades colaborativas da plataforma, como o fórum e a inserção de dúvidas e notas nos conteúdos, foi relativamente baixa, o que influenciou a prestação de apoio por parte do agente tutor.

A organização dos conteúdos em actividades de aprendizagem foi destacada como bastante importante, obtendo a pontuação média de 4,3 em Informática II e de 3,7 em Desenvolvimento Web. Foi também destacada a importância do agente tutor, a qual tem uma média 3,5 para Desenvolvimento Web e 4,1 para Informática II.

Através destes dados é possível concluir que os alunos consideram importante para a sua aprendizagem a estrutura baseada em actividades e o suporte prestado por agentes tutor. No entanto, devido ser uma grande ruptura com metodologias de ensino e aprendizagem que imperaram desde sempre, o paradigma de Bolonha ainda não conseguiu esta mudança ao nível do processo de aprendizagem centrada no aluno. Deste modo, prevê-se que ainda vai ser necessário algum tempo para que os alunos tirem real partido de uma abordagem baseada em actividades de aprendizagem.

## **Capítulo 7: Conclusões**

### **7.1. Introdução**

No final de um trabalho de investigação é necessário reflectir sobre os resultados obtidos e qual a contribuição que se conseguiu alcançar. Neste capítulo são apresentadas algumas considerações finais em relação ao trabalho desenvolvido e aos resultados obtidos.

Na primeira parte do capítulo é feito um enquadramento dos resultados, que inclui um resumo do processo de investigação, designadamente as questões de investigação, as hipóteses colocadas e os resultados obtidos.

Na sequência dos resultados obtidos são apresentados os principais contributos deste trabalho de investigação, nomeadamente ao nível da arquitectura para Intranets educacionais e no suporte ao processo de aprendizagem com base em agentes tutor.

Na parte final do capítulo são apresentadas algumas perspectivas de trabalho futuro e efectuadas as conclusões finais.

### **7.2. Enquadramento e Discussão dos Resultados**

As Intranets podem potenciar a inovação e a competitividade das organizações, tornando-as mais aptas a enfrentar os desafios da sociedade do conhecimento. Este princípio também se aplica às instituições de ensino superior, que através da integração do ensino, da gestão e da investigação em Intranet educacionais, permite uma melhoria da capacidade de resposta das instituições relativamente aos desafios das sociedades

baseadas no conhecimento, em que o paradigma de “formar para a vida” mudou para o paradigma “formar ao longo da vida”.

Para o sucesso deste tipo de plataformas é necessário que estas sejam centradas no utilizador e que reúnam num único ambiente todos os serviços, informação e conhecimento que os docentes, alunos e colaboradores necessitam.

A diversidade de aplicações existentes no seio das organizações dificulta, muitas vezes, o desenvolvimento de ambientes centrados no utilizador. Para contornar este problema a implementação de arquitecturas orientadas a serviços permite a integração de aplicações de uma forma mais eficaz, possibilitando uma melhor automatização de processos e a criação de diversas formas de acesso a aplicações.

A arquitectura de uma Intranet educacional orientada para a vertente dos serviços, potencia o desenvolvimento de aplicações baseada em componentes modulares que podem ser agregadas para fornecer serviços, independentemente da interface. A integração eficiente das diversas componentes de ensino, investigação e de gestão numa Intranet educacional passa pela definição de uma estratégia global que inclui a modelação dos processos de negócio, o desenvolvimento de aplicações e a sua integração em interfaces padronizadas.

A arquitectura proposta assenta nos vectores considerados fundamentais de uma instituição de ensino superior que são o ensino, investigação, serviços e apoio à comunidade, suportado pelas tecnologias de *e-learning*, *e-management* e *e-research*.

A componente de *e-learning* da Intranet teve como base trabalhos anteriores, dos quais se destaca a plataforma de *e-learning* Domus Cursos Online, desenvolvida em 1999 na ESTiG. As principais características da plataforma eram semelhantes às plataformas comerciais disponíveis na altura, destacando-se a simplicidade da interface e a facilidade de navegação.

Devido ao facto de se ter verificado uma baixa adesão por parte dos docentes à plataforma, definiu-se, em 2001, uma nova estratégia para a integração das tecnologias de informação nos diversos processos da instituição, que resultou no desenho de um novo sistema de informação integrando as áreas do ensino e da gestão. Este sistema deu origem à Intranet Domus que passou mais tarde a integrar também uma componente de apoio à investigação.

A componente de *e-learning* da Intranet Domus foi baseada nas funcionalidades fundamentais da plataforma anterior Domus Cursos Online. No entanto, foram só utilizados os serviços de gestão de conteúdos, o fórum e recursos Web, devido a serem os mais usados por alunos e docentes.

Através do estudo de utilização das duas plataformas, verificou-se uma elevada adopção da Intranet Domus, acedendo regularmente cerca de 86,5% dos docentes no ano lectivo 2002/2003 à Intranet Domus, ao passo que só 10% acederam à plataforma Domus Cursos *Online*. Verificou-se, contudo, que a componente de ensino estava a ser usada como um simples repositório de conteúdos. Os conteúdos disponibilizados eram destinados ao apoio às aulas presenciais, consistindo fundamentalmente em sebatas e exercícios no formato PDF, sem uma estrutura adequada à aprendizagem *online*.

Foi com base nesta realidade que se definiu uma nova estratégia de mudança na forma como os conteúdos são produzidos e disponibilizados, partindo-se para uma integração do processo de planificação das actividades de aprendizagem com o desenvolvimento dos conteúdos.

O objectivo principal desta estratégia foi de tentar provocar uma mudança na forma como os conteúdos são organizados e, simultaneamente, prestar um maior suporte ao aluno no processo de aprendizagem. Este objectivo enquadra-se na questão de investigação que orientou todo este trabalho que é a seguinte: **Quais as estratégias que podem fomentar a mudança dos processos de ensino e aprendizagem de forma a melhorar os resultados?**

Para validar esta hipótese foi desenvolvido um protótipo para a componente de *e-learning* da Intranet, baseado em actividades de aprendizagem e agentes tutor. O protótipo iDomus, que é o objecto central desta investigação, tem como principal objectivo o estudo da influência que as tecnologias de informação e comunicação (TIC) podem ter na mudança do paradigma de ensino.

A forma de organização do processo educativo através de actividades de aprendizagem foi baseada nas normas IMS *Learning Design* [IMS 2003], que é uma estrutura conceptual que permite o desenvolvimento de materiais para o ensino *online*, independentemente da metodologia pedagógica.

Apesar das ferramentas existentes para a criação de conteúdos serem bastantes intuitivas, os conteúdos normalmente produzidos são pouco interactivos, suscitando

pouco interesse pela aprendizagem. Atendendo a que a aprendizagem é fundamentalmente um acto colectivo baseado em redes de partilha do conhecimento, deve ser dado um maior ênfase aos contextos em que decorre a aprendizagem [Figueiredo e Afonso 2005].

Neste sentido, o desenvolvimento de um editor da ficha da unidade curricular que integra os objectivos da aprendizagem com o programa estruturado em unidades e actividades, é uma peça fundamental do protótipo iDomus, permitindo que os conteúdos sejam estruturados tendo em vista cenários de *blended-learning*, dando uma contextualização da aprendizagem.

Para facilitar o processo de edição de conteúdos, a estrutura do programa da unidade curricular é usada para a criação das unidades e aprendizagem, segundo as normas *Learning Design*. Assim, os docentes ao usarem o editor *online* do protótipo iDomus, podem produzir conteúdos quer para o apoio às aulas presenciais quer para a aprendizagem *online*, usando uma ferramenta bastante intuitiva.

Para além da organização pedagógica baseada em actividades de aprendizagem, desenvolveu-se um sistema de adaptação do ambiente de aprendizagem às necessidades de cada aluno, recorrendo a metodologias de inteligência artificial e tendo por base estudos prévios sobre agentes pedagógicos, sistemas de tutoria inteligente e sistemas hipermédia adaptativos.

Os principais sistemas adaptativos, baseados em técnicas de inteligência artificial encontram-se centrados no aluno e não na comunidade de aprendizagem, o que não favorece a colaboração entre os diversos intervenientes no processo.

O protótipo iDomus, embora esteja assente nas contribuições prévias dos sistemas hipermédia adaptativos e dos sistemas de tutoria inteligente, este tenta inovar na forma como o suporte é dado ao aluno, tendo por base a teoria de aprendizagem construtivista, em que a colaboração é uma forma de aquisição e partilha do conhecimento.

A metodologia que está subjacente ao protótipo iDomus é a de raciocínio baseado em casos, a qual se encontra apoiada no princípio da reutilização do conhecimento adquirido em casos anteriores de forma a encontrar soluções para novos problemas.

O raciocínio baseado em casos é usado em conjunção com o método de extracção de casos usando a lógica *fuzzy* que permite identificar alunos com perfis próximos baseados em padrões de aprendizagem. Estes padrões de aprendizagem incluem o estilo de aprendizagem, a colaboração no processo de aprendizagem e os resultados obtidos.

O agente tutor do protótipo iDomus funciona como um “anjo da guarda” do aluno que o ajuda a ultrapassar dificuldades durante o processo de aprendizagem. Quando um aluno apresenta uma dúvida, durante a realização de uma actividade de aprendizagem, o agente vai pesquisar na base do conhecimento por casos idênticos usando atributos de semelhança que caracterizam os casos. É através da metodologia CBR, baseada no princípio que casos idênticos têm soluções semelhantes, que o agente faz a extracção do conhecimento apresentando ao aluno recursos que permitem uma melhor compreensão do assunto. Estes recursos incluem notas, referências Web, mensagens do fórum ou outros conteúdos disponíveis na plataforma.

Para se proceder à identificação dos estilos de aprendizagem, que fazem parte do perfil do aluno, foi usado o inquérito de estilos de aprendizagem Honey-Alonso, constituído por oitenta questões que permitem encontrar intervalos de preferência para cada um dos estilos: activo, reflexivo, teórico e pragmático.

No sentido de validar o protótipo e a arquitectura *E-generation* baseada em agentes, efectuou-se um estudo qualitativo assente em dois estudos de caso, incidindo sobre as unidades curriculares de Informática II e Desenvolvimento Web, dos cursos de Contabilidade e de Engenharia Informática. O processo de validação foi baseado na análise dos dados recolhidos durante a utilização da Intranet Domus (grupo de controlo) e do protótipo iDomus (grupo experimental).

Foi também efectuado um inquérito de avaliação de cada uma das plataformas, que permitiu recolher dados sobre a percepção dos alunos sobre a utilização das tecnologias de *e-learning* no apoio ao ensino presencial, e simultaneamente verificar se o protótipo iDomus, que foi baseado em actividades de aprendizagem e em agentes tutor, permite uma melhoria do processo de aprendizagem.

Para se efectuar o estudo da utilização das tecnologias de *e-learning* foi em primeiro lugar feita uma comparação entre a plataforma de *e-learning* Domus Cursos Online e a Intranet Domus, para validar a hipótese se os ambientes integrados de ensino,

investigação e gestão fomentam uma utilização mais abrangente das TIC nos vários processos de uma instituição de ensino superior.

Pela análise feita, pode-se comprovar um crescimento no número de disciplinas *online* de 3 no ano lectivo 2002/2003 na plataforma Domus Cursos Online, para 66, no ano lectivo 2003/2004 da Intranet Domus. Esta relação pode ser confirmada através do número de docentes que usaram a Intranet Domus (86,5%) e que disponibilizaram conteúdos (37,8%).

Estes valores confirmam a necessidade de utilização da Intranet para actividades de gestão lectiva, incluindo os sumários, presenças e pautas. Ao existir uma integração da componente de gestão com o *e-learning*, permite que os docentes descubram de uma forma natural as vantagens do *e-learning* no apoio ao ensino.

Apesar do nível de utilização bastante satisfatório da plataforma, os conteúdos disponibilizados são fundamentalmente de apoio às aulas presenciais, baseados no formato PDF e não são estruturados para a aprendizagem *online*.

Relativamente aos conteúdos disponibilizados no segundo semestre do ano lectivo 2006/2007, 91 % são no formato PDF, dando uma média de 8,5 ficheiros por unidade curricular. Isto revela um nível de granularidade dos conteúdos muito baixo. Pela observação do valor obtido para a moda (cujo valor é 1) verifica-se que existe um número significativo de unidades curriculares a disponibilizar um único ficheiro de conteúdos para todo o semestre.

Apesar de os conteúdos não estarem estruturados para a aprendizagem *online*, nota-se um crescimento acentuado no número acessos à plataforma por parte dos alunos. Relativamente ao meio de acesso à Intranet Domus, verifica-se que o acesso fora do campus (a partir de casa ou do local de trabalho) é o meio mais utilizado, seguido da rede *Wi-Fi* e por último a rede local LAN.

Foi com base no interesse demonstrado pelos alunos na utilização das tecnologias de *e-learning* e com a constatação que os conteúdos disponibilizados não ofereciam o nível de riqueza e granularidade exigidos para o *e-learning* que se avançou para o desenvolvimento do protótipo iDomus.

Da análise da utilização do protótipo iDomus, pode-se verificar um nível ligeiramente superior de acessos do grupo de controlo que utilizou a Intranet Domus em relação ao grupo experimental que utilizou o protótipo iDomus. No entanto isto deve-se

ao facto de a Intranet Domus ser usada para diversas unidades curriculares, ao passo que o protótipo iDomus foi usado só em duas unidades curriculares.

No que diz respeito aos horários de acesso, verifica-se um número significativo de acessos em horário entre as 20 horas e as 8:30 da manhã. A percentagem é idêntica entre as duas plataformas, o que representa um número significativo de alunos que usam a plataforma para apoio ao estudo fora do horário lectivo.

A colaboração do ambiente de aprendizagem iDomus é um factor fundamental para o agente tutor MyDomus. Verifica-se neste campo um aumento do número de tópicos inseridos em relação a todas as unidades curriculares disponíveis na Intranet Domus.

A utilização do fórum está também relacionada com o tipo de actividades de aprendizagem em si. Pode-se conferir um interesse inicial na disponibilização de tópicos que esteve relacionado com uma actividade específica, mas o número de tópicos ao longo do semestre ainda é reduzido de forma a fomentar uma colaboração activa.

Relativamente à Intranet Domus destaca-se a sua utilização para *download* de conteúdos e para consultar pautas de avaliação. Atendendo à utilização principal da Intranet para *download* de conteúdos, na pergunta de qual o formato dos conteúdos preferido, verifica-se que o modo misto, o qual permite o estudo *online* e o *download* para estudo *offline*, é o preferido.

No protótipo iDomus, os pontos mais relevantes são a organização dos conteúdos, a disponibilização de recursos Web, os testes de auto-avaliação e o apoio do agente tutor. Na referência à experiência de utilização da iDomus a maioria dos inquiridos respondeu que foi o acesso aos conteúdos, o apoio às aulas, a organização dos conteúdos e a rapidez.

Os estilos de aprendizagem, que é uma componente base do perfil do aluno, têm um nível de preferência moderada em quase todos os estilos. Com um nível de preferência moderada não é possível criar categorias de estilos em cada um dos grupos e estabelecer uma relação com a colaboração no processo de aprendizagem.

Em termos de resultado final pode-se concluir que a mudança de paradigma educacional preconizado pelo Processo de Bolonha implica uma mudança profunda na forma como o ensino e a aprendizagem devem ser encaradas.

Para avaliar o impacto do protótipo iDomus seria necessário um tempo mais longo para verificar se ao longo do tempo a colaboração na aprendizagem aumentaria com base na organização do processo educativo baseado em actividades de aprendizagem.

Apesar de o tempo de observação da utilização do protótipo ter sido curto, contudo é de realçar a preferência por parte dos alunos pela organização dos conteúdos em actividades de aprendizagem (média 4,3 para Informática II e 3,7 para Desenvolvimento Web, na escala de 1 a 5) e o pelo apoio prestado pelo agente tutor (média e 4,1 para Informática II e de 3,5 para Desenvolvimento Web). No entanto, apesar de os alunos demonstrarem uma maior preferência pelo estudo *online* organizado em actividades, consideram que a possibilidade de fazerem *download* para estudarem *offline* e de imprimirem é fundamental para terem uma maior flexibilidade na aprendizagem.

Para que uma abordagem baseada em actividades de aprendizagem tenha resultados, é necessária a existência prévia de uma estratégia das instituições, ao nível dos processos organizacionais, de modo a que os docentes sejam incentivados a planear as actividades lectivas de forma estruturada. Neste âmbito o Conselho Pedagógico pode ser um elemento importante, devido às estratégias de desenvolvimento pedagógico passarem por este órgão. O editor da ficha de unidade curricular pode ser assim uma ferramenta importante para fomentar a aprendizagem baseada em actividades.

Através destes dados é possível concluir que os alunos consideram importante para a sua aprendizagem a estrutura baseada em actividades e o suporte prestado por agentes tutor. No entanto a mudança do paradigma educacional, de forma a este estar centrado no aluno, ainda está a dar os primeiros passos. Deste modo, é necessária uma estratégia de longo prazo de modo a que os alunos sejam mais participativos no processo de construção do conhecimento e que os docentes adoptem novas metodologias pedagógicas que fomentem a mudança do papel do aluno na aprendizagem.

### 7.3. Contribuição

As contribuições que se pretendia obter inicialmente com este trabalho eram as seguintes:

- uma arquitectura genérica para Intranets educacionais, integrando as vertentes ensino, investigação e gestão;
- um sistema de gestão de conteúdos baseado em actividades de aprendizagem, de acordo com as normas IMS *Learning Design*;
- um modelo de agentes tutor colaborativos suportados pelo raciocínio baseado em casos;
- mecanismos de adaptação do ambiente de aprendizagem às necessidades do aluno, com base no seu estilo e percurso de aprendizagem;
- mecanismos de partilha do conhecimento, através da anotação colaborativa de documentos;
- um modelo de adaptação dos conteúdos ao contexto de aprendizagem.

Da análise dos resultados da validação da arquitectura através do protótipo iDomus e da Intranet Domus, verifica-se que os objectivos propostos inicialmente foram atingidos, conseguindo-se desenvolver uma arquitectura genérica baseada em serviços que integra as componentes de ensino, investigação e gestão.

A arquitectura *E-generation* representa, assim, uma mais-valia para o desenvolvimento de Intranets educacionais para as instituições de ensino superior, na medida em que possibilita a integração das componentes de ensino, gestão e investigação, suportadas por tecnologias de *e-learning*, *e-management* e *e-research*.

Além da integração, a adaptação é outra característica base da arquitectura, que pretende impulsionar a mudança do paradigma de ensino. Neste sentido a integração das Normas *Learning Design*, as quais são baseadas em actividades de aprendizagem, é possível estimular esta mudança centrando o processo educativo no aluno, aliando a integração de agentes tutor de suporte à aprendizagem.

O editor da unidade curricular e de *Learning Design* são as ferramentas que maior contributo poderá dar para a mudança do paradigma educativo, na medida que usam a organização pedagógica existente nos cursos (objectivos, resultados de aprendizagem e programa), para a criação de uma estrutura do programa da unidade curricular baseado em actividades. Assim os docentes podem criar unidades de aprendizagem de uma forma simples, sendo a estrutura convertida automaticamente para *Learning Design*. Estas ferramentas podem ser usadas autonomamente ou integradas em outras plataformas.

Para dar uma melhor suporte à aprendizagem, foi desenvolvido um modelo de agentes tutor suportados pelo raciocínio baseado em casos, que disponibilizam um apoio ao aluno durante as actividades de aprendizagem, adaptando o ambiente de aprendizagem e extraíndo conhecimento para o esclarecimento de dúvidas.

Também pode ser considerada como uma contribuição o mecanismo desenvolvido de anotação colaborativa de conteúdos, baseado na criação de camadas em documentos HTML, que permite a marcação de dúvidas no documento e a inserção de notas. Este sistema de anotação não altera o código fonte das páginas, usando as potencialidades do *Dynamic HTML* e do *Ajax* para criar camadas de informação.

Por último, o processo de adaptação do ambiente de aprendizagem com base no perfil do aluno, que inclui o estilo de aprendizagem, a sua colaboração e o desempenho na aprendizagem, permite a adaptação do ambiente ao contexto de aprendizagem. Deste modo além dos conteúdos é feita uma adaptação do contexto de aprendizagem às necessidades específicas de cada aluno.

#### **7.4. Trabalho Futuro**

Um trabalho de investigação inicia-se normalmente por uma ideia. No entanto, chegando a esta fase muitas outras ideias surgiram ao longo deste processo, que por várias condicionantes não foi possível implementar. O surgir de novas ideias no final deste trabalho significa que a investigação é um ciclo recursivo tal como o ciclo de aprendizagem proposto por Kolb [Kolb 1984]. A colocação de questões científicas, a formulação de hipóteses e a comprovação das hipóteses através da formulação de teorias, é um ciclo que gera sempre no final novas questões científicas.

A validação das questões científicas foi baseada fundamentalmente numa avaliação de carácter qualitativo constituído por dois estudos de caso. Os estudos de caso, apesar de permitirem a análise dos problemas num contexto organizacional, têm a desvantagem de não permitirem a generalização dos resultados [Alavi e Carson 1992].

Deste modo, não foi possível, por questões de limitação de tempo, efectuar um estudo mais exaustivo da evolução da utilização do protótipo iDomus. Inicialmente pretendia-se efectuar diversos estudos de caso e por períodos mais alargados, mas devido à maior complexidade no desenvolvimento do protótipo não foi possível concretizar. Assim sendo, propõe-se como trabalho futuro um estudo mais alargado do uso do protótipo que inclua alunos e docentes de diversas áreas.

Ao nível da produção de conteúdos, considera-se que existe aqui um espaço que ainda não foi explorado, que consiste no desenvolvimento de ferramentas de conversão *online* de conteúdos para o formato XHTML. Esta ferramenta poderia converter diversos formatos como por exemplo apresentações e documentos de texto para o formato XHTML, de modo a automatizar a associação dos conteúdos às actividades de aprendizagem

Além da componente de *Learning Design* que foi uma base deste trabalho ao nível da estruturação dos conteúdos, a adopção de agentes tutor em ambientes de aprendizagem representou uma importante contribuição. Atendendo à mais-valia que os agentes podem representar em ambientes de aprendizagem, propõe-se também o desenvolvimento de um agente tutor de apoio ao docente, que à imagem do “anjo da guarda” do aluno, preste apoio no processo de ensino e que contribua para um ensino mais eficaz, ajudando os docentes a usarem metodologias pedagógicas mais eficientes em prol da aprendizagem dos alunos.

O principal objectivo que esteve na base do desenvolvimento do protótipo iDomus foi de avaliar quais as vantagens que uma abordagem baseada em actividades de aprendizagem pode ter para o processo educativo, nomeadamente na mudança do paradigma de ensino. Com a evolução dos sistemas de gestão da aprendizagem *open source* como o Moodle e o Sakai, considera-se que poderá ser um contributo a integração do iDomus numa destas plataformas, na medida em que estas ainda não suportam as normas Learning Design. Deste modo, foi criado um projecto no repositório *SourceForge* (<http://sourceforge.net/projects/domusld/>) com o intuito de dar

continuidade à plataforma e torna-la disponível como um módulo de *Learning Design* (DomusLD).

Ao nível dos conteúdos, o desenvolvimento de um repositório de objectos de aprendizagem integrado com o protótipo iDomus, seria uma medida importante para o acesso livre ao conhecimento. O repositório deveria ser estruturado por áreas temáticas e com metadados adequados, de modo a permitir a integração de objectos de aprendizagem nas actividades, permitindo uma eficaz reutilização dos conteúdos em vários contextos.

Para tornar a arquitectura *E-generation* mais funcional, considera-se que o desenvolvimento de um mecanismo de federação de serviços iria permitir a integração de aplicações existentes dentro da Intranet educacional, sem alterações profundas ao nível aplicacional. Neste sentido considera-se importante o estudo da integração de camadas de *middleware* com vista à federação de aplicações e serviços, usando por exemplo o sistema *Shibboleth* (<http://shibboleth.internet2.edu/>).

Além das propostas apresentadas, julga-se que a área do *e-learning*, dos agentes inteligentes e das Intranets são áreas importantes por si só, que continuarão a ser motivo de vários trabalhos de investigação, principalmente na sua integração em instituições de ensino. Assim, a investigação nestas áreas irá sempre no sentido de desenvolver sistemas cada vez mais eficientes ao nível do suporte ao ensino, gestão e investigação, de modo a que as instituições possam dar uma resposta eficaz aos constantes desafios da sociedade.

## 7.5. Conclusão

O sistema educativo enfrenta novos desafios que obriga ao aumento do desempenho e a abertura a novos públicos, potenciando a aprendizagem ao longo da vida. Para dar resposta a estes novos desafios é fundamental uma racionalização de recursos e a aposta em novas tecnologias e metodologias de ensino e aprendizagem.

Tendo por base a área dos sistemas de tutoria inteligente, o foco principal deste estudo centrou-se na especificação de uma arquitectura baseada em agentes tutor colaborativos de suporte ao processo de aprendizagem. Com esta nova arquitectura pretendeu-se centrar o processo educativo em actividades de aprendizagem.

A arquitectura *E-generation* cumpriu o seu objectivo na medida que possibilitou o desenvolvimento de uma Intranet educacional baseada em agentes que aliou as vantagens de um ambiente centrado no utilizador às capacidades adaptativas dos agentes tutor. Além da contribuição ao nível de integração dos processos de ensino, gestão e administração, o maior destaque da arquitectura centra-se na mudança do paradigma educacional, nomeadamente em focar no aluno o processo educativo, através da organização em actividades de aprendizagem suportadas por agentes tutor.

Ao centrar-se o processo de aprendizagem em actividades e não nos conteúdos, é dado ao aluno uma concepção clara dos objectivos a atingir e quais os recursos necessários para os atingir. Com esta abordagem é possível também uma reutilização não só dos conteúdos mas também dos contextos de aprendizagem.

A adaptação dos conteúdos e dos contextos de aprendizagem através do uso de agentes tutor permite que a arquitectura proposta para Intranets educacionais, disponibilize um ambiente virtual de aprendizagem, adaptativo, colaborativo e centrado no utilizador. Deste modo, invocando Albert Einstein, o principal objectivo que norteou este trabalho foi o de desenvolver um ambiente no qual os alunos possam “aprender a aprender”.

*“Eu nunca tento ensinar nada aos meus alunos, eu só tento criar um ambiente no qual eles possam aprender.”*

Albert Einstein

## Bibliografia

- Aalst, W., Hee, K., Workflow management: models, methods, and systems, MIT Press Cambridge, 2002
- Aamodt, A., Plaza, E., Case-based reasoning: foundational issues, methodological variations, and system approach, *AI Communications*, v. 7, n.1, pp. 39-59, 1994
- Afaneh, M. *et al*, E-learning concepts and techniques, Bloomsburg University of Pennsylvania, [http://iit.bloomu.edu/Spring2006\\_eBook\\_files/index.htm](http://iit.bloomu.edu/Spring2006_eBook_files/index.htm), 2006
- Alavi, M., Carlson, P., A review of MIS research and disciplinary development, *Journal of Management Information Systems*, v. 8, n. 4, pp.45-62, 1992
- Almeida, L., Freire, T., Metodologia da investigação em psicologia e educação, Psiquilibrios, 2000
- Alonso, C., Gallego, D., Honey, P., Los estilos de aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora (4th ed), Ediciones Mensajero, Bilbao, 1999
- Alves, P., Especificação e desenvolvimento de um sistema de ensino baseado na Web, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2000
- Alves, P., Amaral, L., Pires, J., “Domus Tutor: A CBR Tutoring Agent for Student Support”, proceedings of IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, Kinshuk, Sampson, Spector and Isaías editors, Barcelona, pp. 410-414, 2006
- Alves, P., Amaral, L., Pires, J., “Collaborative Learning Activities Supported by Intelligent Agents”, The 13th International Conference of European University Information Systems, Grenoble, 2007
- Amaral, L., PRAXIS: um referencial para o planeamento de sistemas de informação, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, 1994
- Amaral, L., Leal, D., “From classroom teaching to e-learning: the way for a strong definition”, WMSCI - World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Orlando, 2006
- Anderson, T., Elloumi, F., Theory and Practice of Online Learning, Athabasca University, [http://cde.athabascau.ca/online\\_book](http://cde.athabascau.ca/online_book), 2004
- Ardestani *et al*, Building an ASP.NET Intranet, Apress, 2002
- Azevedo, H., Scalabrin, E., A Human Collaborative Learning Environment Using Intelligent Agents, Designing distributed Learning Environments with Intelligent

- Software Agents, Fuhua Oscar Lin. (Org.), Information Science Publishing, (1), pp. 1-32, London, 2004
- Baecker, R. M., editor, Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work. Morgan Kaufmann Publishers: San Mateo, CA., 1993.
- Balzer, Y., Improve your SOA project plans, <http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-improvesoa/>, 2004
- Barrows, H., How to design a problem-based curriculum for the preclinical years, Springer, New York, 1985
- Bass, E., Towards an Intelligent Tutoring System for Situation Awareness Training in Complex, Dynamic Environments, Lecture Notes In Computer Science; Vol. 1452, Proceedings of the 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Springer-Verlag, 1998
- Bass, L., Clements, P., Kazman, R., Software Architecture in Practice, Addison-Wesley, 1997
- Baylor, A., Intelligent agents as cognitive tools for education, Educational Technology, Volume XXXIX (2), pp. 36-41, 1999
- Baylor, A., Agent-based learning environments for investigating teaching and learning. Journal of Educational Computing Research, v. 26, n. 3, pp. 249-270, 2002
- Bergeron, B., Essentials of knowledge management, Wiley, 2003
- Bernheim, C., Chau, M., Challenges of the University in the knowledge society, UNESCO forum Occasional Paper Series, <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001344/134422e.pdf>, 2003
- Betty, C., Marijk, V., Models of Technology and Change in Higher Education. An international comparative survey on the current and future use of ICT in education, CHEPS- Center for Higher Education Policy Studies, 2002
- Billings, K., Moursund, D., Computers in education: an historical perspective, ACM Sigcue Outlook, v. 20, pp. 13-24, 1988
- Boland, R., Phenomenology: A Preferred Approach to Research in Information Systems, in Research Methods in Information Systems, E. Mumford, R.A. Hirschheim, G. Fitzgerald, and T. WoodHarper (eds.), pp. 193-201, NorthHolland, Amsterdam, 1985
- Booch, J., The architecture of Web applications [http://www-128.ibm.com/developerworks/ibm/library/it-booch\\_web/](http://www-128.ibm.com/developerworks/ibm/library/it-booch_web/), 1991
- Booch, J., Rumbaugh, J., Jacobson, I., Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, 1999
- Boose, J., Expertise transfer for expert system design, Elsevier, Amsterdam, 1986

- Bradshaw, J., An Introduction to Software Agents. Software Agents, J. Bradshaw (Ed.), American Association for Artificial Intelligence/MIT Press, 1997
- Brandão, P., Plataformas de e-Learning no ensino superior: avaliação da situação actual, Tese de Mestrado, Universidade do Minho, 2004
- Branson, R., Issues in the Design of Schooling: Changing the Paradigm, Education Technology. XXXI”, n. 9, pp. 7-10, 1990
- Breu, K., Murray, J., Success factors in leveraging the corporate information and knowledge resource through intranets, In Malhotra, Y. Knowledge Management and Virtual Organizations, Idea Group Publishing, pp. 306-320, Hershey and London, 2000
- Brusilovsky, P., Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia in User Modeling and User-Adapted Interaction 6, pp. 87-129, 1996
- Brusilovsky, P., Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education. Künstliche Intelligenz, pp. 19-25, <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/KI-review.html>, 1999
- Burn, H., Caps, C., Intelligent Tutoring Systems. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1988
- Cardoso, E. P., Pimenta, P., Uso de fórum no ensino cooperativo de programação, actas do 3º Simpósio Internacional de Informática Educativa, pp. 233-240, Viseu, 2001
- Cardoso, E., Ambientes de ensino distribuído na concepção e desenvolvimento da universidade flexível, Universidade do Minho, Tese de Doutoramento, 2005
- Chan, T., Baskin, A., Studying with the prince: the computer as learning companion. In Proceedings of the Intelligent Tutoring Systems Conference, Montreal, 1988
- Chappell, D., Understanding .NET, Addison-Wesley Professional, 2006
- Clancey, W., Methodology for building an Intelligent Tutoring System. In G. P. Kearsley (Ed.), Artificial intelligence and instruction: Applications and methods. Reading, MA: Addison-Wesley, 1987
- Colby *et al*, Practical Intranet Development, Glasshaus, 2003
- Collis, B., Tele-Learning in a Digital World: The Future of Distance Learning, International Thomson Publishing, London, 1996
- Comissão Europeia, eLearning: Designing Tomorrow’s Education A Mid-Term Report, Bruxelas, 2003
- Comissão Europeia, Os europeus e a aprendizagem ao longo da vida: principais resultados de um inquérito Eurobarómetro, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/03/619&format=HTML&aged=1&language=PT&guiLanguage=fr>, 2003

- Conallen, J., Building Web Applications with UML, Addison Wesley, 2002
- Conselho da União Europeia, Conclusões do Conselho e dos Representantes dos Governos dos Estados-Membros, reunidos no Conselho, sobre a eficiência e a equidade nos sistemas de educação e formação, Jornal Oficial da União Europeia, 2006
- Converse, T., Park, J., Morgan, C., PHP5 and MySQL Bible, Wiley, 2004
- Corbett, A., Anderson, J., Graesser, A., Koedinger, K., & VanLehn, K., Third generation computer tutors: Learn from or ignore human tutors. CHI '99, 1999.
- De Bra, P., Brusilovsky, P., Houben, G., "Adaptive hypermedia: from systems to framework", ACM Computing Surveys, v. 31, n.4, 1999.
- De Bra, P., Calvi, L., AHA: a Generic Adaptive Hypermedia System, Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia HYPERTEXT'98, Pittsburgh, USA, 1998
- Dede, C., A review and synthesis of recent research in intelligent computer-assisted instruction. International Journal of Man–Machine Studies, pp. 329-353, 1986
- Dias, P., Comunidades de aprendizagem e formação online, Nov@Formação, Revista Sobre a Formação a Distância & E-learning, Inofor, pp. 14-17, 2004
- Downes, S., E-learning 2.0, eLearn Magazine, <http://www.elearnmag.org/subpage.cfm?section=articles&article=29-1>, 2005
- Drucker, P., Universities won't survive, Forbes, 1997
- Dutra, R., Tarouco, L., A collaborative learning environment for computer networks teaching using PBL and CBR approaches, In e-Society 2003, IADIS International e-Society 2003 Conference, Lisboa, Portugal, pp. 420-426, 2003
- EduTools, CMS: Product List, <http://www.edutools.info>, 2007
- Elliot, J., Coordinating Speech and Actions for Animated Pedagogical Agents, Thesis at North Carolina State, 1997
- Ellis, C., Team automata for groupware systems. In ACM Conference on Supporting Group Work (GROUP'97), pp 415-424. ACM Press, 1997
- Estratégia de Lisboa, disponível online em <http://www.estrategiadelisboa.pt>, 2000
- European Commission, Directorate General For Research, Third European Report on Science and Technology Indicators, 2003.
- Ferber, J., Gasser, L., Intelligence artificielle distribuée. In: International Workshop on Expert Systems and Their applications, 10., 1991, Avignon. Cours n. 9. France: [s.n], 1991.

- Figueiredo, A. e Afonso, A., Context and Learning: a philosophical framework, in A. Figueiredo e A. Afonso (eds) *Managing Learning in Virtual Settings: The Role of Context*, Hershey, PA, USA: Idea Group Publishing, 2005
- Garrett, D., *Intranets Unleashed*, Sams, 1996
- Garrison, D. R., & Kanuka, H., *Blended Learning: Uncovering its Transformative Potential in Higher Education*. *The Internet and Higher Education*, v. 7 n. 2, pp. 95-105, 2004
- Gebhardt, F., Vob, A., Grather, W., Schmidt-Beltz, B., *Reasoning with Complex Cases*, Kluwer Academic, Norwell, MA, 1997
- Gilbert, D., Aparicio, M., Atkinson, B., Brady, S., Ciccarino, J., Grosf, B., O'Connor, P., Osisek, D., Pritko, S., Spagna, R., Wilson, L., *IBM Intelligent Agent Strategy*, IBM Corporation, 1995
- Goodman, B., Hitzeman, J., Linton, F., Ross, H., *Towards Intelligent Agents for Collaborative Learning: Recognizing the Role of Dialogue Participants*. In *Proc. of Artificial Intelligence in Education (AIED)*, IOS Press, Amsterdam, 2003
- Graham, D., Miller, M., McDonald, S., Guengerich, S., *Building the Corporate Intranet*, New York: Wiley Computer Publishing, 1996
- Gupta, U., *Validation and verification of knowledge-based systems: a survey*, *Journal of Applied Intelligence*, v. 3, pp. 343-363, 1993
- Harasim, L., "Shift Happens: Online Education as a New Paradigm in Learning", *The Internet and Higher Education* 3, v. 1 n. 2, pp. 41-61, 2000
- Hennessy, D., Hinkle, D., *Initial results from Clavier: A case-based autoclave loading assistant*. In *Proc. of 4th Workshop on Case-Based Reasoning*, pp. 225-232, Washington D.C., 1991
- Hiltz, S. R. and Wellman, B., *Asynchronous learning networks as a virtual classroom*. *Communications of the ACM*, v. 40, n.9, pp. 44-49. 1997
- Honey, P. and Mumford A., *A Manual of Learning Styles*, Peter Honey, Maidenhead, 1986
- Horton, W., Horton, K., *E-learning tools and technologies*, Wiley, 2003
- Huhns, M., Singh, M., *Distributed artificial intelligence for information systems*, CKBS-94 Tutorial, University of Keele, UK, 1994
- IDC, *Corporate Intranets*, [www.idc.com](http://www.idc.com), 2000
- IDC, *Worldwide Corporate e-Learning Market Forecast: 2003 to 2006*, [www.idc.com](http://www.idc.com), 2003

- IMS, IMS Content Packing Specification V1.1, <http://www.imsglobal.org/content/packaging/index.html>, 2001
- IMS, IMS Learning Design Specification V1. <http://www.imsglobal.org/learningdesign>, 2003
- IMS, IMS Questions & Test Interoperability Specification, <http://www.imsglobal.org/question/index.html>, 2005
- ISO, Requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Part 10, Dialogue Principles, 1998
- ISO, ISO 13407: Human-centered design processes for interactive systems, 1999
- Jade, Java Agent Development Framework, <http://jade.tilab.com/>, 2007
- Jafari, A., Conceptualizing intelligent agents for teaching and learning, *Educause Quarterly*, n. 3, 2002
- Jason, Java-based interpreter for an extended version of AgentSpeak, <http://jason.sourceforge.net/>, 2007
- Jennings, N., Wooldridge, M., *Agent Technology: Foundations, Applications, and Markets*, Springer, 1998
- Johnson, S., Aragon, S., Shaik, N., Palma, R., Comparative analysis of learner satisfaction and learning outcomes in online and face-to-face learning environments. *Journal of Interactive Learning Research*, v.11, n.1, pp. 29-49, 2000
- Johnson, W., Shaw, E., Using Agents to Overcome Deficiencies in Web-Based Courseware, *IJCAI-97 Animated Interface Agents Workshop*, 1997
- Kamthan, P., *Intranets in Education, Internet Related Technologies*, disponible en <http://www.irt.org/articles/js137/index.htm>, 1998
- Kaplan, B., Maxwell, J., *Qualitative Research Methods for Evaluating Computer Information Systems*, in *Evaluating Health Care Information Systems: Methods and Applications*, J.G. Anderson, C.E. Aydin and S.J. Jay (eds.), Sage, Thousand Oaks, CA, pp. 45-68, 1994
- Kearsley, G., *Artificial intelligence and education: Applications and methods*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1987
- Khuwaja, R., Desmarais, M., Cheng, R., *Intelligent Guide: Combining User Knowledge Assessment with pedagogical Guidance*. *International Conference on Intelligent Tutoring Systems - ITS'96*, 3., 1996. *Proceedings*, Berlin: Springer-Verlag, 1996
- Kimball, L., *Managing distance learning: New challenges for faculty*. In R. Hazemi, S. Hailes, & S. Wilbur (Eds.), *The Digital University, Reinventing the Academy*, pp. 25-38. Berlin, Germany: Springer Verlag, 1998

- Kitano, H., Shibata, A., Shimazu, H., Case-method: A methodology for building large-scale case-based systems. In Proc. of AAAI-93, Washington, DC, 1993
- Kolb, D. , Experiential Learning, Prentice Hall, 1984
- Kolodner, J. , Camp, P. , Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S., Ryan, M., Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting Learning by Design into practice. The Journal of the Learning Sciences, 12, pp. 495-547, 2003
- Kolodner, J., Case-based Reasoning, Morgan Kaufman, 1993
- Kolodner, J., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S., Learning by Design from Theory to Practice. Proceedings International Conference of the Learning Sciences '98, pp.16-22, 1998
- Kolodner, J., Guzdial, M., Theory and Practice of Case-Based Learning Aids, Disponível em <http://coweb.cc.gatech.edu/guzdial/uploads/18/cbr-chapter.pdf>, 2000
- Kolodner, J., Hmelo, C., Narayanan, N., Problem-based learning meets case-based reasoning, Proceedings of the 1996 international conference on Learning sciences, Evanston, Illinois , pp. 188-195, 1996
- Koschmann, T., Dewey's contribution to a standard of problem-based learning practice. Paper presented at the First, European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning (EuroCSCL), 2001
- Krafzig, D., Banke, K., Slama, D., Enterprise SOA, Prentice Hall, 2005
- Kruse, K., The State of e-Learning: Looking at History with the Technology Hype Cycle, [http://www.e-learningguru.com/articles/hype1\\_1.htm](http://www.e-learningguru.com/articles/hype1_1.htm), e-learning Guru, 2003
- Laurillard, D., Rethinking teaching for the knowledge society, EDUCAUSE, <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ERM0201.pdf>, 2002
- Lauzon, D., Rose, T., Task-oriented and similarity-based retrieval. In Proc. of the 12th International Conference on Entity-Relationship Approach, Dallas, TX, 1993
- Leake, D., Wilson, D., Categorizing Case-Base Maintenance: Dimentions and Directions. In Advances in Case-Based Reasoning: 4th European Workshop, EWCBR-98, Dublin (Ireland), 1998
- Leen-Kiat, S., Blank, T., Miller, L., Person, S., ILMDA: an intelligent learning materials delivery agent and simulation, Electro Information Technology, 2005 IEEE International Conference on Volume , Issue , pp. 6, 2005
- Lesgold, A., Katz, S., Greenberg, L., Hughes, E., Eggan, G., Extensions of Intelligent Tutoring Paradigms to Support Collaborative Learning. In S. Dijkstra, H. Krammer, J. van Merriënboer (Eds.), Instructional Models in Computer-Based Learning Environments. Berlin: Springer-Verlag, pp. 291-311, 1992

- Lester, J., *et al.*, The Pedagogical Design Studio: Exploiting Artifact-Based Task Models for Constructivist Learning”, IUI Conference Proceedings, 1997.
- Leuf, B. , Cunningham, W. , The Wiki way: Quick collaboration on the Web. Upper Saddle River, NJ, USA: Addison Wesley, 2001
- Lipori B., Cantoni L., Succi C., The introduction of eLearning in European universities: models and strategies, Kerres M., Voss B. (Hrgs.), Digitaler Campus. Vom edienprojekt zum Nachhaltigen Medieneinsatz in der Hochschule, Waxmann, Münster, 2003
- LTSC, IEEE Learning Technology standards Committee, <http://ieeeltsc.org>, 2002
- Maes, P., Social interface agents: acquiring competence by learning from users and other agents. In Etzioni, O., editor, Software Agents, Spring Symposium (Technical Report SS-94-03), pp. 71-78. AAAI Press, 1994
- Maehl, W., Lifelong learning at its best. San Francisco: Jossey-Bass, 2000
- Marsh, G., AIL 601 – Theories of Learning Applied to Technological Instruction. University of Alabama, 2000.
- MCES, Processo de Bolonha, Direcção Geral do Ensino Superior, <http://www.dges.mctes.pt/Bolonha/>, 2006
- Machado, A., The Dynamics of Learning Communities, II Conferência Internacional Challenges ' 2001 / Desafios ' 2001, pp. 199-206, Braga, Portugal, 2001
- Mclaren, B., Koedinger, K., Schneider, M., Harrer, A., Bollen, L., Towards Cognitive Tutoring in a Collaborative, Web-based environment. In M. Matera, S. Comai (Eds.), Engineering Advanced Web Applications: Proceedings of Workshops in Connection with the 4th International Conference on Web Engineering, pp. 167-179. Princeton: Rinton Press, 2004
- McNay, H., Corporate Intranets: Building Communities with Data, Technology & TeamWork, IEEE, 2000
- Menzies, T., Knowledge maintenance: the state of the art, Knowledge Engineering Review, v. 14, n. 1, pp. 1-46, 1999
- MERLOT, Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching, <http://www.merlot.org>, 2007
- Miranda, L., Educação online: interacção e estilos de aprendizagem de alunos do ensino superior numa plataforma Web, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, 2005
- MIT Open Courseware, Massachusetts Institute of Technology, <http://ocw.mit.edu/>, 2007
- Mono Project, [www.monoproject.org](http://www.monoproject.org), 2007

- Moore, C., Best practices in workflow, Giga information Group, 2002
- Morais, C., Tecnologia hipermedia no ensino recorrente de adultos em tarefas de transferência e aplicação de informação. Tese de Mestrado em Educação - Especialidade de Informática no Ensino. Braga: Universidade do Minho, 1994
- Moreno, R., *et al*, The Case for Social Agency in Computer-Based Teaching: Do Students Learn More Deeply When They Interact with Animated Pedagogical Agents?, *Cognition and Instruction*, v.19, n.2, pp 117-213, 2001
- Morris, Charles. "Building Your Intranet - Methods, Tools and Technology." *Intranet Digest*, v. 1, Issue 4, 1999
- Morrison, D., E-learning strategies, how to get implementation and delivery right first time, Wiley, 2003
- Murray, T., and Woolf, B. Design and implementation of an intelligent multimedia tutor, *AAI'93 tutorials*, 1993
- Myers, M., Qualitative Research in Information Systems, *MIS Quarterly* 21, 1997
- Neill, J., Research Methods for Studying Psycho-Social Change Programs, disponível online em <http://www.wilderdom.com/research/researchmethods.html>, 2006
- NetCarft, May 2007 Web Server Survey, [www.netcraft.com](http://www.netcraft.com), 2007
- Newcomer, E., Lomow, G., Understanding SOA with Web Services, Addison Wesley, 2004
- Nichols, M., Teaching for Learning. New Zealand: Traininc.co.nz, 2001
- Nielsen, J., Finding usability problems through heuristic evaluation. *Proceedings of ACM CHI '92*, 1992
- Nkambou, R., Frasson, M., Frasson, C., Generating Courses in an Intelligent Tutoring System. In *proceedings of IEA-AIE'96*, (1996)
- Nunes, M., O'Neill, H., *Fundamental de UML*, FCA, 2001
- Nwana, H., Software agents: An overview. *The Knowledge Engineering Review*, v11, n.3, pp. 1-40, 1996
- O' Brien, P., Wiegand, M., Agents of change in business process management, *BT Tecno J.*, 1996
- O'Neill, K., Singh, G., O'Donoghue, J., Implementing eLearning Programmes for Higher Education: A Review of the Literature, *journal of Information Technology Education*, v. 3, 2004
- O'Reilly, T., What is Web 2.0, <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>, 2004

- Olaru, C., Wehenkel, L., A complete fuzzy decision tree technique, *Fuzzy sets and Systems*, pp. 221-254, Elsevier, 2003
- Oliver, R., Herrington, J., *Teaching and learning online: A beginner's guide to e-learning and e-teaching in higher education*. Edith Cowan University: Western Australia, 2001
- OMG, UML 2.1.1 Specification, <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>, 2003
- Ong, J., S. Noneman, *Intelligent Tutoring Systems for Procedural Task Training of Remote Payload, Operations at NASA*, Proceedings of the Industry/Interservice, Training, Simulation & Education, 2000
- Orlikowski, W., Baroudi, J., *Studying Information Technology in Organizations: Research Approaches and Assumptions*, *Information Systems Research* (2), pp. 1-28, 1991
- Orlikowski, W., Robey, D, *Information technology and the structuring of organizations*. *Information systems research*, v. 2, n. 2, pp. 143-169, 1991
- Ovum, *Intelligent Agents: the New Revolution in Software*, Ovum Report, London: Ovum Publications, 1994
- Paiva, A., Machado, I., *Lifelong training with Vincent, a web-based pedagogical agent*, *International Journal Of Continuing Engineering Education And Lifelong Learning* 12, pp. v. 1, n. 4, pp. 254-266, 2002
- Pal, S., Shiu, S., *Foundatios of Soft Case-Based Reasoning*, Wiley, 2004
- Paragon, C., *Choice Between Stored Procedures, Functions, Views, Triggers, Inline SQL*, disponivel online em <http://www.paragoncorporation.com/ArticleDetail.aspx?ArticleID=28>, 2005
- Pearce, M., Goel, A., Kolodner, J., Zimring, C., Santosa, L., Billington, R., *Case-based design support – A case study in architectural design*. *IEEE Expert*, v. 7, n. 5), pp.14-20, 1992
- Phaltankar, K., *Implementing Secure Intranets and Extranets*, Art House, 2000
- Piaget, J. *Science of education and the psychology of the child*. New York: Grossman Publishers, 1969
- Pinheiro, A., *A aprendizagem em rede em Portugal: Um estudo sobre a utilização de Sistemas de Gestão da Aprendizagem na Internet em instituições de Ensino Superior*, Universidade do Minho, Tese de Mestrado, 2005
- Pires, J., *Metamorphosis: um Referencial para o Comércio Electrónico*, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, 2001

- Pires, J., Alves, P., Domus: A New Platform Of E-Learning And E-Management, proceedings of EUNIS 2002 – The 8th International Conference of European University Information Systems, pp. 212-216, Lúcia Ribeiro and Carlos Costa editors, FEUP, Porto, 2002
- Quinlan, J., Induction of decision trees, *Machine Learning*, v. 1, n. 1, pp.81-106, 1986
- Ramos, F., Caixinha, H., Concepção e Gestão de Sistemas de e-Learning / e-Training, comunicação apresentada no 2º Seminário, Universidade de Aveiro / UNAVE, Aveiro, 2000
- Ramos, F., "O Valor Estratégico do eLearning no Ensino Superior: A Experiência da Universidade de Aveiro", Challenges 2003 - III Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, 5º SIE Simpósio Internacional em Informática Educativa, Universidade do Minho, Braga, 2003.
- Riesbeck, C., Shank, R., *Inside Case Based Reasoning*. Hillsdale: Erlbaum, 1989
- Royce, W., Managing the Development of Large Software Systems, Proc. 9th. Intern. Conf. Software Engineering, IEEE Computer Society, pp. 328-338, WESCON, 1970.
- Russell, J., Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995
- Schultz, C. S. Stanford Online, The Stanford University experience width online education. In proceedings of annual Conference on Distance Teaching and Learning, pp. 341-345, Madison, WI, 1998
- Seidel R. J. & Park O., An historical perspective and a model for evaluation of intelligent tutoring systems. *Journal of Educational Computing Research*, v. 10, n. 2, pp103-128, 1994
- Senge, P., *Schools that learn: a fifth discipline fieldbook for educators, parents, and everyone who cares about education*. Garden City, NY: Doubleday, 2000
- Setnes, M., Babuska, R., Kaymak, U., Nauta, L., Van, H., Similarity measures in fuzzy rule base simplification, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, part B: Cybernetics, v. 28, n. 3, pp. 376-386, 1998
- Shambaugh, R., Magliaro, S., *Mastering the Possibles: A process approach to instructional design*. Boston: Allyn and Bacon, 1997
- Sheinberg, M., Know the learner: The importance of context in e-learning design, <http://www.learningcircuits.org/2001/oct2001/elearn.html>, 2001
- Sleeman, D., Brown, J., *Intelligent tutoring systems*. New York: Academic Press, 1982
- Soller, A., Goodman, B., Linton, F., Gaimari, R., Promoting Effective Peer Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System. *Lecture Notes in Computer Sciences*, n. 1452, pp. 186-195. Springer-Verlag, 1998.

- Stacey, P., "People to People, not just people to content", Presentation at the IMS Open Technical Forum, Vancouver, <http://www.bctechnology.com/statics/pstacey-feb1403.html>, 2003
- Stockley, D., E-learning definition and explanation, <http://derekstockley.com.au/elearning-definition.html>, 2003
- Talbot, S., Who is killing higher education? OR is it suicide?, Netfuture, pp. 15, 1998
- Tennyson, R., Park, O., Artificial intelligence and computer-based learning. In R. M. Gagne (Ed.), *Instructional technology: Foundations*. Mahweh, NJ: Lawrence Erlbaum, 1987
- Tiobe Software, TIOBE Programming Community Index for May 2007, <http://www.tiobe.com/tpci.htm>, 2007
- Tsai, S., Machado, P., E-Learning Basics: Essay: E-learning, online learning, web-based learning, or distance learning: unveiling the ambiguity in current terminology, eLearn Issue, pp. 3, ACM Press, 2002
- Umic, Agência para a Sociedade do Conhecimento, Projecto Campus Virtuais (e-U), disponível <http://www.e-u.pt/>, 2003
- UNESCO, Declaração mundial sobre o ensino superior, [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_eng.htm](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_eng.htm), 1998
- Unfold Project, IMS Learning Design from inside, disponível em <http://www.unfold-project.net/>, 2006
- Unfold Project, Learning Design Tools, [http://www.unfold-project.net/general\\_resources\\_folder/tools/currenttools](http://www.unfold-project.net/general_resources_folder/tools/currenttools), 2006
- VanLehn, K., Student Modelling. *Foundations of Intelligent Tutoring Systems* (Eds. Polson M. C. & Richardson J. J.). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, pp. 55-78, 1988
- Vygotsky, L., *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University, 1978
- Watson, I., Marir, F., Case-based reasoning: a review. *The Knowledge Engineering Review*, v. 9, n. 4, pp. 327-354, 1994
- Weisfeld, M., The Evolution of Object-Oriented Languages, <http://www.developer.com/design/article.php/3493761>, 2005
- Wenger, E., *Artificial intelligence and tutoring systems: Computational and cognitive approaches to the communication of knowledge*. Los Altos, CA: Morgan Kaufman, 1987

- Wiley, D. A., Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy, in D. A. Wiley, ed., *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*, 2001,
- Winter, C., Titmuss, R., Crabtree, B., Intelligent agents, mobility and multimedia information, *Proceedings First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM 96)*, London, 1996
- Wirth, N., *Algorithms + Data Structures = Programs*, Prentice-Hall, 1976
- Wolz, U., Palme, J., Anderson, P., Chen, Z., Dunne, J., Karlsson, G., Laribi, A., Männikkö, S., Spielvogel, R., Walker H., *Computer-Mediated Communication in Collaborative Educational Settings. ACM SIGCUE Outlook*, v. 25, n. 4, pp. 51-69, October 1998
- Wooldridge, M., *Reasoning About Rational Agents*. The MIT Press, 2000
- Woolf, B. P., Intelligent multimedia tutoring systems. *Communications of the ACM*, April, v. 39 n. 4, pp. 30-31, 1996
- Woolf, B., Theoretical frontiers in building a machine tutor. In G. P. Kearsley (Ed.), *Artificial intelligence and education: Applications and methods*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1987
- W3C, *Web Services Description Language*, <http://www.w3.org/TR/wsdl20-primer/>, 2007
- Yang, C. *Intelligence in MAS-based Distributed Learning Environments, Designing Distributed Learning Environments with Intelligent Software Agents*. Published by Idea Group Publishing. January 2004
- Yin, R., *Case Study Research. Design and Methods*, Applied social research method series, Sage Publications, v. 5, California, 2002
- Zadeh, L., Fuzzy sets, *Information Control*, v. 8, pp. 338-353, 1965

1

---

<sup>1</sup> Todas as referências Web foram verificadas no dia 31/07/2007

# Índice de Autores

## Autores

Aalst e Hee 2002.....	46
Aamodt e Plaza 1994.....	97, 99, 100, 191, 232
Afaneh, <i>et al.</i> 2006 .....	61
Alavi e Carson 1992 .....	253, 315
Almeida e Freire 2000 .....	254, 255
Alves 2000 .....	31, 256
Alves, <i>et al.</i> 2006 .....	134
Alves, <i>et al.</i> 2007 .....	93
Amaral 1994 .....	163
Amaral e Leal 2006 .....	52
Anderson 2004 .....	51
Ardestani, <i>et al.</i> 2002 .....	139
Azevedo e Scalabrin 2004.....	133
Baecker 1993 .....	118
Balzer 2004.....	167
Barrows 1985.....	135
Bass 1998.....	123
Bass e Kazman 1997 .....	164
Baylor 1999.....	130
Baylor 2002.....	132
Bergeron 2003.....	47, 48
Bernheim, <i>et al.</i> 2003 .....	84
Betty e Marijk 2002 .....	30
Billings e Moursund 1988.....	51
Boland 1985.....	252
Booch 2001.....	165
Booch, <i>et al.</i> 1999.....	164
Boose 1986.....	32
Bradshaw 1997 .....	113
Brandão 2004 .....	57
Branson 1990.....	31, 91, 92
Breu, <i>et al.</i> 2000 .....	40

Brusilovsky 1996.....	126, 127
Brusilovsky 1999.....	128
Burn e Caps 1988.....	120, 123
Cardoso 2005.....	59
Cardoso e Pimenta 2001 .....	276
Chan e Baskin 1988 .....	131
Chappell 2006.....	147
Clancey 1987 .....	125
Colby, <i>et al.</i> 2003.....	38
Collis 1996 .....	50
Comissão Europeia 2003 .....	29, 80, 171
Comissão Europeia 2004 .....	85
Conallen 2002.....	155, 164
Conselho da União Europeia 2006 .....	28
Converse, <i>et al.</i> 2004.....	146
Corbett, <i>et al.</i> 1999 .....	32
De Bra e Calvi 1998.....	120
De Bra, <i>et al.</i> 1999 .....	127
Dede 1986 .....	32
Dias 2004 .....	30
Downes 2005.....	55
Drucker 1997 .....	29
Dutra e Tarouco 2003.....	135
EduTools 2007.....	67
Elliot 1997.....	130
Ellis 1997.....	118
Ferber 1991 .....	115
Figueiredo e Afonso 2005.....	32, 68, 69, 229, 308
Garrett, <i>et al.</i> 1996 .....	40
Garrison e Kanuka 2004 .....	58
Gebhardt 1997 .....	102
Gilbert 1995.....	112
Goodman, <i>et al.</i> 2003.....	130
Graham, <i>et al.</i> 1996.....	38, 39
Gupta 1993 .....	109
Harasim 2000.....	33
Hennessy e Hinkle 1991 .....	105
Hiltz e Wellman 1997 .....	57

Honey e Mumford 1986 .....	31, 119, 120, 121, 123, 284
Horton 2003 .....	60, 63, 69, 171
Huhns e Singh 1994 .....	116
IDC 2000 .....	152
IDC 2003 .....	58
IMS 2001.....	75, 76
IMS 2003.....	77, 87, 88, 89, 172, 188, 193, 212, 249, 307
IMS 2005.....	77
ISO 1998 .....	156
ISO 1999 .....	156
Jade 2007.....	115
Jafari 2002 .....	133
Jason 2007.....	116
Jennings e Wooldridge 1998 .....	111
Johnson e Shaw 1997 .....	130
Johnson, <i>et al.</i> 2000.....	30
Kamthan 1998 .....	161
Kaplan e Maxwell 1994 .....	252
Kearsley 1987 .....	31, 32, 123
Khuwaja, <i>et al.</i> 1996 .....	130
Kimball 1998.....	50
Kitano, <i>et al.</i> 1993 .....	106
Kolb 1984.....	120, 237, 314
Kolodner 1993 .....	97, 101, 103, 104, 107, 134
Kolodner 1996 .....	134, 135
Kolodner 2000 .....	135, 136
Kolodner, <i>et al.</i> 1998 .....	134
Kolodner, <i>et al.</i> 2003 .....	134
Koshmann 2001.....	135
Krafzig, <i>et al.</i> 2005.....	167, 168
Kruse 2003.....	55
Laurillard 2002.....	83
Lauzon e Rose 1993.....	106
Leake 1996 .....	97
Leake e Wilson 1998.....	101
Leen-Kiat, <i>et al.</i> 2005.....	133
Lesgold, <i>et al.</i> 1992.....	130
Lester, <i>et al.</i> 1997 .....	130

Leuf e Cunningham 2001.....	229
Lipori 2003.....	30
LTSC 2002 .....	69, 78
Machado 2001.....	276
Maclaren, <i>et al.</i> 2004.....	132
Macnay 2000.....	39
Maehl 2000.....	49
Maes 1994.....	117
Marsh 2000 .....	129
Mayers 1997.....	252
Menzies 1999 .....	109
MERLOT 2007 .....	69
Miranda 2005 .....	230, 231, 282, 343
MIT Opencourseware 2007.....	29
Mono 2007 .....	148
Moore 2002.....	45
Morais 1994.....	91, 92
Moreno, <i>et al.</i> 2001.....	133
Morris 1999 .....	44
Morrison 2003.....	50
Murray e Woolf 1993 .....	123
Neill 2006.....	254
NetCraft 2007 .....	53, 145
Newcomer e Lomow 2004 .....	166
Nichols 2001 .....	56
Nielsen 1992.....	156
Nkambou e Frasson 1996.....	123
Nunes e O’Neill 2001.....	149
Nwana 1996.....	112, 113, 116, 117
O’ Brien e Wiegand 1996.....	116
O’ Neill, <i>et al.</i> 2004 .....	57
O’Reilly 2004.....	54
Olaru 2003.....	108
Oliver e Herrington 2001.....	173, 174
OMG 2003 .....	150
Ong e Noneman 2000.....	123
Orlikowski e Baroudi 1991.....	252
Orlikowski e Robey 1991 .....	252

Ovum 1994 .....	110
Paiva e Alexandre 2002 .....	132
Pal e Shiu 2004 .....	97, 98, 99, 104, 105, 107, 109
Paragon 2005.....	215
Pearce, <i>et al.</i> 1992.....	105
Petry e Cutkosky 2001.....	115
Phaltankar 2000 .....	158, 159
Piaget 1969.....	135
Pinheiro 2005 .....	60
Pires 2001.....	164
Pires e Alves 2002.....	162, 168, 241
PT Inovação 1996 .....	58
Quinlan 1986 .....	106
Ramos 2003 .....	59
Ramos e Caixinha 2000.....	70
Riesbeck e Shank 1989 .....	98
Royce 1970 .....	153
Russel e Norving 1995 .....	111
Schultz 1998 .....	30
Seidel e Park 1994 .....	123
Senge 2000 .....	30
Setnes, <i>et al.</i> 1998.....	234
Shambaugh 1997.....	87
Sheinberg 2001.....	70
Sleeman e Brown 1982.....	123
Soller, <i>et al.</i> 1998.....	131
Stacey 2003 .....	33, 87, 212
Stockly 2003 .....	52
Talbott 1998 .....	57
Tennyson 1987 .....	125
Tiobe 2007.....	142
Tsai e Machado 2002.....	51
Umic 2003.....	29, 60
Unesco 1998.....	83
Unfold Project 2006.....	91, 173, 174
União Europeia 1999 .....	81
União Europeia 2001 .....	82
VanLehn 1988.....	123

Vygotsky 1978 .....	135
W3C 2007 .....	148, 214
Watson 1997 .....	97
Watson e Marir 1994.....	105
Weisfeld 2005.....	142
Wenger 1987.....	125
Wenger 1997.....	130
Wiley 2001.....	69
Winter, <i>et al.</i> 1996.....	116
Wirth 1976.....	238
Woltz, <i>et al.</i> 1998 .....	131
Wooldridge 2000.....	114
Woolf 1987 .....	124
Woolf 1996.....	32
Yang 2004 .....	134
Yin 2002.....	254

## **Anexos**

## **Anexo 1: Pedido de colaboração na avaliação do protótipo**



Intranet Domus – <http://www.estig.ipb.pt/intranet>

Caro aluno,

Venho solicitar a sua colaboração para participar na avaliação da nova Intranet Domus, ainda em fase de protótipo. Esta nova plataforma foi desenhada a pensar em si, tendo como principal objectivo a melhoria da aprendizagem online. Foi desenhada para suportar actividades de aprendizagem, permitindo a adopção de novas metodologias pedagógicas e adaptadas às necessidades de aprendizagem. Também introduz uma inovação que é o agente tutor My Domus, que utiliza técnicas de inteligência artificial para prestar apoio ao processo de aprendizagem, apresentando notas, assuntos e recursos Web, que poderão ajudar a esclarecer dúvidas ou a contextualizar melhor determinado assunto.

A sua opinião é fundamental para a melhoria da plataforma. Qualquer erro detectado ou sugestão poderá ser enviada para o email [palves@ipb.pt](mailto:palves@ipb.pt).

Obrigado pela sua colaboração.

Paulo Alexandre Vara Alves

[palves@ipb.pt](mailto:palves@ipb.pt)

## Anexo 2 : Questionário de estilos de aprendizagem

Questionário Honey-Alonso de estilos de Aprendizagem: CHAEA  
(Adaptado por Luísa Miranda) [Miranda 2005]

Este questionário foi construído para identificar o seu estilo preferido de aprendizagem.

O questionário é constituído por 80 itens, demorando cerca de 15 minutos a responder.

É importante que responda com sinceridade a todos os itens

Não há respostas certas ou erradas, mas apenas a sua opinião

Traduza a sua opinião, atribuindo a cada um dos itens do questionário um e só um dos números 1, 2, 3, 4. Faça um clique sobre o número que corresponde à sua opinião, admitindo a seguinte correspondência: 1 – totalmente em desacordo, 2 – desacordo, 3 – acordo, 4 – totalmente de acordo.

Obrigado pela sua colaboração.

Nº	Itens	Níveis
1	Tenho fama de dizer o que penso claramente e sem rodeios.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
2	A maior parte das vezes, sinto-me seguro(a) do que está correcto e do que está incorrecto.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
3	Muitas vezes, actuo sem olhar às consequências.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
4	Normalmente, procuro resolver os problemas metodicamente e passo a passo.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
5	Creio que o formalismo restringe e limita a actuação livre das pessoas.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
6	Interessa-me saber quais são os sistemas de valores dos outros e com que critérios actuam.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
7	Penso que o agir intuitivamente pode ser sempre tão válido como agir reflexivamente.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
8	Creio que, independentemente, dos métodos o mais importante é que as coisas funcionem.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
9	Estou atento a todos os pormenores das disciplinas que frequento (sumários, textos, etc.).	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
10	Agrada-me ter tempo para preparar o meu trabalho e realizá-lo com consciência.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4

11	Sou adepto(a) da autodisciplina, seguindo uma certa ordem, por exemplo, no regime alimentar, no estudo e no exercício físico, etc..	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
12	Quando ouço uma ideia nova, começo logo a pensar como poderei pô-la em prática.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
13	Prefiro as ideias originais e inovadoras, ainda que não sejam práticas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
14	Só admito e me adapto às normas, se servem para atingir os meus objectivos.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
15	Adapto-me melhor às pessoas reflexivas do que às pessoas demasiado espontâneas e imprevisíveis.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
16	Escuto com mais frequência do que falo.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
17	Prefiro as coisas estruturadas às desordenadas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
18	Preocupo-me em interpretar, cuidadosamente, a informação disponível antes de tirar uma conclusão.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
19	Antes de fazer alguma coisa, analiso com cuidado as suas vantagens e inconvenientes.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
20	Entusiasma-me ter de fazer algo de novo e diferente.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
21	Procuro, quase sempre, ser coerente com os meus princípios, seguindo critérios e sistemas de valores.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
22	Quando há uma discussão, não gosto de estar com rodeios.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
23	Tenho tendência a relacionar-me de um modo distante, e algo formal com as pessoas com quem trabalho.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
24	Gosto mais das pessoas realistas e concretas do que das idealistas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
25	Tenho dificuldade em ser criativo(a) e em romper com as estruturas existentes.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
26	Sinto-me bem com pessoas espontâneas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
27	A maior parte das vezes, expresso, abertamente, os meus sentimentos.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
28	Gosto de analisar as coisas de todos os ângulos.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
29	Incomoda-me que as pessoas não tomem as coisas a sério.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
30	Atraí-me experimentar e praticar as últimas técnicas e novidades.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
31	Sou cauteloso(a) na hora de tirar conclusões.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
32	Prefiro contar com o maior número de fontes de informação, ou seja, quantos mais dados tiver, melhor.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
33	Tendo a ser perfeccionista.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
34	Prefiro ouvir as opiniões dos outros antes de expor as minhas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4

35	Gosto de enfrentar a vida de forma espontânea e não ter que planificar tudo previamente.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
36	Nas discussões, gosto de observar como agem os outros participantes.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
37	Sinto-me, pouco à vontade, com pessoas demasiado analíticas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
38	Avalio, com frequência, as ideias dos outros pelo seu valor prático.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
39	Sinto-me oprimido(a), se me obrigam a acelerar o trabalho para cumprir um prazo.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
40	Nas reuniões, apoio as ideias práticas e realistas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
41	É melhor gozar o momento presente do que sentir prazer pensando no passado ou no futuro.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
42	Incomodam-me as pessoas que desejam sempre apressar as coisas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
43	Emito ideias novas e espontâneas nos grupos de discussão.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
44	Penso que são mais consistentes as decisões fundamentadas numa análise minuciosa que as baseadas na intuição.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
45	Detecto, frequentemente, a inconsistência e os pontos débeis nas argumentações dos outros.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
46	Creio que me é mais frequente ter de desobedecer às regras do que segui-las.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
47	Apercebo-me, frequentemente, de outras formas melhores e mais práticas de fazer as coisas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
48	Em geral, falo mais que escuto.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
49	Prefiro distanciar-me dos factos e observá-los de outras perspectivas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
50	Estou convencido(a) que numa situação se deve impor a lógica e o raciocínio.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
51	No meu dia a dia procuro novas experiências.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
52	Quando ouço falar de uma ideia ou de uma nova abordagem, tento imediatamente encontrar aplicações concretas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
53	Penso que devemos chegar, o mais rapidamente possível, à ideia central dos assuntos.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
54	Esforço-me sempre por conseguir conclusões e ideias claras.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
55	Prefiro discutir questões concretas e não perder tempo com ideias abstractas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
56	Impaciento-me, quando me dão explicações irrelevantes ou incoerentes.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
57	Verifico, sempre, com antecedência, se as coisas funcionam como deve ser.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
58	Faço vários rascunhos antes da redacção definitiva de um trabalho.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4

59	Estou consciente de que, nas discussões, ajudo a manter os outros centrados no tema, evitando divagações.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
60	Observo que sou, com frequência, uma das pessoas mais objectivas e desapaixonadas nas discussões.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
61	Quando algo corre mal, tento logo fazer melhor.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
62	Rejeito ideias originais se me parecem impraticáveis.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
63	Pondero sempre diversas alternativas, antes de tomar uma decisão.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
64	É frequente eu tentar prever o futuro.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
65	Nos debates e discussões prefiro desempenhar um papel secundário em vez de ser o(a) líder ou o(a) que mais participa.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
66	Incomodam-me as pessoas que não agem com lógica.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
67	Incomoda-me ter de planificar e prever as coisas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
68	Penso que, muitas vezes, os fins justificam os meios.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
69	Costumo pensar, profundamente, sobre os assuntos e os problemas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
70	O trabalhar consciente enche-me de satisfação e orgulho.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
71	Perante os acontecimentos, tento descobrir os princípios e as teorias que os fundamentam.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
72	Desde que possa atingir os meus fins, sou capaz de ferir os sentimentos de outros.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
73	Não me importo de fazer tudo o que seja necessário para que o meu trabalho seja eficiente.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
74	Sou com frequência umas das pessoas que mais animam as festas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
75	Aborreço-me, rapidamente, com o trabalho metódico e minucioso.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
76	As pessoas costumam pensar que sou insensível aos seus sentimentos.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
77	Costumo deixar-me levar pela minha intuição.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
78	Se faço parte de um grupo de trabalho, procuro que se siga um plano e uma metodologia.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
79	Interessa-me, com frequência, descobrir o que pensam as pessoas.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4
80	Evito os assuntos subjectivos, ambíguos e pouco claros.	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4

## Perfil de Aprendizagem

Itens do questionário CHAEA correspondentes a cada estilo de aprendizagem [Miranda 2005]:

Estilos de Aprendizagem							
Activo		Reflexivo		Teórico		Pragmático	
Itens	Pontuação	Itens	Pontuação	Itens	Pontuação	Itens	Pontuação
3		10		2		1	
5		16		4		8	
7		18		6		12	
9		19		11		14	
13		28		15		22	
20		31		17		24	
26		32		21		30	
27		34		23		38	
35		36		25		40	
37		39		29		47	
41		42		33		52	
43		44		45		53	
46		49		50		56	
48		55		54		57	
51		58		60		59	
61		63		64		62	
67		65		66		68	
74		69		71		72	
75		70		78		73	
77		79		80		76	
Total		Total		Total		Total	

Questionário CHAEA (versão portuguesa): Critérios para o cálculo dos níveis de preferência em cada um dos estilos de aprendizagem [Miranda 2005]:

Nível de preferência	Estilo activo	Estilo reflexivo	Estilo teórico	Estilo pragmático
Muito Baixa	[20, 48]	[20, 56]	[20, 50]	[20, 50]
Baixa	[49, 52]	[57, 58]	[51, 54]	[51, 53]
Moderada	[53, 57]	[59, 65]	[55, 60]	[54, 60]
Alta	[58, 61]	[66, 69]	[61, 64]	[61, 65]
Muito alta	[62, 80]	[70, 80]	[65, 80]	[66, 80]

## Anexo 3 : Inquéritos sobre a Intranet Domus e protótipo iDomus



### Inquérito sobre a utilização do e-learning

Este inquérito tem o objectivo de avaliar a utilização da plataforma de e-learning da ESTiG.

É importante que a sua resposta traduza com sinceridade a sua opinião.

Os dados são confidenciais.

Ano curricular em que se encontra matriculado: \_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Regime de acesso: Geral  >23

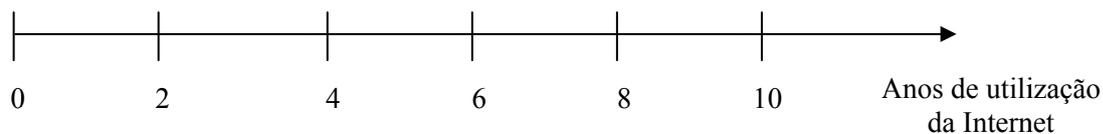
Sexo: F  M

Ano de nascimento: \_\_\_\_\_

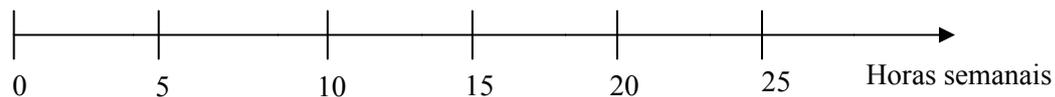
Data de preenchimento: \_\_/\_\_/2007

### Utilização da Internet

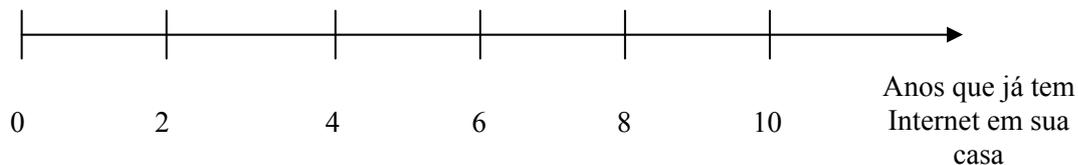
1. Represente com uma cruz no ponto da semi-recta correspondente ao número de anos a que já utiliza a Internet.



1.1. Considere o mês em que utilizou mais a Internet. Represente com uma cruz o número de horas em média de utilização semanal da Internet.



1.2. Número de anos a que já tem Internet em casa.



2. Caso seja utilizador da Internet, traduza a sua opinião atribuindo um valor de 1 a 5:

2.1. Utilizo a Internet para:

Utilização da Internet	Nada relevante			Extremamente relevante	
	1	2	3	4	5
Ler jornais e revistas <i>online</i>					
Usar o correio electrónico					
Jogar/ <i>download</i> de jogos, música, vídeos					
<i>Download</i> de software/documentos					
Participar em Fóruns/Chats/Grupos de discussão					
Telefonar/Videoconferência					
Usar programas de mensagens instantâneas (Messenger, ICQ, AOL, etc)					
Consultar sítios de partilha de conteúdos (Blogs, YouTube, Hi5, MySpace, etc)					

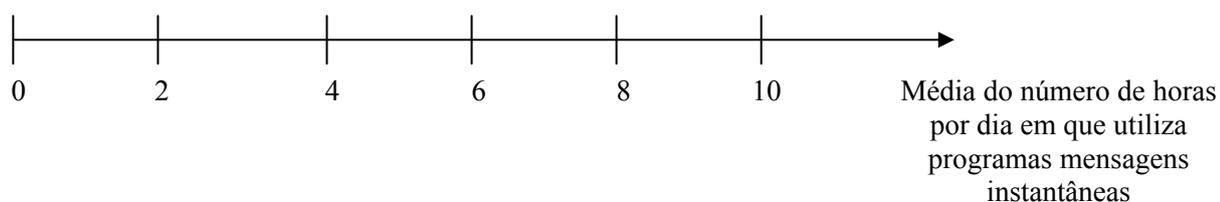
2.2. Utilizo o correio electrónico para:

Utilização do Correio electrónico	1	2	3	4	5
Comunicar com os professores					
Comunicar com os colegas					
Obter informações relevantes para os meus estudos					
Contactar com pessoas de outras instituições					
Trocar informações relacionadas com os meus <i>hobbies</i>					

2.3. Utilizo os fóruns de discussão para:

<b>Utilização dos fóruns de discussão</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Discussão de problemas relacionados com a minha área de interesse					
Colocar questões que surgem na realização de trabalhos					
Discutir assuntos com os colegas					
Discutir assuntos com os professores					

2.4. Número médio de horas por dia em que utiliza programas de mensagens instantâneas (Messenger, ICQ, AOL, etc).



**Intranet da ESTIG (ESTIG e-learning – [www.estig.ipb.pt/ensino](http://www.estig.ipb.pt/ensino))**



3. Indique o grau de importância das seguintes características da Intranet:

<b>Intranet actual da ESTIG</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><b>Muito Reduzida</b></span> <span><b>Muito Elevada</b></span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <span>↓</span> <span>↓</span> </div>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Estudar <i>online</i>					
Fazer <i>download</i> dos conteúdos					
Discutir assuntos no fórum					
Consultar avisos/informações das disciplinas					

Intranet actual da ESTIG	1	2	3	4	5
Consultar pautas de avaliação					
Consultar o sumário da aula					
Consultar as faltas					
Serviços <i>online</i>					

4. Indique o nível de preferência pelo suporte e estrutura dos conteúdos:

Conteúdos	Muito Reduzida			Muito Elevada	
	1	2	3	4	5
Num único ficheiro em PDF					
Em ficheiros PDF separados por capítulos					
Estruturados para estudar só <i>online</i>					
Estruturados para estudar <i>online</i> e com opção de <i>download</i> em PDF					

5. Indique **três** pontos positivos da Intranet da ESTIG.

---



---



---

6. Indique os principais pontos a melhorar

---



---



---

### Nova Intranet Domus (Protótipo)



7. Classifique a Intranet Domus (nova plataforma) quanto a:

<b>Características da Intranet Domus</b>	<b>Nada relevante</b>			<b>Extremamente relevante</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Facilidade de utilização					
Aspecto gráfico da interface					
Notícias e informações mais relevantes na 1º página					
Fórum de discussão					
Chat					
Organização dos conteúdos de forma estruturada					
Disponibilização de recursos Web					
Testes de auto-avaliação					
Apoio do agente tutor para esclarecer dúvidas e seleccionar recursos					

8. Indique as principais vantagens dos fóruns de discussão.

---

---

9. Descreva a sua experiência na utilização da Intranet Domus.

---

---

10. Apresente duas sugestões que possam melhorar a Intranet Domus.

---

---

11. Mencione aspectos que considere relevantes e que neste questionário não foram abordados.

---

---

Obrigado pela sua colaboração.