



**José Luís de Sousa
Rodrigues**

mISynapse: Uso de m-learning no Ensino Superior



**José Luís de Sousa
Rodrigues**

mISynapse: Uso de m-learning no Ensino Superior

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão da Informação, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Luís Manuel Borges Gouveia, Professor Associado da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa e Professor convidado no Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha esposa, Conceição Rego pelo majestoso apoio e ao meu filho, Vasco Rodrigues.

o júri

presidente

Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
professor associado com agregação da Universidade de Aveiro

vogais

Doutor Luís Manuel Borges Gouveia
professor associado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa

Doutor Eurico Manuel Elias Morais Carrapatoso
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Luís Borges Gouveia, pelos estímulos no momento certo e pela sua dedicação.

A todos que encorajaram e apoiaram a realização deste trabalho desde o apoio no desenvolvimento, testes até ao design cujos nomes não serão mencionados pela grandeza da generosidade. Eles sabem quem são.

palavras-chave

M-learning; E-learning; Ensino Superior; Dispositivos Móveis; Sakai .

resumo

A mudança de paradigma da educação e a evolução dos dispositivos móveis permitiu criar condições para o surgimento do conceito de *Mobile Learning* ou m-Learning. Este recorre ao uso de tecnologias móveis para melhorar a experiência de aprendizagem.

O presente trabalho propõe-se demonstrar, concretizar e avaliar o valor da mobilidade na educação, através das potencialidades do m-learning no ensino superior.

A demonstração é feita por via da construção de um sistema, baseado na arquitectura cliente/servidor (sobre http) optimizado para dispositivos móveis, nomeadamente PDAs

Este sistema é constituído por dois módulos: *MyWorkspace* e *FormManager*. O módulo *MyWorkspace* disponibiliza on-line todos os recursos existentes nas áreas de trabalho de cada utilizador da plataforma de ensino colaborativo Sakai, da Universidade Fernando Pessoa (UFP), esta interligação é feita através de um *Web service* disponibilizado para o efeito.

O *FormManager* possibilita ao docente construir formulários de interacção (testes ou inquéritos) para disponibilizar em contexto de sala de aula. Estes são realizados através dos dispositivos móveis, o docente obtém os resultados de forma contínua e em tempo real através do seu PDA ou Pocket PC.

Após os testes do protótipo a avaliação foi efectuada por um grupo de dezanove alunos e de três docentes.

Dos resultados destaca-se o módulo *MyWorkspaces* por ser útil ou mesmo bastante útil, uma vez que torna mais fácil o acesso aos conteúdos. A inovação e melhoria de ensino/aprendizagem bem como o facilitar e fomentar a interacção entre os intervenientes na sala de aula, são resultados inferidos da avaliação do sistema proposto.

Os dois grupos (alunos e docentes) afirmam, de forma maioritária, que estariam disponíveis a utilizar o protótipo em ambientes de aprendizagem. É possível afirmar que o protótipo tem uma apreciação global positiva.

Foi igualmente conduzido um estudo prévio sobre a usabilidade, portabilidade e interactividade entre os actores e o sistema, segundo a avaliação efectuada, cujos resultados são reportados.

keywords

M-learning; E-learning; Higher Education; Mobile Devices; Sakai.

abstract

A paradigm change on education along with the evolution of mobile devices allows the creation of the Mobile Learning concept (also known as m-learning). M-learning takes advantage of mobile technologies to improve the learning experience.

This work intends to demonstrate and assess the use of mobility to support the learning, in a higher education context. The demonstration is made by the development of a prototype, based on a client/server architecture (under http), optimised for mobile devices as PDAs.

The proposed system is composed by two modules: *MyWorkspace* and *FormManager*.

The *MyWorkspace* module allows on-line access to resources from works areas available for each user of the collaborative learning environment (based on Sakai technology) of the University Fernando Pessoa. This integration is made by using a *Web service*.

The *FormManager* module allows a given teacher to build interaction forms (tests and quizzes) to be used in a classroom context. The interactive forms are to be used by mobile devices and the teacher gathers information in real time with its own PDA or Pocket PC.

Following the prototype tests, its evaluation was conducted with a group of nineteen students and three teachers. The collected results show that the *MyWorkspaces* module was considered as useful or very useful as it turns resources access even more easily.

Additionally, the system evaluation allows to infer that such facilities allow both the innovation and the increasing of the learning experience in classroom. Both groups (students and teachers) majority agree that they would use the prototype in another learning context. Thus the prototype as received a global positive evaluation.

It was also conducted a preliminary study on usability and portability between the system actors and the system itself; the results are also briefly reported in this work.

Índice

1. Introdução	1
1.1 Contexto e caracterização.....	1
1.2 Objectivo	3
1.3 Metodologia.....	3
1.4 Estrutura do documento	4
2. Mobilidade e ambientes de aprendizagem.....	7
2.1. Introdução	7
2.2. Mobilidade.....	7
2.3. E-learning e M-learning.....	9
2.3.1. E-learning.....	10
2.3.2. M-learning	13
2.4. Tecnologias.....	15
2.5. Modelos de arquitecturas móveis	19
2.6. Aplicações móveis e o uso em ambientes de aprendizagem	20
2.6.1. Dispositivos móveis no estudo de doenças	21
2.6.2. E-Hospital.....	23
2.6.3. mGBL – Aprendizagem baseada em jogos de suporte móvel.....	24
2.7. A plataforma Sakai.....	25
2.8. Sumário.....	28
3. O protótipo mISynapse, demonstrador do uso e potencialidades do m-learning	29
3.1. Introdução	29
3.2. Conceitos de arquitectura	29
3.3. Arquitectura do mISynapse	30
3.4. Casos de uso	32
3.5. Vista de Desenho.....	41
3.6. Vista de implementação.....	44
3.7. Vista de distribuição.....	45
3.8. Sumário.....	47
4. Implementação, testes e avaliação	49
4.1. Introdução	49
4.2. As tecnologias.....	49
4.2.1. Plataforma .NET.....	49
4.2.2. Sistema de armazenamento de dados	50
4.2.3. AJAX	52
4.2.4. SOAP e Web Services.....	53
4.3. O funcionamento do mISynapse	54
4.3.1. Autenticação no mISynapse.....	55
4.3.2. Menu Principal do mIsynapse	55
4.3.3. MyWorkspace	57
4.3.4. FormManager.....	58
4.4. Avaliação do mISynapse.....	61
4.4.1. Validação do Inquérito	62
4.4.2. Apresentação de resultados	64
4.5. Análise de dados.....	73
4.6. Sumário.....	74

5. Conclusões	77
5.1. <i>Introdução</i>	<i>77</i>
5.2. <i>Síntese do trabalho</i>	<i>77</i>
5.3. <i>Resultados obtidos.....</i>	<i>79</i>
5.4. <i>Recomendações</i>	<i>80</i>
Referências	83
Anexos:.....	i
<i>Anexo A – Caracterização de projectos de m-learning no Reino Unido</i>	<i>i</i>
<i>Anexo B – WSDL do Web service, Resources</i>	<i>ii</i>
<i>Anexo C – Casos de Uso.....</i>	<i>v</i>
<i>Anexo D – Ficheiro XML que suporta os temas (Themes)</i>	<i>viii</i>
<i>Anexo E – Interface do Backoffice (construção de formulários interactivos)</i>	<i>ix</i>
<i>Anexo F – Questionário não validado (versão aluno)</i>	<i>x</i>
<i>Anexo G – Tabela de resultados do questionário não validado.....</i>	<i>xii</i>
<i>Anexo H – Questionário validado (versão aluno).....</i>	<i>xiii</i>

Lista de Figuras

Figura 2.1 – O m-learning como parte do e-learning e d-learning	10
Figura 2.2 – Ecrã de definição da personagem de aluno	21
Figura 2.3 – Consola de parametrização do jogo da área docente	22
Figura 2.4 – Menu de entrada de no HLE	22
Figura 2.5 – Panorama de uma sala de internamento com dispositivos móveis.....	23
Figura 2.6 – Metodologia adoptada para o projecto mGBL	25
Figura 2.7 – Página principal da plataforma Sakai da UFP	27
Figura 3.1 – Vistas (lógica e física) da arquitectura de um sistema	31
Figura 3.2 – Diagrama de pacotes de casos de uso do <i>mSynapse</i>	37
Figura 3.3 – Diagrama de casos de uso da área de gestão de utilizadores (<i>MSecurity</i>) ..	38
Figura 3.4 – Diagrama de casos de uso da área de gestão de documentos (<i>MWorkspace</i>)	39
Figura 3.5 – Diagrama de casos de uso da área de gestão do formulário de interacção (<i>MFormManager</i>).....	40
Figura 3.6 – Diagrama lógico do <i>mSynapse</i>	42
Figura 3.7 – Diagrama de classes do <i>mSynapse</i>	43
Figura 3.8 – Diagrama de componente do sistema	44
Figura 3.9 – Diagrama de distribuição	46
Figura 4.1 – Interface de introdução de dados de autenticação do utilizador	55
Figura 4.2 – Menu principal da interface correspondente ao perfil de docente	56
Figura 4.3 – Menu principal da interface correspondente ao perfil de aluno	56
Figura 4.4 – Interface da estrutura dos recursos	57
Figura 4.5 – Interface de consulta de características do recurso	58
Figura 4.6 – Consola do docente para um formulário tipo inquérito	59
Figura 4.7 – Consola do docente para um formulário tipo teste	59
Figura 4.8 – Interface de realização de um formulário	60
Figura 4.9 – Interface de consulta do resultado	61

Lista de Gráficos

Gráfico 4.1 – Número de anos que já usa a plataforma Sakai	65
Gráfico 4.2 – Frequência de acesso à plataforma Sakai.....	65
Gráfico 4.3 – Relação entre os dois módulos (<i>MyWorkspace</i> e <i>Forms</i>)	69
Gráfico 4.4 – Dados relativos à disponibilidade integrarem uma experiência piloto	70

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Comparação das principais características de dispositivos móveis	17
Tabela 2.2 – Vantagens e desvantagens na utilização de PDAs e telemóveis no ensino	18
Tabela 2.3 – Detalhe dos modelos <i>smart client</i> e <i>thin client</i>	20
Tabela 4.1 – Idade dos inquiridos.....	64
Tabela 4.2 – Resultado dos questionários aplicados aos alunos.....	68

1. Introdução

Este capítulo pretende contextualizar e fazer a caracterização do problema em estudo, definir os objectivos do trabalho, bem como indicar a metodologia usada e descrever a estrutura da dissertação.

O presente trabalho é parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão da Informação, pelo Departamento de Economia Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

1.1 Contexto e caracterização

A rápida e constante evolução tecnológica desperta-nos para uma nova realidade inevitável, que deve ser encarada de forma activa e arrojada e perante a qual dever-se-á ter como objectivo uma incessante procura pela melhoria contínua e pela inovação.

O avanço registado nas tecnologias móveis permite que actualmente seja possível aceder a informação em tempo real, independentemente do local onde o utilizador se encontre (Oliveira, *et al*, 2003). Este avanço nas tecnologias permite atribuir um considerável nível de mobilidade a serviços e conteúdos remotos através de dispositivos móveis, conferindo-lhes assim uma elevada importância na mobilidade e flexibilidade.

As tecnologias de computação móvel encontram-se actualmente em grande evolução e parecem destinadas a transformar-se no novo paradigma dominante da computação (Myers & Beigl, 2003).

A possibilidade de um cidadão aceder à informação em qualquer lugar e a qualquer hora é tornada possível pelo uso de dispositivos móveis. Estes dispositivos, sejam eles telemóveis de terceira geração, *Smartphones*, PDAs (*Personal Digital Assistant*), *Pocket PC* ou mesmo computadores portáteis, estão

cada vez mais acessíveis, atravessando assim um processo de massificação, que se deve ao rápido avanço tecnológico verificado nas áreas de hardware, software e comunicações.

As tecnologias de comunicação emergentes tais como 3G, 3.5G, *Bluetooth*¹ e *Wi-Fi*² facilitam a comunicação entre dispositivos e outros sistemas, quer como terminais, quer como servidores (Myers & Beigl, 2003).

A evolução destes dispositivos permitiu integrar ferramentas que até então só estavam disponíveis em computadores convencionais, como o acesso à Internet, os leitores de MP3³, os leitores de PDF's, os processadores de texto e as máquinas fotográficas. Ao nível do hardware também se tem registado avanços extraordinários como o uso de discos rígidos externos para telemóveis que utilizam os protocolos de comunicação já existentes (*Bluetooth* e *Wi-Fi*) nos dispositivos móveis para se interligarem. Desta forma, foram sendo alicerçadas as bases para alargar o âmbito do ensino a distância, pela maior oferta de tecnologia e que, por sua vez, se transforma em novo potencial.

Aproveitando esta simbiose entre educação a distância e oferta tecnológica, a crescente disponibilidade e aparecimento de novos dispositivos móveis aliada à sua utilização no ensino originou o surgimento do conceito de *Mobile Learning* ou m-Learning.

O m-learning recorre ao uso de tecnologias móveis para aumentar a experiência de aprendizagem. Os telemóveis, *PDA*s, os *Smartphones* e a Internet podem ser combinados para envolver e motivar quem queira aprender, a qualquer hora e em qualquer lugar (m-Learning, 2006).

¹ *Bluetooth* é uma especificação de comunicação para redes pessoais *wireless*.

² Marca registrada pertencente à *Wireless Ethernet Compatibility Alliance* - *WECA*, abreviatura para "*wireless fidelity*".

³ MP3 é uma abreviatura de *MPEG Audio Layer-3*.

1.2 Objectivo

O presente trabalho propõe-se demonstrar o valor da mobilidade na educação, através das potencialidades do m-learning no ensino superior.

A demonstração é feita através do desenvolvimento de um protótipo, baseado na arquitectura cliente/servidor (sobre http) optimizado para dispositivos móveis, nomeadamente PDAs, *Pocket PCs* ou *Smartphones*, que disponham de um browser e, no mínimo, de um dos seguintes sistemas de comunicação: 3G, 3.5G, *Bluetooth* ou *Wi-Fi*.

Este protótipo é constituído por dois módulos: ***MyWorkspace*** e ***FormManager***. Realizados de modo a ilustrar duas das potencialidades associadas com a mobilidade que são o acesso à informação e a interacção entre utilizadores.

O módulo ***MyWorkspace*** disponibiliza on-line todos os recursos dos *workspace's* de um utilizador da plataforma de ensino colaborativo, da Universidade Fernando Pessoa (UFP). Esta interligação é feita através de um *Web service* disponibilizado para o efeito.

O ***FormManager*** possibilita ao docente construir dois tipos de formulários de interacção, (teste ou inquérito) para disponibilizar em contexto de sala de aula. Estes são realizados através dos dispositivos móveis. O docente obtém os resultados de forma contínua e em tempo real através do seu PDA ou *Pocket PC*.

1.3 Metodologia

No seguimento dos objectivos descritos e tal como já foi, anteriormente referido optou-se por fazer a descrição de dois casos de uso, com recurso aos módulos desenvolvidos: *MyWorkspace* e *FormManager*. Deste modo foi desenvolvido um protótipo, que foi testado e avaliado por um grupo de 19 (dezanove) alunos da

Universidade Fernando Pessoa, do curso de Engenharia Informática (2ª classe - Bolonha). A avaliação foi feita através de um questionário. Aos docentes que participaram na avaliação foram colocadas quatro questões de resposta livre.

1.4 Estrutura do documento

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo, é composto pela introdução ao estudo onde são apresentados os objectivos a respectiva metodologia para os atingir bem como a estrutura do presente trabalho.

No capítulo dois são apresentados os conceitos utilizados no trabalho tais como: mobilidade e dispositivos móveis, e-learning (*electronic learning*), m-learning (*mobile learning*), a plataforma Sakai. No final do capítulo são feitas considerações de síntese que servem de base para o capítulo seguinte (três).

O capítulo três descreve os requisitos do protótipo *m/Synapse*, a sua arquitectura e as fases de desenvolvimento, estas são complementadas através de diagramas padronizados seguindo uma linguagem de modelação de terceira geração, a UML (*Unified Modeling Language*).

No capítulo quatro, as características mais relevantes da implementação do protótipo são apresentadas, nomeadamente as tecnologias empregues tais como a plataforma .NET; o XML (*eXtensible Markup Language*); o AJAX (*Asynchronous JavaScript And XML*); a SOAP (*Simple Object Access Protocol*); os *Web services*; dispositivos móveis e respectivos *browser's*, os requisitos tecnológicos para a realização dos testes do *m/Synapse*. Seguidamente é explicado o funcionamento na perspectiva de cada um dos dois actores: o aluno e o docente, saliente-se que para este último existe a componente de *backoffice*.

Tendo por base a avaliação efectuada pelos alunos, através de um questionário, estes são analisados e apresentados os seus resultados bem como as

conclusões dos resultados obtidos através das questões colocadas aos docentes. No final deste capítulo são feitas considerações que servem de base ao último capítulo.

No último capítulo, o quinto, são apresentadas as conclusões, algumas limitações encontradas inerentes às tecnologias usadas e orientações para trabalho futuro.

2. Mobilidade e ambientes de aprendizagem

2.1. Introdução

Este capítulo propõe-se abordar a mobilidade, as tecnologias da computação móvel e a sua aplicabilidade na aprendizagem.

São apresentados os conceitos de e-learning e m-learning, um conjunto de casos de estudo de protótipos de m-learning. Adicionalmente é realizada uma abordagem à plataforma Sakai e termina com considerações finais sobre os conceitos apresentados.

2.2. Mobilidade

Nas sociedades modernas a mobilidade é um dos traços mais marcantes de desenvolvimento, esta inclui várias componentes como é o caso de pessoas, bens e informação.

Num mundo crescentemente interactivo, onde a concretização do potencial de cada lugar ou região depende cada vez mais da capacidade de participar de forma activa em diferentes redes de circulação de pessoas, bens e conhecimento, a mobilidade surge como um factor básico de desenvolvimento (RLVT-GE, 2007).

Um estudo recente, encomendado por uma multinacional⁴, fabricante de dispositivos móveis, intitulado “*O Estado da Mobilidade da Força de Trabalho*” revela resultados interessantes relativamente à mobilidade e trabalho. As principais conclusões do projecto de estudo de mercado realizado (Nokia, 2005) são apresentadas em seguida:

- **A disparidade entre a utilização percebida e a utilização real de tecnologia móvel** – segundo o estudo, esta tendência está a mudar à medida que mais gestores reconhecem as vantagens da existência de uma

⁴ Nokia Enterprise Solutions.

infra-estrutura completamente móvel, quer para a sua força de trabalho, quer para as suas organizações;

- **Empresas de todas as dimensões estão a implementar tecnologias móveis** – No que respeita a tecnologias móveis, as empresas de hoje estão a integrar a mobilidade na sua infra-estrutura empresarial, independentemente da dimensão que possuem.

Relativamente a este último tópico, o mesmo estudo ainda concluiu, na generalidade, que as forças de trabalho de empresas de todas as dimensões reconhecem o valor da mobilidade e estão na linha da frente. A exercer pressão rumo a um leque mais alargado de acesso a aplicações, tais como e-mail e informação CRM (*Customer Relationship Management*) organizada em bases de dados.

A mobilidade e a conectividade são essenciais para a competitividade em conjunto com a sua aceitação por parte dos utilizadores. Estas tem de ser acompanhadas com a evolução tecnológica com a oferta de tecnológica actual praticamente já é possível aceder à informação de qualquer lugar do planeta a qualquer momento.

O avanço tecnológico dos equipamentos portáteis e a facilidade de comunicação sem fios permitem aos utilizadores de dispositivos móveis fazerem uso de aplicações mais avançadas que as aplicações pessoais já hoje utilizadas (Jing & Huff, 98).

As redes (físicas e, em especial, as redes sem fios), a Internet, os novos protocolos de comunicação (GPRS, 3G, 3.5G) bem como o crescente uso de dispositivos móveis, formam um cenário favorável à computação à escala global.

Segundo Daley (2006), a penetração nas organizações que usam aplicações móveis é muito forte – em média 22% de colaboradores usa aplicações móveis

como e-mail e agenda, aplicações relacionadas com a força de vendas e de logística.

A mobilidade dos utilizadores requer novos modelos de aplicações que compreendam o poder computacional disperso por toda a rede, e não residente num dispositivo que tem a capacidade esporádica de comunicação e que armazena e executa software (Barbosa *et al*, 2005).

2.3. E-learning e M-learning

O ensino tradicional, tal como o conhecemos, é feito de forma presencial na sala de aula onde o professor apresenta o material de aprendizagem a um grupo de alunos. Este processo de aprendizagem depende da interacção e participação entre o professor e os alunos. Obviamente que tem muitas vantagens, como sendo o contacto directo e a obtenção imediata do *feedback* entre os intervenientes. Contudo o método tradicional também tem algumas desvantagens, como por exemplo, se o aluno não pode estar presente ou se não tem aptidões para alguma parte da matéria (Georgiev *et al*, 2004).

Com o rápido crescimento das tecnologias de informação e comunicação tornou-se possível o aparecimento de novas formas de ensino. Formas estas que proporcionam novos meios de combater as lacunas do ensino tradicional.

O e-Learning oferece novos métodos de educação à distância baseada em computadores e tecnologias de rede. Por outro lado, o m-learning é parte do e-learning e conseqüentemente parte do d-Learning (*distance learning*), conforme visualizado na figura 2.1 (Georgiev *et al*, 2004).

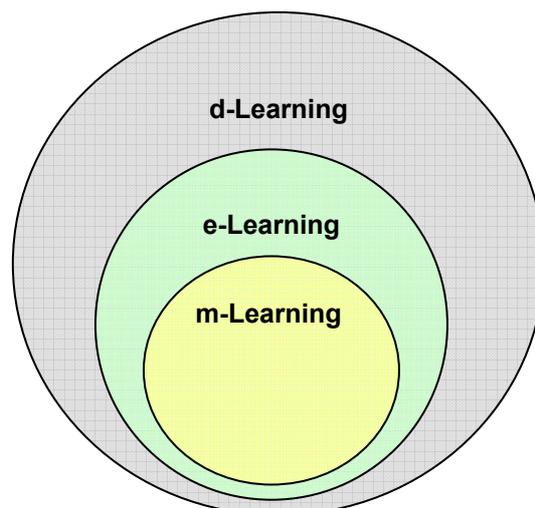


Figura 2.1 – O m-learning como parte do e-learning e d-learning

Os conceitos de e-learning e m-learning entraram claramente na agenda dos temas educacionais em análise, sendo estes actualmente dos mais discutidos no domínio da utilização das tecnologias de informação e comunicação na educação ou formação.

Termos como: cursos on-line, ensino baseado na *Web*, apoio suportado por computadores e mesmo conceitos como o da universidade virtual, são cada vez mais comuns. Todos estes termos se encontram associados ao e-learning, que está em crescimento muito rápido, quer em ambientes educacionais, quer em ambientes corporativos.

2.3.1. E-learning

Segundo, Trifonova & Ronchetti (2004) o e-learning tem duas facetas principais: a primeira é relativa ao uso de tecnologias para suportar o ensino (aprendizagem) à distância, a segunda refere-se ao como realçar a experiência de aprendizagem com a ajuda das tecnologias de informação e comunicação. No primeiro caso, os aprendizes e os instrutores podem estar fisicamente separados (estes nunca ou raramente se encontram para terem aulas, debates, etc.) e todo o processo de aprendizagem é mediado tecnologicamente. No segundo cenário, as aproximações à aprendizagem tradicional podem ser suportadas com serviços

complementares, como a entrega on-line dos materiais de aprendizagem, suporte para trabalho colaborativo, comunidades virtuais, etc. (Trifonova & Ronchetti, 2003) e (Trifonova & Ronchetti, 2004).

Ainda segundo os mesmos autores, as funcionalidades podem ser devidamente agrupadas em quatro categorias: acesso a recursos, serviços específicos de e-learning, serviços comuns e apresentação. Os principais serviços referidos são descritos a seguir de forma sucinta:

- **Recursos**, estes podem ser divididos em três grupos: objectos de suporte à aprendizagem; metadados de suporte à aprendizagem; testes e questões.

Consideram-se objectos de suporte à aprendizagem qualquer tipo de material em formato digital, hiperligações para outros recursos disponíveis noutros locais ou elementos dinâmicos tais como simuladores. Os metadados, repositórios de informação estruturada, ajudam a catalogar, facilitar a pesquisa e reutilização de recursos.

Relativamente aos testes e questões podem ser criados conjuntos de questões e respostas para serem usadas em testes formais automáticos (avaliação sumativa) ou em autoavaliação;

- **Serviços específicos de e-learning**, destes destacam-se os serviços de gestão de conteúdos, gestão do conhecimento, avaliação, ferramentas de apoio a aprendizes e instrutores na gestão dos seus recursos.

Existe uma estrutura organizada dos cursos e respectivas disciplinas, estas são compostas por vários e de diversos tipos de recursos, todas estas componentes devem ser organizadas e acedidas através de um motor apropriado.

Hoje em dia a maioria dos sistemas das plataformas de e-learning na realidade não suportam serviços de gestão do conhecimento (Trifonova & Ronchetti, 2004). Com os gestores do conhecimento, de modo geral, pretende-se a extracção, organização e sumarização de conhecimento tácito ou explícito em bases de dados.

A automatização de alguns processos nos sistemas de aprendizagem, é sem dúvida uma vantagem da introdução dos sistemas de aprendizagem suportados em computadores. Entre elas encontra-se os sistemas de auto avaliação, a geração automática de testes com base num conjunto de questões e respostas, bem como a sua correcção, comparação de resultados e a respectiva evolução de performance.

Das ferramentas de apoio constam, por exemplo, as áreas privadas para cada utilizador (*workspaces*) onde estes podem fazer a sua gestão bem como carregar (*upload*) recursos;

- **Serviços Comuns**, suporte aos vários tipos de utilizadores das universidades e integração com os seus sistemas de informação, tendo por base os perfis de utilizadores (convidados, alunos, docentes, etc.).

Neste tipo de serviços também se inclui as ferramentas colaborativas: as síncronas como *chats*, sistemas de vídeo-conferência, aplicações partilhadas, sistemas de VOIP⁵, etc; ou assíncronas, fóruns, FAQs⁶, *blogs*, e-mail, entre outros;

- **Apresentação**, a disponibilização de conteúdos é um dos requisitos comuns de qualquer sistema de e-learning. Estes devem estar acessíveis desde um ponto comum, como por exemplo um portal, usando um simples browser, mas também podem ser usadas outro tipo de aplicações.

O histórico de interacção entre os utilizadores, as suas actividades, monitorização e estatísticas, oferecem importantes fontes de informação e permitem uma mais fácil adaptação dos sistemas.

Perante esta vasta disponibilidade de serviços e riqueza potencial do material didáctico, fornecidos pelo e-learning, e atendendo às tecnologias envolvidas o desafio coloca-se como disponibilizar estes também para sistemas móveis.

⁵ VOIP – *Voice Over Internet Protocol*.

⁶ FAQ - *Frequently Asked Questions*.

2.3.2. *M-learning*

M-learning é um conceito usado para cobrir um conjunto de possibilidades criadas com o surgimento das novas tecnologias móveis, infra-estruturas e protocolos de redes de comunicação sem fios e os crescentes desenvolvimentos na área do e-learning (McLean, 2003).

Segundo o mesmo autor, com o novo paradigma, existem várias tentativas de definir o termo bem como a sua essência. Deste modo, é importante citar algumas definições para se entender a linha comum do termo m-learning. Vejamos as seguintes definições:

- *“M-learning é a intersecção entre e-learning e computação móvel: recursos acessíveis onde quer que se esteja, fortes capacidades de pesquisa, ricas em interação, forte suporte para uma aprendizagem eficaz, e avaliação baseada no desempenho. E-learning independente da localização, tempo ou espaço”* (Quinn, 2000);
- *“Três formas de aprendizagem podem ser consideradas mobile learning: é móvel em termos de espaço; é móvel em diferentes facetas de vida (casa, trabalho, entre outras), é móvel referente ao tempo”* (Vavoula & Sharples, 2002);
- *“A nova arquitectura de m-learning suportará, criação, distribuição, entregas e rastreamento de aprendizagens e informação de conteúdos, usando ambientes inteligentes dependendo de localização, personalização, multimédia, mensagens instantâneas (texto e vídeo) e base de dados distribuídas”* (Mobilearn, 2007).

A essência de m-learning encontra-se no acesso à aprendizagem através da utilização de dispositivos móveis com comunicações sem fios, de forma transparente e com elevado grau de mobilidade.

A utilização de dispositivos móveis na aprendizagem desenvolveu um novo conceito, o chamado m-learning. Este novo paradigma surge aproveitando-se da disponibilidade de dispositivos móveis e considerando as necessidades específicas de educação e treino (Nyíri, 2002).

O instituto de pesquisa SRI⁷ realizou um estudo sobre a utilização de dispositivos móveis nas escolas. Este estudo é baseado em dados recolhidos em 102 instituições de ensino nos Estados Unidos, durante o ano lectivo de 2001/2002 (Crawford & Vahey, 2002) e (Filho, 2005).

O estudo concluiu que os dispositivos móveis podem oferecer benefícios únicos para os alunos. Adicionalmente um grande número de educadores acredita que existe um papel útil resultante do uso dos dispositivos móveis na educação.

Os docentes que participaram no referido estudo demonstraram uma grande aceitação e empenho no uso de computação móvel nas suas salas de aula. A seguir são apresentados alguns resultados síntese que reforçam esta afirmação:

- Aproximadamente 90% dos docentes descobriram nos dispositivos móveis eficientes ferramentas de ensino;
- Mais de 90% dos docentes acreditam que os dispositivos móveis podem ter um impacto positivo na aprendizagem dos alunos;
- 75% dos docentes que autorizaram que os alunos levassem os dispositivos para casa, concluíram que houve um aumento na conclusão dos trabalhos de casa;
- 90% dos docentes pretende no futuro continuar a utilizar os dispositivos nas suas aulas;
- 62% dos docentes acha que um dos factores mais importantes para a integração é o fornecimento de software especializado para docentes (exemplo: programa para auxílio na classificação);
- Quase 100% dos docentes afirmou que o uso de software apropriado à disciplina e o uso de acessórios específicos foi de vital importância na aprendizagem, ao complementar os recursos básicos dos dispositivos móveis;
- Dos alunos, 66% acharam confortável o uso dos dispositivos móveis para aprendizagem.

⁷ *Stanford Research Institute*

De um modo geral, uma grande percentagem de docentes afirmou que a introdução da computação móvel na sala de aula aumentou a motivação dos alunos para aprender bem como a colaboração e comunicação entre os intervenientes.

Atendendo às especificidades das tecnologias, dispositivos e ambientes a aplicação de m-learning tem importantes características as quais devem ser levadas em consideração, segundo Goh & Kinshuk (2004), são resumidas da seguinte forma:

- Os conteúdos mobile podem ser desde um simples SMS (*Short Message Service*) até conteúdos mais sofisticados tais como imagens multimédia;
- As aplicações móveis são normalmente simples: a maioria usa o software existente no dispositivo tal como o browser, transferência de ficheiros, gravador de áudio e e-mail;
- A maioria das aplicações é desenvolvida especificamente para um determinado tipo dispositivo. Poucas aplicações são oriundas de versões de PC's ou redesenhadas para os dispositivos;
- Uma grande variedade de dispositivos está actualmente a ser usada. Nestes incluem-se marcas como a Nokia, a HP, a Qteck e a Palm;
- As redes Wi-Fi (802.11) bem como os operadores públicos de telecomunicações também estão a ser usadas.

O m-learning criou uma nova vaga de desenvolvimento baseada na interligação de dispositivos e infra-estruturas de rede.

No sub capítulo seguinte iremos analisar mais detalhadamente as tecnologias empregues nos dispositivos e aplicações m-learning.

2.4. Tecnologias

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) são utilizadas na educação em contextos muito diferenciados, com objectivos e formas de exploração

distintas. A situação mais comum é talvez a sua utilização em contexto de sala de aula, como suporte às actividades de ensino (Gomes, 2005).

Apesar de alguns tipos de dispositivos móveis se terem banalizado e estarem acessíveis a qualquer faixa etária, existem outros que por várias razões, como por exemplo o preço, apenas são usados por determinados segmentos da população. Cada vez mais, os colaboradores e os estudantes de instituições do ensino superior possuem e utilizam dispositivos do tipo PDA. Particularmente, no caso dos estudantes, a faixa etária situa-se entre os 18 e 24 anos de idade (Anderson & Blackwood, 2004).

A informação e as tecnologias educacionais mudaram rapidamente neste últimos anos (Aburas & Khalifa, 2007). O uso de dispositivos móveis é comum. Para qualquer lado que se olhe, as evidências da penetração e adopção de dispositivos móveis é irrefutável: telemóveis, PDAs, leitores de MP3, consolas portáteis de jogos, dispositivos *hand held*, *tablets PC* e portáteis (Wagner, 2005).

Uma das grandes vantagens dos dispositivos móveis é de estes estarem permanentemente acessíveis aos utilizadores, acrescido pelo facto dos PDAs e telemóveis poderem ser facilmente transportados (por exemplo, no bolso ou na carteira), disponibilizando um acesso instantâneo à aprendizagem, sendo este conceito denominado por JITL (*Just-In-Time Learning*) (Anderson & Blackwood, 2004).

Os avanços técnicos nas redes *wireless* tiveram início com o uso mais fiável das ligações para além dos SMS, como é o caso do GPRS (*General Packet Radio Service*) que permitiram alcançar o acesso móvel à Internet sem requerer os mecanismos de ligação *dial-up* (Wood, 2003).

Actualmente, com a evolução tecnológica, as redes *wireless* oferecem melhores níveis de qualidade, fiabilidade e rapidez, quer a nível de operadoras oficiais de telecomunicações quer em redes empresariais. São usados protocolos mais

rápidos e fiáveis, englobados na terceira geração (3G e 3.5G ou HSDPA⁸) e, num futuro relativamente próximo, na quarta geração (4G) (4G, 2007).

Podemos utilizar outros protocolos como o IEEE 802.11, actualmente pode variar entre a 802.11a e 802.11j (IEEE, 2007), (apesar de já existirem outros em investigação) vulgarmente chamados de Wi-Fi. O uso deste protocolo está limitado a uma área restrita, como, por exemplo, universidades, hotéis, empresas, etc, mas muito vulgarizado nos dispositivos móveis como computadores portáteis, PDAs, *Smartphones* ou *Pocket PCs*.

Os dispositivos móveis, apresentam características próprias, que variam de tipo de dispositivo e modelo mas que deverão ser consideradas na criação de conteúdos pedagógicos de modo a que tenham bom acolhimento por parte da comunidade educativa e dos utilizadores dos dispositivos móveis específicos.

Na tabela 2.1, que foi adaptada de Georgiev e alguns dos valores actualizados, é feita uma comparação dos parâmetros típicos dos dispositivos móveis usados para o m-learning (Georgiev *et al*, 2004).

Tabela 2.1 – Comparação das principais características de dispositivos móveis

Parâmetro	NoteBook	Tablet PC	PDA	Telemóvel	Smart Phone
Preço	2.000€	1.500€	550€	200€	500€
Peso	3 Kg	1,5 Kg	0,150 Kg	0,100 Kg	0,200 Kg
Resolução de ecrã	Mais de 1024x768 pixels	Mais de 1024x768 pixels	240x320 pixels	120x160 pixels	200x300 pixels
Memória	1024 MB	1024 MB	64 MB	300 memórias	32 MB
Autonomia	3h	4h	8h	10h	10h
Protocolos de comunicação	IrDA, Wi Fi; Bluetooth	IrDA, Wi Fi; Bluetooth	IrDA, Wi Fi; Bluetooth	WAP, GPRS Bluetooth	GPRS, IrDA, Bluetooth

Destas características (especialmente para PDAs, *SmartPhone* e telemóveis) destacam-se algumas como a inexistência do rato, as reduzidas dimensões do

⁸ *High-Speed Downlink Packet Access*

ecrã bem como o número de cores possível de apresentar, memórias reduzidas (apesar de se poder expandir com cartões próprios), autonomia da bateria, inexistência de teclados físicos ou com pouca ergonomia.

Na seguinte (tabela 2.2) apresentam-se de forma sucinta algumas das vantagens e desvantagens na utilização de PDAs e telemóveis no ensino. Tabela baseada nos trabalhos de Wood (2003) e de Costa (2006).

Tabela 2.2 – Vantagens e desvantagens na utilização de PDAs e telemóveis no ensino

Vantagens	Desvantagens
Fornecem maior liberdade de interação aos alunos, não os obrigando a permanecer em locais fechados, aumentando desta forma a mobilidade.	Possuem ecrãs pequenos, dificultando a realização de determinadas tarefas.
São leves e fáceis de transportar.	Apresentam capacidade de memória (apesar de se poderem expandir através de cartões de memória) e poder de processamento mais limitados.
Ocupam pouco espaço, permitindo a sua utilização em qualquer local (hotéis, transportes públicos, etc.).	Contêm baterias com autonomia reduzida (cerca de 3 a 4 horas).
Alguns modelos possuem ferramentas para reconhecimento de escrita manual, tornando a escrita mais natural face à escrita por teclado.	Encontram-se em constante actualização, pelo que podem ficar mais facilmente obsoletos.
Possibilitam um acesso JITL a conteúdos pedagógicos em qualquer lugar e a qualquer hora.	A sua permanente evolução cria dificuldades no desenvolvimento de aplicações informáticas.
Possibilitam o desenho de diagramas e imagens directamente sobre os ecrãs.	São menos robustos e mais fáceis de se perderem.
Facilitam tirar apontamentos numa aula.	Mais limitados quando se utilizam animações (devido à falta de memória).
Possuem vários protocolos de comunicação sem fios (Infravermelhos, <i>Bluetooth</i> e <i>Wi-Fi</i>) facultando uma partilha de informação entre utilizadores de forma a promover o trabalho em grupo e a colaboração na realização de tarefas.	Mais difíceis de actualizar e expandir em termos de <i>hardware</i> .
Incentivam à aprendizagem pelo facto da maioria dos jovens possuírem e demonstrarem interesse na sua utilização.	As plataformas de comunicação (redes <i>Wireless</i>) possuem velocidades mais baixas e custos mais elevados comparativamente às redes fixas.
Na generalidade são mais baratos comparativamente aos PCs, possibilitando combater a exclusão social.	Ainda existem poucas aplicações para o ensino a distância.

Perante as características e pensando na possível evolução futura dos dispositivos móveis, conseqüentemente na eliminação de algumas das limitações, aplicações inovadoras deveram ser pensadas na área do m-learning.

2.5. Modelos de arquitecturas móveis

As soluções móveis podem ser construídas de muitas formas, usadas em muitos dispositivos diferentes, trabalhando sobre diversas e diferentes redes e integradas com diferentes sistemas de retaguarda. A tarefa de construir uma aplicação para dispositivos móveis pode frequentemente torna-se assustadora devido às muitas escolhas de tecnologia e implementações (iAnywhere, 2006).

Existem dois modelos de arquitecturas que são usados com maior frequência em soluções para dispositivos móveis: *Smart Client* e *Thin Client*.

Basicamente no modelo *smart client*, os dados e a aplicação estão residentes localmente no dispositivo, desta forma a troca de dados com a aplicação principal é feita através do processo de sincronização. No modelo *thin client* os dados e a aplicação estão instalados remotamente num servidor *Web*. A aplicação é acedida através de redes *wireless* usando para o efeito um *Web browser*, este está instalado no respectivo dispositivo. Observe-se a tabela 2.3, adaptada de iAnywhere (2006), para se ver mais detalhes.

Tabela 2.3 – Detalhe dos modelos *smart client* e *thin client*

Componente da arquitectura	Smart cliente	Thin Client
Software Aplicacional	O <i>software</i> aplicacional é instalado localmente no dispositivo móvel.	Aplicações baseadas em ambientes <i>Web</i> , a aplicação esta instalada no servidor <i>Web</i> . É usado um <i>Web browser</i> no dispositivo móvel.
Armazenamento de dados	Os dados estão armazenados e acedidos através da aplicação no dispositivo móvel.	Os dados estão armazenados por detrás do servidor <i>Web</i> e são acedidos através da aplicação <i>Web</i> .
Transferência de dados	Os dados são transferidos através de sessões de sincronização entre o dispositivo e o servidor.	Os dados são enviados pelo <i>browser</i> do dispositivo quando a página <i>Web</i> é invocada. Qualquer dado introduzido pelo utilizador é imediatamente enviado para o servidor <i>Web</i> . A transferência de dados é feita usando o protocolo http.

Aparentemente conseguimos observar mais simplicidade no modelo *thin client*. A aplicação e os dados residem num servidor *Web* que estão protegidos no *data center* da instituição. Quando é necessário fazer uma actualização apenas é feita nos respectivos servidores e nunca em todos os dispositivos. Contudo, a solução requer uma rede *wireless* de modo a que os utilizadores possam aceder à aplicação o que propõe um maior desafio em muitos ambientes reais da mobilidade (iAnywhere, 2006).

2.6. Aplicações móveis e o uso em ambientes de aprendizagem

Existem vários projectos a nível mundial e europeu, desde projectos de investigação em universidades, financiados pela comissão europeia e até de iniciativa de empresas privadas. Esta secção apresenta alguns destes projectos com a preocupação de ilustrar o uso de m-learning no ensino/aprendizagem. Outros projectos de m-learning estão identificados no anexo A.

2.6.1. Dispositivos móveis no estudo de doenças

A Universidade de Michigan desenvolveu um software para dispositivos móveis (*Palm OS*) para auxiliar as crianças a compreender as implicações biológicas e sociais das doenças, chamado *Cooties*® (Cooties, 2007a).

O *Cooties* é um jogo de simulação e colaborativo no qual e em ambiente de sala de aula os estudantes examinam a evolução de doenças. Cada aluno tem uma personagem que é definida no dispositivo móvel (*Palm OS*). O docente pode determinar individualmente os níveis de imunidade de cada personagem e a infectada, o tempo de incubação do vírus e dar início à infecção. Os alunos trocam informações entre eles, através da porta de infravermelhos, podendo desta forma transmitir a doença. Após a manifestação do vírus numa personagem o aluno deve reunir-se com os restantes e analisar a evolução e transmissão da doença entre as personagens do jogo. É usado para simular a transferência de vírus, como o *HIV*, vírus de crescimento exponencial, epidemias, entre outros.

Na figura 2.2 está representado o ecrã de entrada do aluno onde ele define o nome da sua personagem.

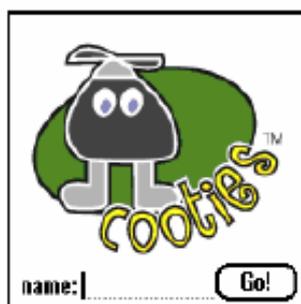


Figura 2.2 – Ecrã de definição da personagem de aluno

A figura fig. 2.3 representa a consola principal do docente onde ele pode definir os principais parâmetros do jogo.

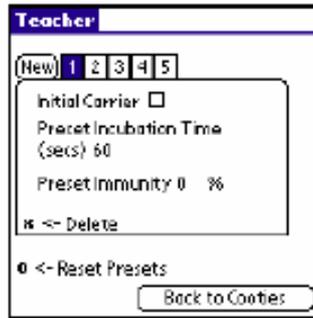


Figura 2.3 – Consola de parametrização do jogo da área docente

Desta forma o *Cooties*, estimula as crianças a trabalhar em grupo, a compreenderem os perigos das transmissões de vírus de forma lúdica.

A mesma Universidade tem outros projectos como o *GoKnow's® handheld Learning Environment™* (HLE) para *Pocket PCs*. O HLE está vocacionado para suportar questionários em dispositivos móveis em turmas do ensino secundário (Cooties, 2007b).

Este projecto disponibiliza um conjunto de ferramentas (aplicações) para a aprendizagem. Na figura fig. 2.4 está representada o menu de entrada de uma dessas aplicações.



Figura 2.4 – Menu de entrada de no HLE

2.6.2. E-Hospital

O *E-Hospital* é um projecto financiado pela Comissão Europeia no âmbito do programa *Socrates/Grundtvig* (educação de adultos) em que participam várias instituições educativas de países União Europeia como a Áustria, França, Alemanha, Polónia e Espanha, sob a coordenação da instituição Austríaca *Die Berater* (E-Hospital, 2007).

O objectivo principal do projecto é implementar actividades formativas com pacientes adultos hospitalizados, de modo a poder facilitar o acesso a formação contínua durante o período de convalescença no hospital.

As tecnologias móveis são necessárias para adaptar às circunstâncias especiais dos alunos, que tem necessidades de acessos a pontos diferentes e para que se possam ajustar o melhor possível à situação de cada indivíduo, facilitando o acesso a conteúdos formativos a qualquer hora, em qualquer lugar.

A figura 2.5 ilustra a aplicação dos dispositivos em salas de internamento do hospital.



Figura 2.5 – Panorama de uma sala de internamento com dispositivos móveis

Este projecto também pode ser considerado de aprendizagem mista (*blended learning*) porque, por exemplo em Espanha (Centro Hospitalar Universitário de Juan Canalejo, de A Coruña) conta com complemento de formação e suporte presencial (mlearning, 2007).

2.6.3. mGBL⁹ – Aprendizagem baseada em jogos de suporte móvel

O mGBL é um projecto de pesquisa que tem como por objectivo melhorar a eficácia e a eficiência da aprendizagem e da orientação de jovens. Este objectivo é conseguido através do desenvolvimento de modelos de aprendizagem e de orientações baseadas em jogos com suporte móvel (Cogoi *et al*, 2006).

O mGBL, teve início em Outubro de 2005, é um *STReP* (Projecto de Pesquisa de Alvo Específico) e tem um financiamento do 6º Programa quadro da Comunidade Europeia.

Fazem parte do projecto dez organismos de vários da União Europeia tais como Grã-bretanha Itália, Croácia, Áustria e Eslovénia que juntaram os seus esforços para trabalhar na concepção e desenvolvimento de uma plataforma eficiente de jogos para dispositivos móveis (mGBL, 2007).

Este projecto pretende desenvolver uma plataforma que permita a concepção e o desenvolvimento eficiente de jogos para o m-learning e a m-orientação, desta forma constituindo uma ajuda à tomada de decisão em situações críticas ou uma ajuda ao utilizador quando está perante uma escolha, em momentos de transição.

No decorrer do projecto serão criados dois protótipos de jogos, os conteúdos destes terão por base a e-saude, comércio electrónico e a e-orientação.

O público-alvo do mGBL, são principalmente estudantes adultos e novos, que detenham elevado interesse nas tecnologias móveis e na aprendizagem ao longo da vida, em professores e nos orientadores vocacionais (Cogoi *et al*, 2006).

Na figura 2.6 está representada a metodologia usada no decorrer do projecto, segundo Cogoi *et al* (2006).

⁹ mGBL - *mobile game based learning*

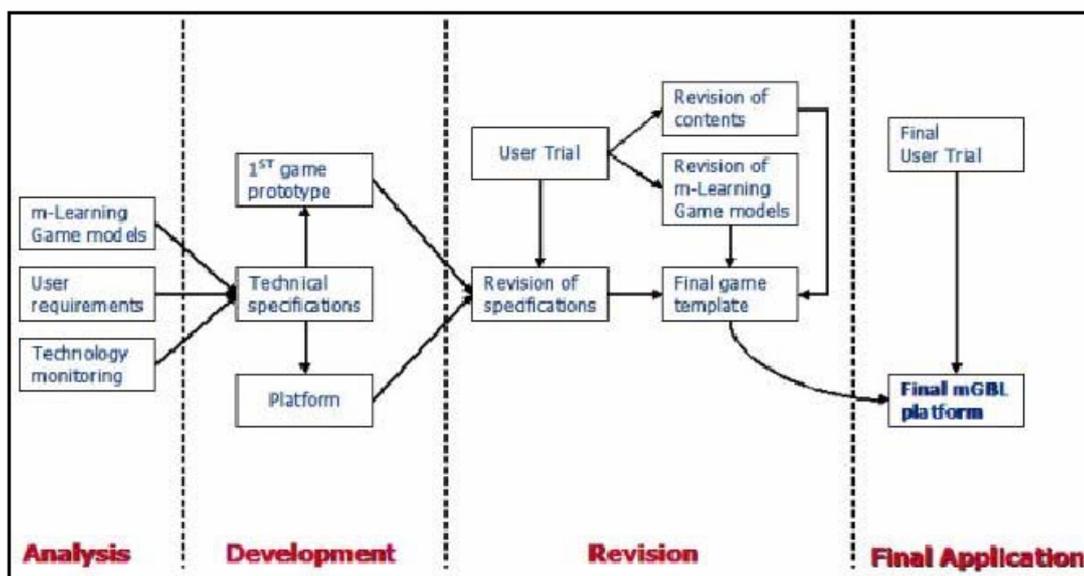


Figura 2.6 – Metodologia adoptada para o projecto mGBL

O projecto está suportado numa abordagem *bottom-up*, o que significa que, desde os utilizadores finais dos m-jogos até aos peritos, foram directamente envolvidos desde o início do processo. Esta abordagem seguiu algumas metodologias que resultaram em entrevistas específicas e na constituição de grupos temáticos. Estes processos foram desenvolvidos nos três campos de análise do projecto: comércio electrónico, e-saúde e a e-orientação.

2.7. A plataforma Sakai

Sakai é um ambiente de colaboração e aprendizagem on-line. Muitos dos utilizadores do Sakai desdobram-no para suportar ensino e aprendizagem. É um produto livre e *open source* construído e mantido pela comunidade do Sakai. O modelo do desenvolvimento do Sakai é chamado "*Community Source*". Muitas das contribuições que suportam o Sakai são extraídos da "comunidade", nas organizações que adoptaram e estão usar Sakai (Sakai, 2007).

A plataforma foi originalmente financiada pela fundação *Mellon Foundation*; o objectivo do projecto é criar um sistema de gestão de cursos que possa competir

com as plataformas comerciais já existentes e que possa ir mais longe, de forma a complementar estas.

O projecto iniciou-se com quatro Instituições de Ensino Superior, que já possuíam a sua plataforma de gestão de cursos. São elas o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), a Universidade de Indiana, a Universidade de Stanford e a Universidade de Michigan. Neste grupo inicial também estavam envolvidas as iniciativas *UPortal* e a *OKI - Open Knowledge Initiative*.

As primeiras versões da plataforma eram baseadas em ferramentas já desenvolvidas pelas organizações que formavam o “consórcio”, destas a que teve um contributo mais importante foi a Universidade de Michigan.

As organizações fundadoras, depois do lançamento da sua primeira versão oficial, optaram por convidar outros parceiros estratégicos a integrar o projecto. Estes novos parceiros, ao abrigo do programa de parcerias Sakai contribuíram para o projecto através de “código fonte”, financeiramente ou com trabalho para a comunidade.

Com o objectivo de efectuar a gestão e assegurar a continuidade do projecto foi criada em 2005 uma fundação. A fundação do Sakai é suportada por contribuições voluntárias dos parceiros. Estes elegem o corpo de directores no qual delegam a liderança estratégica para a fundação.

O programa de parceria é opcional para as instituições e a utilização do software é livre para instituições do ensino superior.

A fundação Sakai, conta actualmente a nível mundial com cerca de setenta universidades envolvidas no projecto. De referir ainda que entre os principais parceiros tecnológicos estão a *Sun*¹⁰, a *Oracle*¹¹ e a *IBM*¹².

A plataforma inclui a maioria das funcionalidades existentes nos sistemas de gestão de aprendizagem, nomeadamente gestão e distribuição de conteúdos, registo de classificações, fóruns de discussão, submissão de trabalhos, salas de

¹⁰ www.sun.com

¹¹ www.oracle.com

¹² www.ibm.com

conversação, exercícios on-line, agendas, *blog's*, *WebDAV*. Inclui, também, listas de distribuição de correio electrónico, *wikis*, arquivos, *podcast*, e conectores RSS (*Really Simple Syndication*). Também dispõem de um conjunto de ferramentas de gestão, monitorização e administração para os docentes e estatísticas de utilização.

Actualmente a comunidade Sakai está a desenvolver um conjunto de novas ferramentas das quais se destacam a compatibilidade com a norma SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) e as ferramentas de interoperabilidade IMS (Sakai, 2007).

A Universidade Fernando Pessoa foi uma das universidades a nível mundial que adoptou como plataforma de e-learning a Sakai. A plataforma da Universidade Fernando Pessoa¹³ em fase de produção desde Outubro de 2004, sendo a segunda Instituição de Ensino Superior em produção, mais antiga a nível global. A figura 2.7 apresenta a página pública de entrada da plataforma da Universidade Fernando Pessoa.



Figura 2.7 – Página principal da plataforma Sakai da UFP

¹³ elearning.ufp.pt

2.8. Sumário

Neste capítulo abordou-se temas como a mobilidade, as tecnologias da computação móvel, os modelos de arquitecturas para o m-learning e a sua aplicabilidade na aprendizagem.

Foram também abordados os conceitos de e-learning e m-learning e apresentados projectos de m-learning, bem como a plataforma Sakai.

No capítulo seguinte descreve-se os requisitos do protótipo mISynapse, a sua arquitectura e as fases de desenvolvimento através de diagramas específicos, sendo também realizada uma abordagem às tecnologias empregues na sua concepção.

3. O protótipo *m/Synapse*, demonstrador do uso e potencialidades do m-learning

3.1. Introdução

Este capítulo pretende descrever os requisitos do sistema *m/Synapse*, a arquitectura da plataforma e as fases de desenvolvimento com recurso a diagramas específicos.

Quando é debatido a arquitectura de um edifício, diferentes atributos são tidos em consideração. A um nível mais simplista, consideramos o aspecto global da estrutura física. Mas na realidade, a arquitectura é muito mais. É a forma na qual vários componentes de um edifício são integrados para formar um todo. É a forma na qual o edifício se enquadra no seu meio ambiente e se enquadra com outros edifícios na sua vizinhança. É o grau no qual o edifício encontra a sua finalidade e satisfaz as necessidades do seu proprietário. Também do ponto de vista estético da estrutura, isto é a forma da sua constituição, a cor e os materiais que são combinados para criar a fachada externa e o seu ambiente interno. São os pormenores, o design da iluminação, o tipo de pavimento, a decoração, etc. A lista é quase ilimitada. E, finalmente, é arte (Pressman, 2005).

3.2. Conceitos de arquitectura

A arquitectura do sistema tem características importantes que a fazem ideal para representar as funcionalidades do sistema (Bass *et al.*, 2003).

Existem várias definições para arquitectura de software, as mais clássicas e as modernas. Dentro das modernas e segundo Bass *et al.* (2003) é definida da seguinte forma:

A arquitectura de um sistema de software ou sistema computacional é a estrutura ou estruturas de um sistema, que compreende os elementos de software, as suas propriedades visíveis e externas e o relacionamento entre eles.

Ela é descrita através de um conjunto de modelos construídos durante a execução de um processo de desenvolvimento de software e que representam a estrutura de um software sob diferentes perspectivas.

Esta definição dá ênfase ao papel de componentes de software em qualquer representação de arquitectura, constituindo uma abstracção do sistema. Esta abstracção alheia-se dos detalhes dos componentes que não afectam a forma como eles usam outros componentes, auxiliando a gestão da complexidade dos sistemas.

3.3. Arquitectura do mISynapse

Visualizar, especificar, construir e documentar um sistema de software exige que o sistema seja observado atentamente sob determinadas perspectivas. Diferentes intervenientes, como utilizadores, analistas, programadores, integradores de sistemas, “*beta tester’s*” ou gestores de projectos, olham de formas distintas, em fases diferentes, para o sistema ao longo da existência de um projecto. A arquitectura de um sistema é, talvez, o artefacto mais importante que pode ser usado na gestão destes diferentes pontos de vista e, assim, controlar o desenvolvimento (interactivo e incremental) do sistema durante o seu ciclo de vida (Ramada, 2005).

Segundo Booch *et al.* (1998), arquitectura agrega um conjunto de decisões sobre:

- O comportamento do sistema, conforme especificado nas colaborações entre elementos;

- A selecção de elementos estruturais e as interfaces que constituem o sistema;
- A integração dos elementos estruturais e comportamentais em subsistemas de maior dimensão;
- O estilo arquitectural que guia esta organização: os elementos estáticos e dinâmicos e suas interfaces, colaborações e composição;
- A organização de um sistema de *software*.

Ainda segundo o mesmo autor a arquitectura de software não está relacionada somente com o comportamento e a estrutura, mas também com a funcionalidade, o desempenho, a reutilização, a fiabilidade, as restrições tecnológicas e económicas e os pormenores estéticos.

A arquitectura de um sistema de software pode ser melhor descrita com cinco vistas complementares e interligadas (Booch *et al*, 1998). Estas vistas estão apresentadas na figura 3.1. Cada uma das vistas é uma projecção na estrutura e organização do sistema, focando-se num aspecto em particular do mesmo (Ramada, 2005).

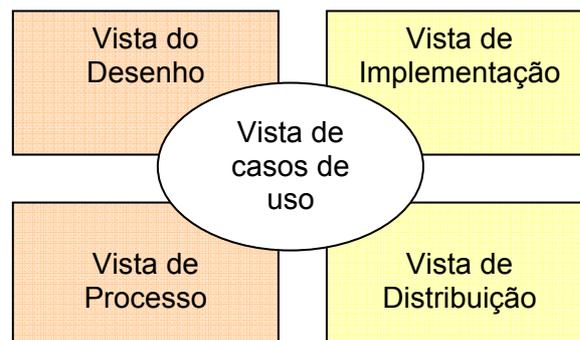


Figura 3.1 – Vistas (lógica e física) da arquitectura de um sistema

Figura adaptada de (Booch *et al.*, 1998)

A **vista de implementação** trata da estrutura física do sistema; a **vista de distribuição** assegura-se das configurações dos sistemas, topologia e alocação

de recursos necessários. Estas duas vistas fazem parte do âmbito físico da arquitectura de um sistema (Ramada, 2005).

No âmbito lógico temos a **vista de desenho** que captura o vocabulário funcional do problema e da solução. A **vista de processos** modela a distribuição, concorrência e sincronização dos processos do sistema (Ramada, 2005).

A **vista de casos de uso**, a mais importante da arquitectura, captura as funcionalidades (requisitos) do sistema tal como é visto pelos utilizadores e é construída nos primeiros estágios do processo de desenvolvimento condicionando assim as restantes vistas (Ramada, 2005) e (Silva & Videira, 2001).

A linguagem escolhida para suportar a modelação do *m/Synapse* é a **Unified Model Language (UML)**. UML é uma linguagem de modelação para visualizar, especificar e documentar sistemas de software (Booch *et al.*, 1998). A linguagem, de terceira geração, é construída por um vocabulário e um conjunto de regras que permitem interpretar modelos, mas a linguagem não contém informação de quais os modelos, nem quando determinados modelos devem ser criados, durante um projecto de um sistema informático.

Um modelo é uma simplificação da realidade – uma abstracção da realidade – criado de modo a entender melhor um sistema software (Booch *et al.*, 1998).

3.4. Casos de uso

Na primeira fase do ciclo de desenvolvimento de um sistema, análise e especificação de requisitos, torna-se necessário identificar os requisitos, funcionais e não funcionais bem como o seu tipo (evidente ou não evidente). Após algumas reuniões com docentes e um estudo à plataforma de ensino colaborativo, Sakai, conclui-se que os requisitos dividem-se em dois grupos: **gestão de documentos** e **gestão do formulário de interacção**.

O *m/Synapse* pretende disponibilizar a todos os utilizadores da plataforma de e-learning Sakai, um ambiente móvel de ensino/aprendizagem baseada em *Web*, mediante o uso de um browser. O sistema está desenvolvido e otimizado para PDAs, que inclui todos os módulos disponíveis para os alunos. Também para os docentes estão disponíveis os módulos que exigem uma maior mobilidade (exceptuam-se os de construção de temas, questões e formulários interacção).

Através da **gestão de documentos** o utilizador pode aceder em qualquer ocasião à estrutura dos documentos das disciplinas (“*workspaces*”) nas quais está inscrito e validado na plataforma Sakai, consultar as características do respectivo documento e se pretender pode descarregar (*download*) o mesmo para o PDA. O aluno apenas tem acesso aos documentos publicados oficialmente, o docente para além deste tem acesso aos documentos que ainda não estão publicados.

A **gestão do formulário de interacção** dispõe de várias funcionalidades, como a construção do formulário interactivo (teste ou inquérito) pelo docente, a realização do mesmo pelo aluno e a consulta de resultados pelo aluno e professor.

Todos os temas e questões (e respectivas respostas) dos formulários interactivos são armazenados em ficheiros XML localizados no servidor *Web* que é acedida pelo docente para a criação dos temas, questões e formulários interactivos, e pelos alunos para a realização destes e consulta de resultados.

O tema ao qual pertencem as questões é de escolha livre do docente. As questões a incluir num formulário interactivo podem ser livres mas respeitando as seguintes características:

- **Grau de dificuldade:** alto, médio, baixo e não aplicável (NA);
- **Questão:** Texto de formalização da questão;
- **Resposta:** Indica qual a resposta correcta (verdadeiro e falso, podendo no entanto a resposta do aluno ser “em branco”);
- **Tema:** Classificar a questão segundo um tema existente.

Um formulário interactivo pode ter um número ilimitado de questões, embora deva ser levado em linha de orientação que estes vão ser realizados em dispositivos móveis, as questões são seleccionadas dos ficheiros XML no momento da construção do formulário, que tem as seguintes características:

- **Nome do Formulário:** Nome do respectivo formulário;
- **Tipo de formulário:** Teste ou inquérito;
- **Tempo de duração:** Definir o tempo, em minutos, máximo de realização (preenchimento) do formulário;
- **Instruções de preenchimento:** espaço reservado para colocar as instruções de preenchimento ou notas explicativas;
- **Data:** Data do formulário;
- **Questão:** Questão a atribuir ao formulário;
- **Posição da questão:** Ordem pela qual a questão vai ser enviada para o dispositivo móvel;
- **Cotação da questão:** Cotação da questão no formulário, o total deve ser igual a 20 valores, caso seja um formulário do tipo inquérito não é aplicável.

Ainda na gestão de formulários interactivos e após a construção dos mesmos, que é feita em ambiente Web e optimizado para *browser's* versão *desktop* (e não móvel), mas já num contexto de sala de aula o docente publica para os alunos o formulário pretendido. Esta publicação é feita por disciplina e é constituída por várias fases:

- **A publicação:** Disponibiliza aos alunos da disciplina o nome do formulário, o tipo, as instruções de preenchimento e o tempo máximo permitido para a realização do mesmo;
- **Iniciar o formulário de iteração:** Nesta fase o docente autoriza os alunos a iniciarem o formulário, respondendo a cada questão de forma sequencial e dentro do limite de tempo estipulado. Caso o aluno o pretenda pode desistir da realização do formulário através da respectiva opção;

- **Interrupção do formulário:** Como o docente vai estar a analisar os resultados em tempo real pode ter necessidade de interromper o formulário para fazer algum comentário mais prolongado ou prestar algum esclarecimento. Esta interrupção temporária tem como referência a questão do aluno mais avançado, deixando responder os restantes até estes atingirem a mesma questão sendo notificados da interrupção por uma mensagem. Com interrupção, se o docente pretender pode dar por concluído o formulário;
- **Reiniciar formulário:** Após a interrupção o docente pode reiniciar o formulário;
- **Consultar resultados:** O docente pode consultar os resultados colectivos ou individuais, durante e após a execução do formulário.

Os intervenientes no sistema são três: **o docente**, **o aluno** e a **plataforma de e-learning, Sakai**.

O **Sakai**, como sistema, interage com o *m/Synapse* através de um *Web service (Resources)* criado para o efeito. As suas especificações técnicas podem ser consultadas no anexo B.

As responsabilidades da plataforma *Sakai* perante o *m/Synapse* são:

- Autenticar o utilizador;
- Identificar o tipo de utilizador;
- Disponibilizar a lista de documentos para cada disciplina;
- Disponibilizar as características de cada documento;
- Devolver documento para descarregar (*download*).

O **aluno** perante o sistema, para além da obrigatoriedade de se validar, pode, através do módulo de gestão de documentos, visualizar todos os recursos disponíveis de forma hierárquica (através de uma árvore), consultar as informações do recurso e se pretender pode descarregar o mesmo.

No módulo de gestão do formulário interactivo, apenas responde ao formulário e consulta os respectivos resultados.

O papel do **docente** no sistema já é mais abrangente como seria de esperar. Para além das mesmas funcionalidades que o aluno dispõe, no módulo de gestão de formulário interactivo acrescentam as seguintes funcionalidades:

- Construção do formulário interactivo;
- Publicação do formulário interactivo;
- Consulta de resultados.

Neste capítulo, sobre o *m/Synapse* falamos ainda de uma forma superficial. Pretende-se apresentar agora uma visão global e de alto nível do sistema e compreender a sua estrutura e o seu comportamento. Uma possibilidade de o fazer é através dos seus requisitos.

Requisitos do sistema podem ser classificados em funcionais e não funcionais (Sommerville & Sawyer, 2000). Os requisitos funcionais capturam o comportamento pretendido do sistema. O comportamento pode ser expresso através de serviços, tarefas ou funções que o sistema deve realizar (Bredemeyer & Malan, 2001).

Os requisitos são extremamente importantes, recorrendo à linguagem UML e aos casos de uso e respectivos diagramas podemos documentá-los. Um caso de uso é a descrição de um cenário ou cenários que podem ocorrer no decurso de uma tarefa (Ramada, 2005).

Os casos de uso são descrições textuais, não diagramas, e a modelação de casos de uso é primariamente um acto de escrita de texto, não de desenho (Ramada, 2005). Contudo a UML define diagramas de caso de uso para ilustrar os nomes dos casos de uso e actores, e a relação entre eles (Larman, 2002). Um cenário é uma determinada sequência de acções que ilustra um comportamento do sistema quando um actor interage com ele. Um actor representa alguém que

interage com o sistema; pode ser um ser humano ou outro sistema (Silva & Videira, 2001).

Especificar, construir e documentar grandes sistemas envolve potencialmente a manipulação de um grande número de classes, interfaces, diagramas e outros elementos (Ramada, 2005). Para grandes sistemas é necessário pensar e organizar o sistema em grandes pedaços. Na UML, os pacotes (*packages*) são um mecanismo com a finalidade de modelar elementos organizados em grupos (Booch *et al.*, 1998).

O *mSynapse* é um sistema complexo e com um considerável número de casos de utilização para se agruparem em apenas um diagrama. Os actores identificados no sistema foram: aluno, docente e o *Sakai*. Assim os diagramas de caso de uso foram agrupados em três pacotes, cada um para uma área funcional específica. Estes pacotes estão ilustrados na figura 3.2.

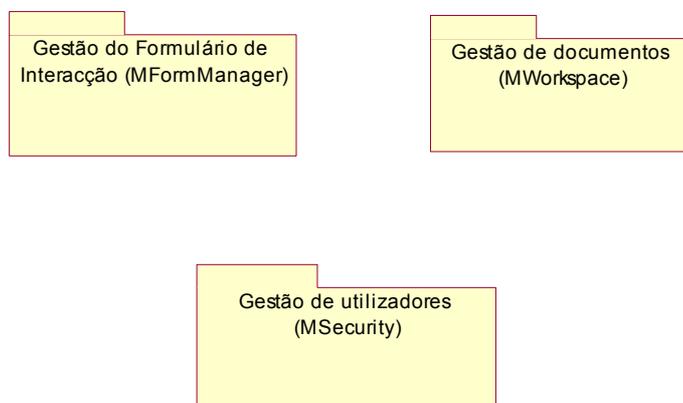


Figura 3.2 – Diagrama de pacotes de casos de uso do *mSynapse*

As figuras seguintes representam cada uma das áreas funcionais do sistema e a participação dos respectivos actores.

Os casos de uso e respectivos actores do pacote **MSecurity** estão representados na figura 3.3, saliente-se a validação no sistema através do *login* a

correspondente autenticação pela plataforma **Sakai** e a atribuição do perfil mediante os dados fornecidos ao sistema pela plataforma de e-learning. Neste módulo também está contemplado a possibilidade do actor abandonar o sistema de forma segura através do *logout* existente nas principais páginas do *m/Synapse*.

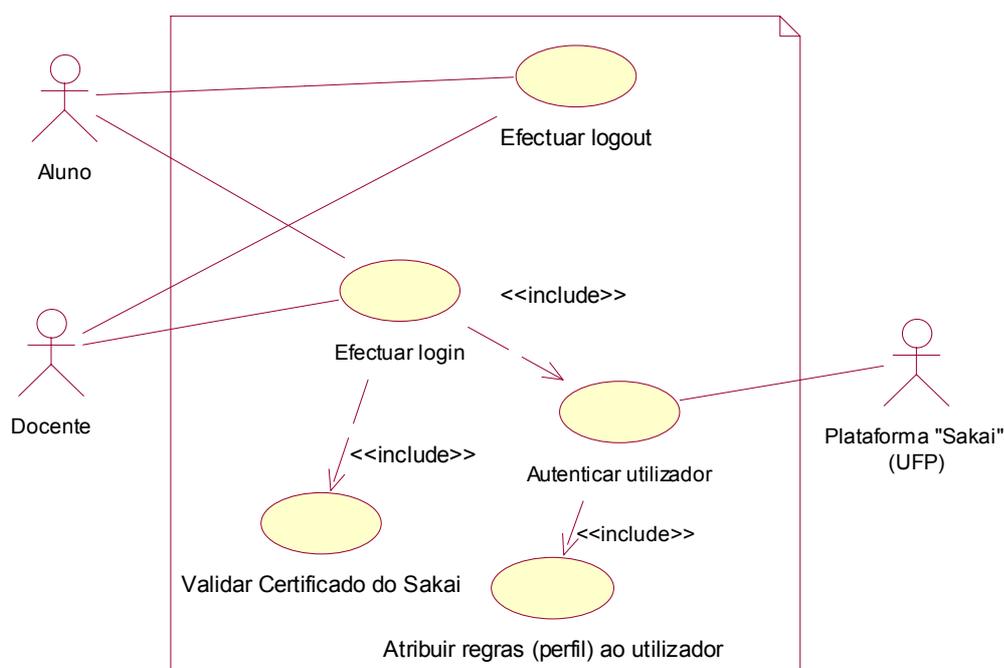


Figura 3.3 – Diagrama de casos de uso da área de gestão de utilizadores (*MSecurity*)

Na figura seguinte, a qual passamos a analisar, estão representados os casos de uso do módulo **MWorkspace**. Os actores envolvidos são: a plataforma Sakai; docente e aluno.

A plataforma Sakai é responsável por actualizar os recursos existentes em cada *WorkSpace* e para cada actor (docente e aluno), esta actualização é feita através do envio de uma mensagem (ficheiro) em XML pelo *Web service* e apresentada pelo sistema, através de um XSL (*Extensible Stylesheet Language*), sob forma gráfica de uma árvore com directório, sub-directório e o nome do respectivo recurso.

O docente e aluno podem navegar livremente pela árvore e recursos, após selecção e click em um recurso tem acessos às principais características do mesmo, saliente-se que o tamanho em (*Kbytes*) é apresentado para que o actor possa decidir se deve ou não fazer *download* do respectivo recurso.

Este factor de usabilidade é extremamente importante uma vez que estamos a trabalhar com dispositivos móveis, que ainda possuem algumas limitações nos ecrãs, no armazenamento em memórias internas ou nos próprios cartões de memória, bem como na velocidade de transferências de informação (*download/upload*).

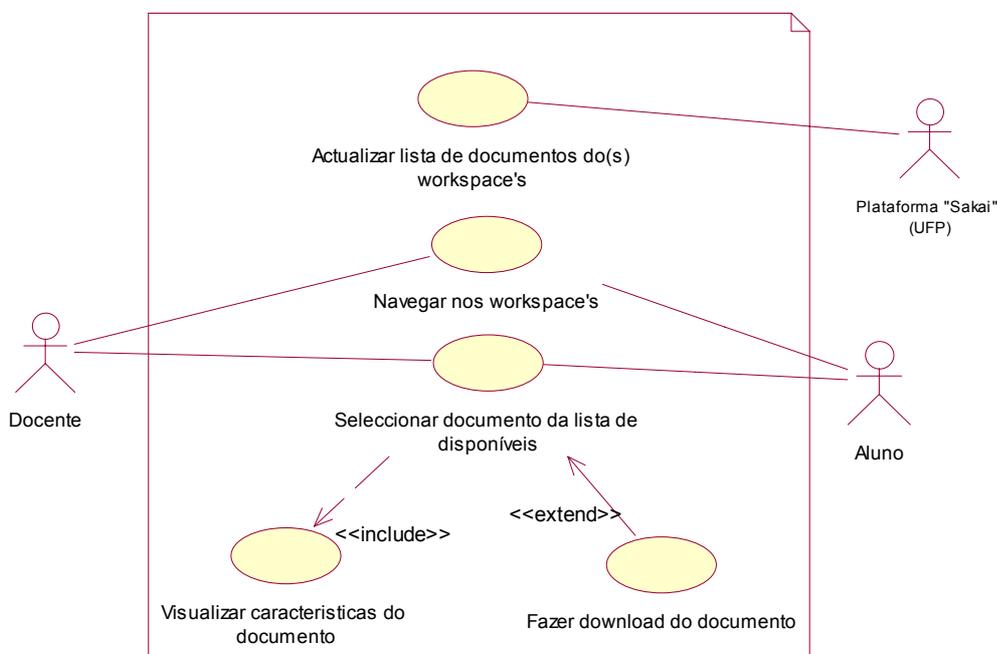


Figura 3.4 – Diagrama de casos de uso da área de gestão de documentos (*MWorkspace*)

Através dos casos de uso, o módulo *MFormManager*, está representado na figura 3.5, este sem dúvida o mais complexo dos módulos. Está dividido em três grandes áreas: a preparação e construção dos formulários, a publicação do formulário e análise de resultados e, finalmente, a resposta aos formulários de interacção por parte dos alunos.

O anexo C, contém a descrição detalhada de alguns caso de uso do *m/Synapse* bem como dos principais cenários alternativos.

Passamos a identificar as principais qualidades e restrições do protótipo *m/Synapse*:

- Tem uma plataforma cliente/servidor, sobre http (*HyperText Transfer Protocol*);
- Desenvolvido com a plataforma *.NET*, o que implica a implementação sobre sistemas Windows com a versão 1.1 da *framework*;
- Os módulos com a versão *desktop* são suportados pelos seguintes clientes (*browser*): *Internet Explorer* e *Firefox*;
- Os módulos mobile foram otimizados para PDAs com sistemas operativos *Windows mobile 2005* ou dispositivos com browser's que suportem a tecnologia AJAX;
- Os dispositivos móveis têm de estar equipados com sistemas de comunicação que permitem ligação à Internet preferencialmente que suportem o protocolo *IEEE 802.11*;
- Os dados persistentes serão armazenados em ficheiros XML;
- O sistema necessita da disponibilidade da plataforma Sakai para poder autenticar um utilizador, conseqüentemente não pode ser dela dissociada;
- Os protocolos de comunicação entre os servidores onde estão implementadas as plataformas são SOAP (*Simple Object Access Protocol*) sobre https (*HyperText Transfer Protocol Secure*).

3.5. Vista de Desenho

Na fase anterior preocupámo-nos com os requisitos do *m/Synapse*, com as suas funcionalidades. Na fase de desenho, vamos concentrar na visão estrutural do sistema, esta dá-nos uma ideia como o sistema é composto. Com a UML, os aspectos estáticos desta vista são capturados através do diagrama de classes e

objectos; os aspectos dinâmicos são capturados nos diagramas de interacção, estados e actividades (Booch *et al.*, 1998).

O *m/Synapse*, e atendendo à sua complexidade foi dividido em três áreas, como anteriormente referido, mas este interliga-se com a plataforma Sakai através de um *Web service* construído para o efeito. A troca de informação, entre os dois sistemas, é feita através de mensagens XML com protocolo SOAP, sobre https.

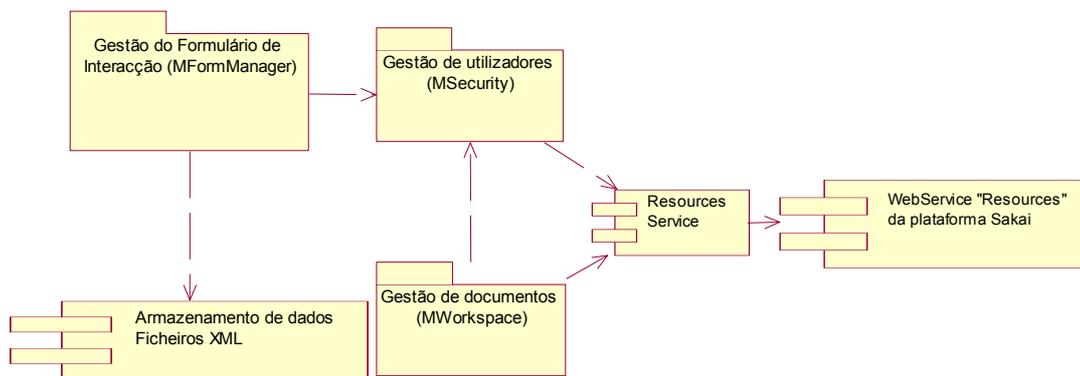


Figura 3.6 – Diagrama lógico do *m/Synapse*

Como o *m/Synapse* tem uma arquitectura cliente/servidor, sobre http, a plataforma de desenvolvimento foi a *.NET*, a arquitectura que mais se adequa é a constituída por três camadas:

- **GUI** (*Grafic User Interface*), camada de apresentação ou de interface com o utilizador;
- **BLL** (*Business Logic Layer*), camada de negócio;
- **DAL** (*Data Access Layer*), camada de dados.

A camada base é a de dados, seguida da responsável pelo modelo de negócio e pela camada responsável com a interface com o utilizador. Esta disposição tem por objectivo separar a interface de utilizador com o modelo de negócio e esta

com a de dados. Desta forma permite alterar as regras de negócio o acesso a dados ou o interface do utilizador de forma independente.

A estrutura estática do *m/Synapse* é representada pelo diagrama de classes, onde estão identificados os seus atributos bem como a relação entre si. O diagrama de classes pertence à visão lógica do sistema e é independente da plataforma adoptada. As classes são constituídas por três partes distintas, o nome, os atributos e métodos, estes últimos não estão representados no diagrama por não serem relevantes nesta fase. A figura 3.7 representa o diagrama das principais classes do sistema.

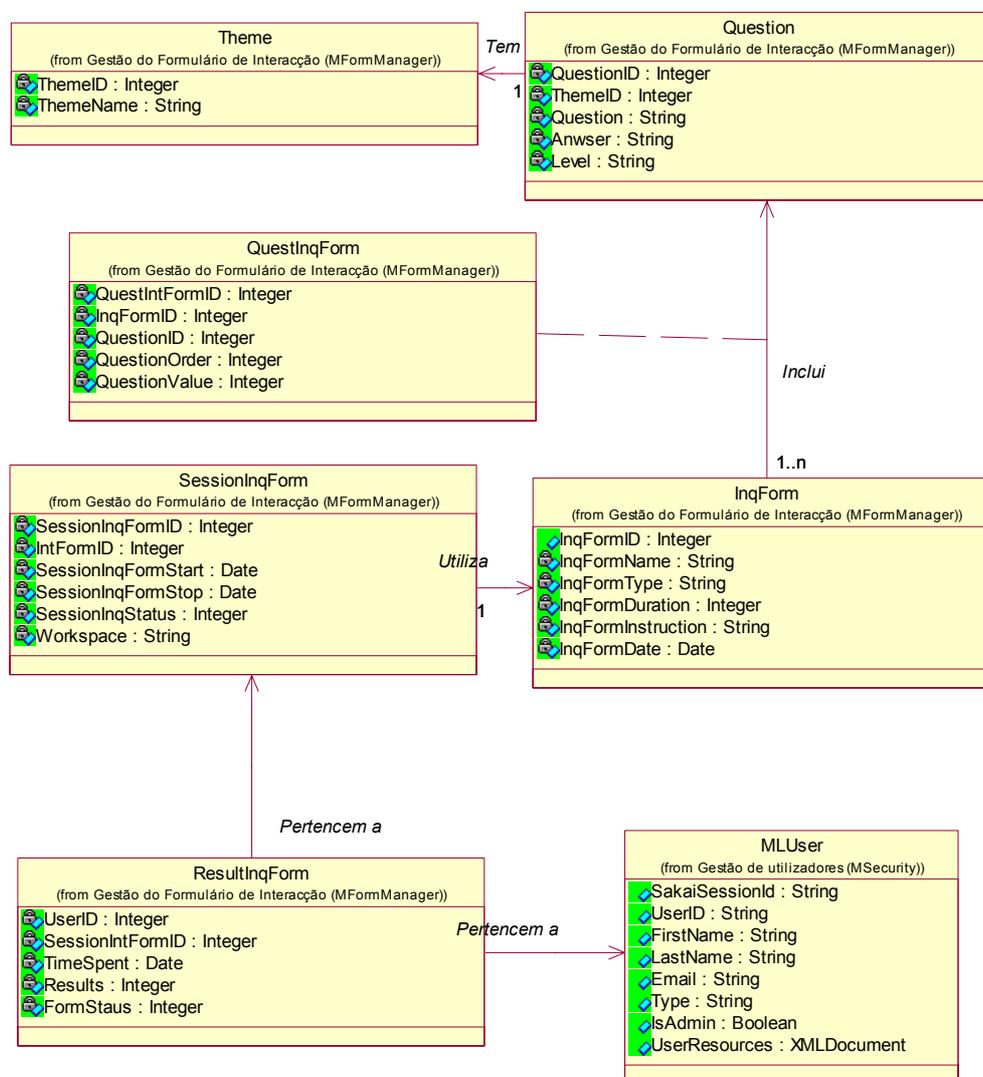


Figura 3.7 – Diagrama de classes do *m/Synapse*

3.6. Vista de implementação

Esta visão, reflecte a estrutura estática do sistema. Os principais elementos usados para modelação desta visão são os diagramas de pacotes e componentes. Modelam aspectos físicos do sistema mostrando a organização e dependências entre um conjunto de componentes (Rey, *et al*, 2006). Estes componentes podem ser ficheiros de código fonte, executáveis, de configuração, tabelas de dados.

Na figura 3.8 pode-se observar o diagrama de componentes do *mISynapse*, numa visão geral e de acordo com a estrutura das camadas referidas anteriormente.

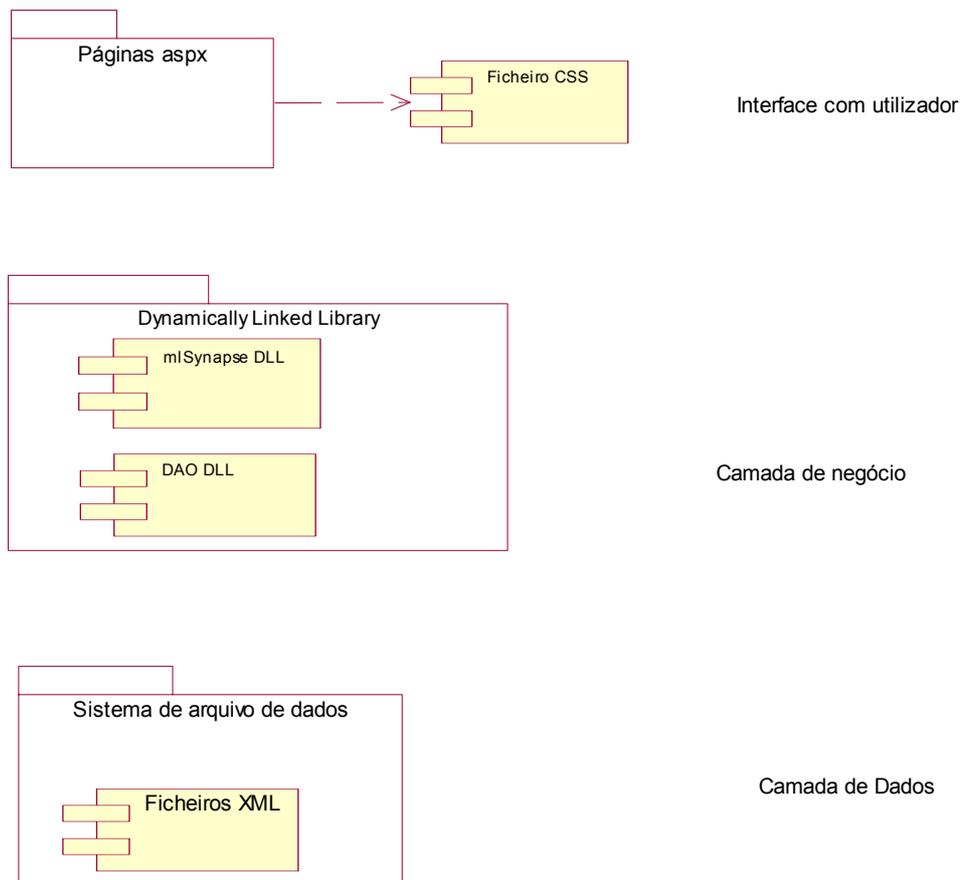


Figura 3.8 – Diagrama de componente do sistema

Os componentes do *mISynapse* são:

- **Páginas aspx:** responsáveis pela interface gráfica do sistema, saliente-se que a formatação das páginas é auxiliada pelos ficheiros CSS (*Cascading Style Sheets*). Atendendo que o sistema tem dois tipos de interfaces (*desktop* e *mobile*) esta camada foi devidamente otimizada;
- **mISynapse DLL:** esta biblioteca é responsável pela camada de negócio (lógica) do sistema;
- **DAO DLL:** (*data access object*) biblioteca responsável pelos acessos aos dados;
- **Armazenamento de dados em ficheiros XML:** camada de armazenamento de informação, constituída por ficheiros XML.

Os utilizadores, docentes e alunos, navegam através das páginas aspx, para os docentes estão disponíveis para dois tipos de dispositivos, móveis e *desktop*, enquanto que para alunos apenas para os móveis. Quando estes seleccionam uma opção no *mISynapse*, é feito um pedido ao servidor, este pedido é tratado pela *mISynapse DLL (Dynamically Linked Library)*, invocando acessos aos ficheiros XML (através dos DAO.DLL), caso necessário, ou então ao *Web service* da plataforma de e-learning Sakai.

3.7. Vista de distribuição

O diagrama de distribuição descreve a configuração de elementos de suporte de processamento e de componentes de *software*, processos e objectos existentes nesses elementos, indica a topologia de hardware adequada e consistente num conjunto de nós ligados por associações de comunicação (Silva & Videira, 2001). Os nós podem conter os principais componentes instalados, quer sejam da aplicação ou de sistemas operativos ou mesmo de plataformas, como pré-requisitos.

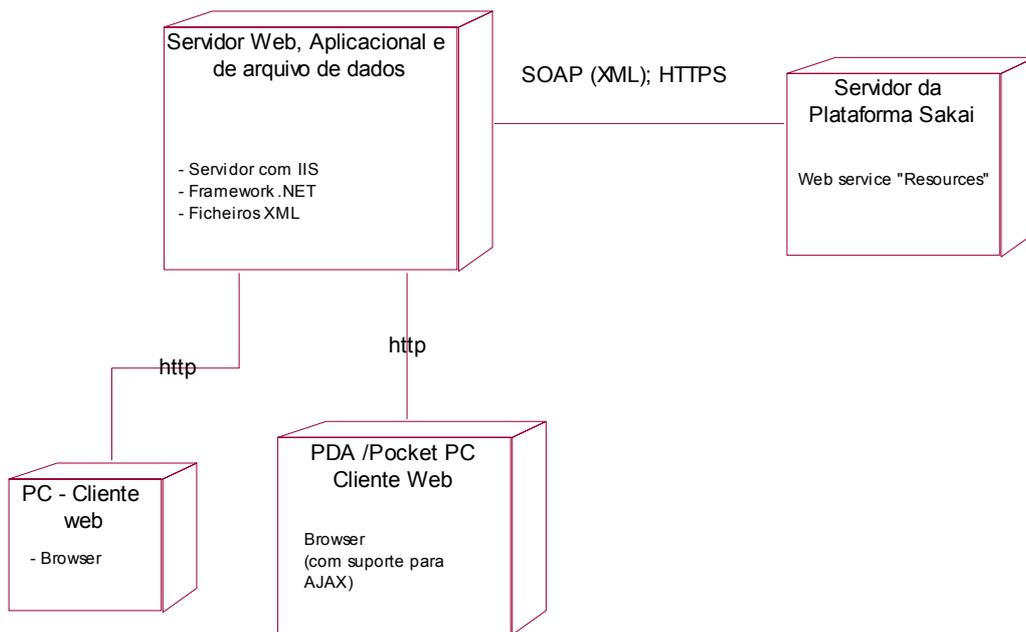


Figura 3.9 – Diagrama de distribuição

No *m/Synapse* foram identificados quatro nós, embora dois sejam do tipo cliente mas em diferentes plataformas de hardware.

Servidor Web, aplicacional e de ficheiros de dados: Neste nó estão os principais componentes dos sistema, o servidor de Internet com o IIS (*Internet Information Services*) a *framework .NET* e a camada de dados com ficheiros XML.

Servidor da plataforma Sakai: neste nós está alojado o *Web service* de apoio e interligação entre a plataforma e-learning e o sistema *m/Synapse*.

Cliente Web: este nó está dividido em dos tipos:

- um nó que representa um PC, com um *browser* comum;
- outro representa o browser do dispositivo móvel, este browser deverá suportar a tecnologia AJAX.

3.8. Sumário

Neste capítulo foram analisados os casos de uso que suportam o sistema *m/Synapse*, a sua arquitectura bem como as várias fases de desenvolvimento, suportados com diagramas da linguagem UML.

Existem várias perspectivas segundo as quais o desenvolvimento do software pode ser abordado, estas podem estar condicionadas pelos vários intervenientes. A abordagem utilizada para a arquitectura do sistema é a chamada “4+1 visões”. Cada visão foi concretizada através de diversos diagramas UML.

Como foi referido a linguagem utilizada para modelar o sistema foi a UML, e a ferramenta CASE (*Computer-Aided Software Engineering*) que a suportou foi a Rational Rose¹⁴.

Saliente-se aspectos tecnológicos de grande relevância, como sendo o uso de ficheiros XML para armazenamento de dados, o uso de um *Web service* de integração de aplicações (Sakai e *m/Synapse*), com tecnologias diferentes. Para tal foi usado o SOAP, um protocolo simples baseado em XML para troca de dados e informação estruturados na *Web* (sobre https). Para que o docente possa estar a analisar os resultados de forma contínua e em tempo real foi usada a tecnologia AJAX, pelo que os *browsers* dos PDAs ou de outros dispositivos móveis têm de a suportar obrigatoriamente.

No capítulo seguinte analisaremos a implementação do protótipo, *m/Synapse*, bem como os testes efectuados com os vários alunos da Universidade Fernando Pessoa, Porto.

¹⁴ <http://www-306.ibm.com/software/rational/sw-atoz/indexR.html>

4. Implementação, testes e avaliação

4.1. Introdução

Este capítulo pretende apresentar as características mais relevantes da implementação do protótipo, nomeadamente as tecnologias empregues, os requisitos tecnológicos para a realização dos testes bem como a sua descrição e a apresentação dos seus resultados da avaliação.

4.2. As tecnologias

Para o desenvolvimento deste protótipo foram usadas várias tecnologias algumas das quais extremamente recentes como sendo a AJAX. A plataforma base escolhida foi a *Microsoft.NET* e como sistema de armazenamento de dados ficheiros XML. Para a integração de sistemas (Sakai e *mISynapse*) foi usado um *Web service*, alojado no servidor da plataforma de e-learning da UFP.

4.2.1. Plataforma .NET

A plataforma *.NET* baseia-se num conjunto de tecnologias concebidas para transformar a Internet numa plataforma de computação distribuída totalmente escalável. A plataforma suporta integralmente os protocolos de Internet existentes, incluindo HTTP, XML e SOAP (Microsoft, 2002).

As principais tecnologias incluídas na plataforma *.NET* são: *.NET Framework*; *.NET Building Block Services*; *Visual Studio .NET* e *.NET Enterprise Servers*. Destes destacamos a *.NET Framework* e alguns dos seus componente (ASP.NET, ADO.NET) e o *.NET Visual Studio* (Microsoft, 2002).

O ASP.NET é um componente do servidor *Web*, IIS (*Internet Information Services*), que permite através de uma linguagem de programação integrada na *.NET Framework* criar páginas dinâmicas, para serem visualizadas num browser. No projecto, a linguagem de programação usada nas páginas *ASPX (Code-Behind)* foi o C#.

O ADO.NET é o um passo na evolução do *Microsoft ActiveX Data Objects (ADO)*, é um conjunto de classes para trabalhar com dados (Microsoft, 2002a). Normalmente é usado para aceder a dados armazenados em bases de dados relacionais, mas também pode ser usado para aceder a dados armazenados em ficheiros XML, *Microsoft Excel* ou ficheiros texto.

A ferramenta usada no desenvolvimento do *m/Synapse* foi o *VS.NET*. Esta dispõe de funcionalidades que podem ser usadas para o rápido desenvolvimento de aplicações seguras, escaláveis, com alto nível de disponibilidade e *Web services*.

4.2.2. Sistema de armazenamento de dados

O XML (*Extensible Markup Language*) é um formato de texto simples, muito flexível derivado de SGML (*Standard Generalized Markup Language*, ISO 8879) (w3c, 2006).

O desenvolvimento do XML teve início no consortium W3C¹⁵ (*World Wide Web Consortium*) em 1996 e transformou-se numa recomendação formal em Fevereiro de 1996. A versão 1.0 sofreu uma emenda em Novembro de 2002. Este standard é gerido pelo W3C, a entidade responsável pela maior parte dos standards utilizados na Internet.

O XML foi concebido para descrever dados, é constituído por um conjunto de *tags*, que não estão predefinidas, o utilizador pode livremente definir as suas *tags*,

¹⁵ <http://www.w3c.org>

pode ser consultado no anexo D um exemplo de um ficheiro XML (*Themes*) usado no *m/Synapse*.

O XML, permite vários tipos de operações de tratamento de informação, desde formatar documentos até filtrar dados. O XML não é uma linguagem de formatação, mas um conjunto de regras através das quais se podem definir linguagens.

O XML pode ser usado para a troca de dados entre dois sistemas com plataformas incompatíveis ou para armazenar dados. O armazenamento de dados pode ser em ficheiros ou em bases de dados.

Um documento bem formado deve obedecer a algumas regras de sintaxe (W3schools, 2006):

- Os documentos XML devem ter o elemento raiz (*root*);
- Os elementos que constituem o documento devem estar entre *tags* fechadas;
- As *tags* XML são *case sensitive*;
- Os valores dos atributos deverão estar sempre entre aspas.

Resumindo, um documento XML bem formado está conforme com as regras do DTD (*Document Type Definition*).

XML DTDs e XML Shema

O objectivo do DTD (*Document Type Definition*) é definir a forma válida de construção dos vários blocos que constituem um documento XML, este define a estrutura de um documento através de uma lista de elementos válidos (W3schools, 2006).

O XML *Shema* é uma alternativa extremamente válida ao DTD na validação de documentos XML. Segundo a W3schools (2006), muito em breve, as XML *Schemas* serão usadas na maioria das aplicações *Web* substituindo as DTDs. Expõem-se algumas razões:

- XML *schemas* são extensíveis a futuras adições;
- XML *schemas* são mais ricas e poderosas que as *DTDs*;
- XML *schemas* são escritas em *XML*;
- XML *schemas* suportam tipos de dados;
- XML *schemas* suportam *namespaces*.

No *m/Synapse* foram usados ficheiros XML para armazenamento de dados e XML *schemas* para definir as suas regras.

4.2.3. AJAX

O AJAX (*Asynchronous JavaScript And XML*) é uma nova forma de usar as tecnologias e normas já existentes (*JavaScript*, HTML, CSS e XML) e não uma nova linguagem de programação (W3schools, 2007).

Com o AJAX, as páginas *Web* recolhem os dados do servidor sem que estas sejam recarregadas. A recolha é feita através de *JavaScript*, que comunica directamente com o servidor, para tal usa o objecto *XMLHttpRequest*.

A transferência de dados entre o cliente (*browser*) e o servidor *Web* com AJAX é feita de forma assíncrona, permitindo que as páginas carreguem apenas alguns dados em vez da página completa (W3schools, 2007).

Estas potencialidades foram exploradas no *m/Synapse* através da consola principal do docente, permitindo-lhe em tempo real e com o menor tráfego possível (entre *browser* do PDA e servidor *Web*), aceder aos resultados dos formulários, sendo para tal apenas actualizada a tabela de resultados e não toda a página.

A técnica AJAX torna as aplicações de Internet mais pequenas, rápidas e amigáveis (W3schools, 2007).

4.2.4. SOAP e Web Services

O SOAP (*Simple Object Access Protocol*), de forma simples, é um protocolo de acesso *Web services*. Na realidade SOAP é (w3schools, 2007a):

- uma norma para *Simple Object Access Protocol*;
- um protocolo de comunicação;
- usados para comunicação entre aplicações;
- uma formatação de envio de mensagens;
- usado para comunicações via Internet;
- independente das plataformas;
- independente da linguagem;
- baseado em XML;
- simples e extensível.

O SOAP fornece uma forma de comunicação entre aplicações distintas e que podem estar desenvolvidas e instaladas sobre diferentes plataformas bem como linguagens de programação (w3schools, 2007a).

Os *Web services* são componentes (aplicações) para publicação de funções ou mensagens de determinada aplicação (*Web* ou *Windows*). Estes podem ser usados (invocados) por outras de forma a comunicarem entre si, para o efeito usam protocolos abertos como o SOAP (W3schools, 2007b).

Desta forma, consegue-se ultrapassar a interoperabilidade e a troca de dados entre aplicações com plataformas distintas.

A plataforma base dos *Web services* é o XML e http, eles usam o *XML* para codificar e descodificar os dados a trocar e o SOAP para o transporte. (W3schools, 2007b).

No *mSynapse* foi usado um *Web service* instalado na plataforma Sakai. Este devolve um ficheiro XML com os dados relativos ao utilizador e recursos. Como protocolo de comunicação usou-se o SOAP sobre https, para o https (*HyperText*

Transfer Protocol Secure) instalou-se um certificado digital fornecido pelo servidor da plataforma no servidor aplicacional (*Web*) do *mISynapse*.

4.3. O funcionamento do *mISynapse*

Foi objectivo do protótipo *mISynapse* ter interfaces simples e amigáveis bem como optimizados, atendendo às várias limitações inerentes aos dispositivos móveis.

Essencialmente é dividido em duas áreas:

- ***MyWorkspaces*** – recursos disponíveis para cada utilizador, onde está desenvolvido o caso de uso *MWorkspace*;
- ***FormManager*** – gestão e realização de formulários interactivos. Saliente-se que nesta área o docente tem associado um *backoffice* para a gestão dos mesmos, correspondendo ao caso de uso *MFormManager*.

Cada área e respectivas funcionalidades são geridas através do perfil do utilizador. Este é obtido ao efectuar a respectiva autenticação no protótipo através do *login*. As secções seguintes vão ilustrar cada interface gráfico.

O modelo do *Pocket PC* utilizado foi um Qtek 9090¹⁶ (*Pocket PC Windows Mobile 2003 SE Phone Edition*), o *browser* foi o *Opera 8.60*¹⁷ para *Windows mobile (Copyright 1995-2006) versão trial*. O sistema de comunicação utilizado foi Wi-Fi, mais concretamente o disponível no *Qtek 9090* ou seja *WLAN 802.11b*.

¹⁶ <http://www.qtek.fr>

¹⁷ <http://www.opera.com>

4.3.1. Autenticação no mISynapse

A autenticação é feita através de **username** e **password**, a interface pertence ao caso de uso **MSecurity** e é independente do tipo de utilizador, como é apresentado na figura 4.1.



Figura 4.1 – Interface de introdução de dados de autenticação do utilizador

4.3.2. Menu Principal do mIsynapse

Após as credenciais serem validadas pelo sistema de e-learning, Sakai, cada utilizador, mediante o seu perfil (aluno ou docente), tem acesso ao menu com as respectivas opções.

O **MyWorkspace** é comum aos dois utilizadores. No menu **FormManager** as opções são distintas, para o docente existe ainda a área de **backoffice**. A possibilidade de abandono do **mISynapse** está presente nas duas interfaces, através da opção “Logout”.

Na figura 4.2 é apresentada a interface do menu principal do docente com as respectivas opções.



Figura 4.2 – Menu principal da interface correspondente ao perfil de docente

Na figura 4.3, é apresentada a interface do menu principal do aluno, onde se pode observar que, para o actor aluno, não está presente a opção de *backoffice*.



Figura 4.3 – Menu principal da interface correspondente ao perfil de aluno

4.3.3. MyWorkspace

Na opção *MyWorkspace* é tratado todo o caso de uso *MWorkspace*, desde a navegação pela estrutura hierárquica dos recursos, consulta das características de cada recurso até ao respectivo *download*.

A figura 4.4 apresenta a interface correspondentes à navegação e consulta das características de cada recurso.

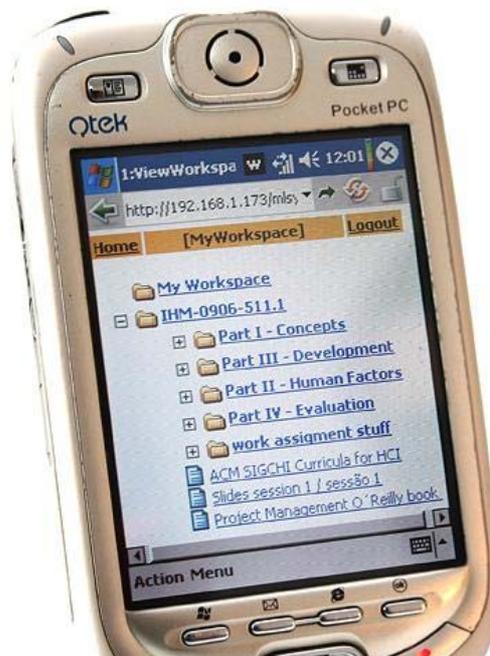


Figura 4.4 – Interface da estrutura dos recursos

Uma outra funcionalidade crítica no *MyWorkspace* é a possibilidade do utilizador consultar as características de um determinado recurso, antes de fazer *download*, desta forma através das características apresentadas e do tipo de protocolo de comunicação que esta a usar pode ponderar a decisão fazer o respectivo *download*.

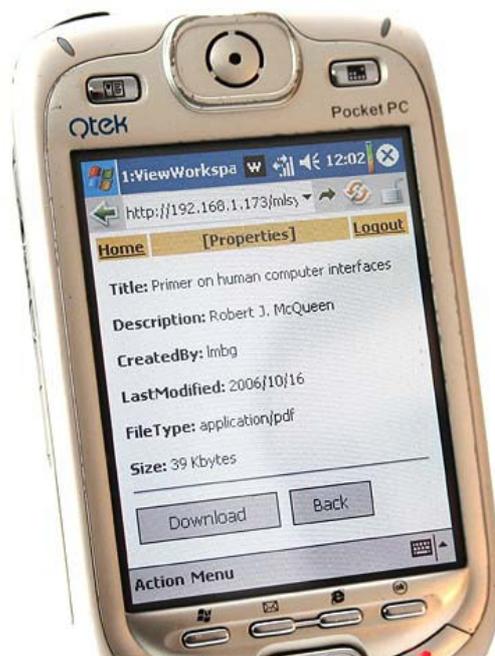


Figura 4.5 – Interface de consulta de características do recurso

4.3.4. *FormManager*

O *FormManager* é distinto para os dois tipos de utilizadores. Para o docente é sub-dividido em duas áreas:

- **Backoffice**, suporta todas as funcionalidades de preparação e construção do formulário de interacção, preferencialmente deverá ser usado por um browser em versão *desktop*, podendo no entanto ser utilizado pelo browser do dispositivo móvel, no anexo E, pode ser consultado um exemplo da respectiva interface.
- **Publicação** e a respectiva interacção do formulário e consulta dos resultados dos formulários em tempo real ou após o término do formulário.

Nas figuras seguintes está representada a consola do docente, que após ter publicado o formulário de interacção, este pode ser do tipo teste ou inquérito.



Figura 4.6 – Consola do docente para um formulário tipo inquérito

O docente pode fazer a gestão (início, paragem, reinício e finalização) do formulário de interacção e a respectiva consulta em tempo real dos resultados dos intervenientes.



Figura 4.7 – Consola do docente para um formulário tipo teste

Após o docente ter publicado o formulário de interacção, o aluno pode aceder às características gerais deste incluindo as instruções.

O aluno apenas pode iniciar a realização do formulário após a instrução de arranque do docente, uma vez iniciado, as questões são apresentadas ao aluno de forma sequencial (definida pelo docente na fase de construção).

Quando o aluno ou docente finaliza o formulário, o aluno tem acesso ao resultado do mesmo na respectiva opção do seu menu. Na figura 4.8 é apresentada a interface de realização de um formulário interactivo.



Figura 4.8 – Interface de realização de um formulário

Após a realização do mesmo o aluno pode consultar as respostas dadas, tempo de realizado, o resultado final e as respostas correcta e erradas (no caso do formulário de interacção for do tipo teste). Na figura 4.9 podemos observar a consulta do resultado de um formulário de interacção do tipo inquérito.

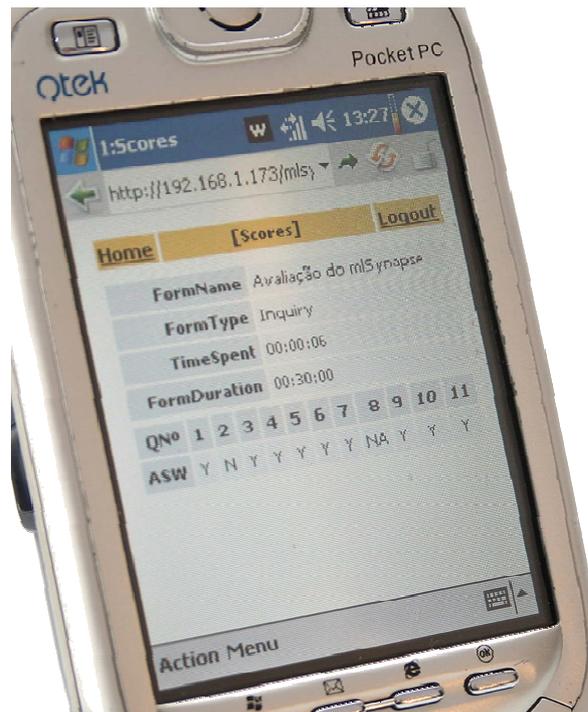


Figura 4.9 – Interface de consulta do resultado

Desta forma terminamos a apresentação do protótipo de seguida iremos analisar os resultados da sua avaliação.

4.4. Avaliação do mlSynapse

Após a implementação do protótipo num servidor com domínio público foram feitos os testes, usando um *Pocket PC* com um *browser* (*Opera 8.60*) e *browser desktop* (*Internet Explorer* versão 6.0) para garantir que o sistema estava preparado para funcionar em ambiente real.

Posteriormente no protótipo, foram introduzidas, por temas (*mobile*, m-learning, Sakai, e-learning), um conjunto de questões que serviram para construir um formulário de interação do tipo inquérito. As questões que constituíam o formulário de interação eram idênticas às utilizadas no inquérito de avaliação do protótipo.

A um total dezanove alunos da UFP, divididos por três turmas e num contexto de sala de aula, foi-lhes apresentado o projecto e fornecido o endereço para acederem ao protótipo. Os alunos com as respectivas credenciais (*username* e *password*) do Sakai e através de dispositivos móveis ou emuladores dos mesmos, acederam ao protótipo e testaram todas as funcionalidades módulo *MyWorkspace*. O formulário de interacção anteriormente construído serviu para testar o módulo *Forms*, para ambos os actores, ou seja, alunos e docente.

Após a finalização dos testes, os alunos avaliaram o *mISynapse* através do preenchimento de um inquérito, “inquérito de avaliação de protótipo - *mISynapse*”, constituído por dezassete questões. Aos docentes que participaram na avaliação do protótipo foi feito um questionário com quatro questões e enviado através e-mail.

4.4.1. Validação do Inquérito

Foi feita uma apresentação e demonstração pública do protótipo do *mISynapse* a uma turma da UFP, na disciplina de Sistemas de Informação. Após a demonstração, foram recolhidas as opiniões dos alunos através do inquérito apresentado no anexo F.

Os resultados recolhidos permitiram fazer a validação ao inquérito, tendo-se procedido a ajustes após a análise dos mesmos. Estes podem ser consultados no anexo G, tendo levado à melhoria de cinco questões: 3, 4, 5, 7 e 10.

3. Usa a plataforma de *e-learning Sakai*?

Sim Não

Se Sim:

3.a. Desde quando (em anos)

$\leq \frac{1}{2}$ $\frac{1}{2} - 1$ $1 - 1 \frac{1}{2}$ $1 \frac{1}{2} - 2$ ≥ 2

3.b. Qual a frequência com que acede à plataforma *Sakai*?

Diariamente 2/3 vezes semana Semanalmente Quinzenalmente

Nesta questão as alterações incidiram no item 3.a., onde foi feita uma escala cronológica para quantificar o tempo de utilização da plataforma Sakai.

Relativamente à questão seguinte, quatro, foi feita uma numeração das sub questões para facilitar a compreensão e sequência das mesmas.

4. Possui algum dispositivo tipo *Hand Held* (móvel)

Sim Não

Se Sim:

4.a Qual o Tipo:

PDA *SmartPhone* *PocketPC* Telemóvel

Outro: _____

4.a.1 Possui protocolo de ligação Wi-Fi?:

Sim Não

4.a.2 Liga o seu dispositivo móvel à rede da UFP-UV?

Sim Não

A questão cinco foi reformulada para acentuar o objectivo a atingir.

5. Acha que o acesso ao *mISynapse* é de fácil entendimento?

Discordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

Por último, a questão dez, também foi alvo de ajustes, sendo separada para permitir uma recolha por módulo.

10. Relativamente a cada módulo acha as suas funcionalidades úteis?

MyWorkspace:

Discordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

Forms:

Discordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

Com os contributos referidos permitiu elaborar uma a versão final do “inquérito de avaliação do protótipo – *mISynapse*” que pode ser consultada no anexo H.

4.4.2. Apresentação de resultados

O questionário foi dividido em quatro grupos com um total de dezassete questões, algumas das quais com sub-questões. Os grupos do questionário pretendem recolher informação para analisar sobre o uso do protótipo *mISynapse*.

O primeiro grupo pretende caracterizar o aluno (sexo e grupo etário), o segundo grupo o uso da plataforma de e-learning (Sakai), o terceiro a disponibilidade de dispositivos móveis e por último o protótipo nas várias vertentes, usabilidade, funcionalidades, abertura ao uso de aplicações de m-learning, entre outras.

Após a recolha dos questionários procedeu-se ao tratamento estatístico dos dados, as variáveis foram sujeitas a uma análise descritiva, tendo-se utilizado o programa *Microsoft Excel 2003*.

Avaliação dos Alunos

Relativamente aos dezanove alunos que responderam ao questionário, destes 94,7% eram do sexo masculino, ou seja dezoito alunos do sexo masculino e um do feminino.

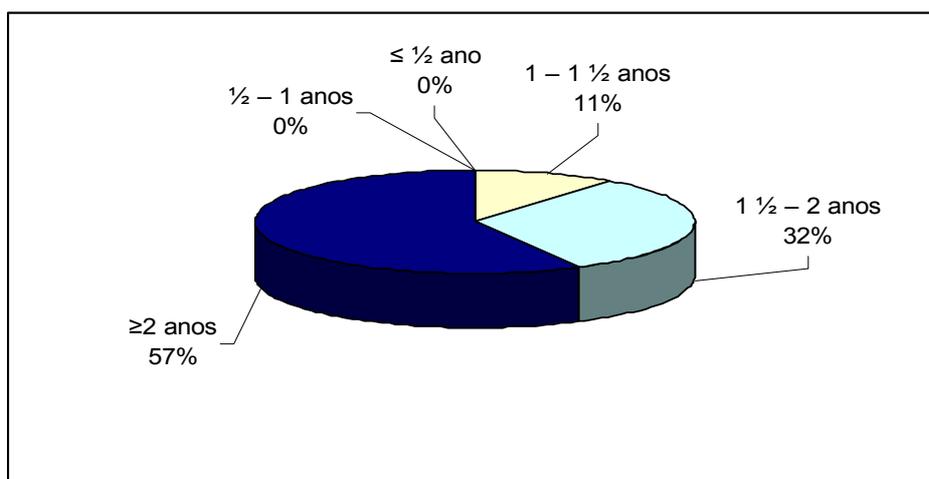
Apesar da média das idades se situar na faixa etária dos 23-24 anos, a maior percentagem (37%) está no grupo dos 25-26 anos, tendo também grande expressão o grupo dos 21-22 anos.

Tabela 4.1 – Idade dos inquiridos

Grupo etário	Amostra	
	N.º de elementos	%
≤ 20 anos	1	5
21 – 22 anos	6	32
23 – 24 anos	4	21
25 – 26 anos	7	37
≥ 27 anos	1	5
Total	19	100

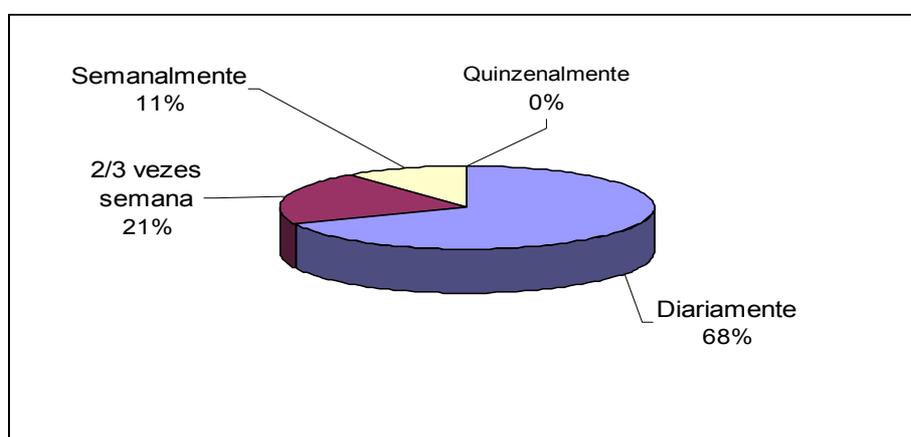
Na questão do uso da plataforma de e-learning Sakai, observou-se que 100% usa a referida plataforma e aproximadamente 57% usa à mais de dois anos, saliente-se o facto da existência de valores nulos até a um ano deve-se ao facto dos alunos não serem do primeiro ano da licenciatura, como se pode observar na gráfico 4.1.

Gráfico 4.1 – Número de anos que já usa a plataforma Sakai



Relativamente à frequência com que os alunos inquiridos acedem à plataforma, saliente-se o facto de 68% fazem-no diariamente e 21% de duas a três vezes por semana.

Gráfico 4.2 – Frequência de acesso à plataforma Sakai



Relativamente à questão anterior podemos concluir que existe um forte enraizamento com elevada utilização da plataforma de e-learning Sakai, observe-se resumidamente:

- 100% usa a plataforma Sakai;
- 89% à mais de ano e meio;
- 89% acede mais do que duas vezes por semana, dos quais 68% acede diariamente.

No tema dos dispositivos móveis, (“possui algum dispositivo tipo Hand Held (móvel)”), 68% dos alunos possui um destes dispositivos, que se dividem pelas seguintes categorias:

- 61,5%, de telemóveis;
- 31,6%, Pocket PC;
- 7,7%, PDA.

Destes dispositivos, só 38,5% possui protocolo de comunicação *IEEE 802.11* (Wi-Fi) e apenas 30,8 % liga o dispositivo à rede da UFP. As baixas percentagens são explicadas (após análise mais aprofundada aos dados) pelo facto de 61,5% serem dispositivos do tipo telemóvel, os quais normalmente não possuem este protocolo. Este protocolo permite ligar de forma gratuita o dispositivo à rede da UFP (serviço disponibilizado pela universidade para todos os alunos). No caso dos telemóveis tem que aceder por operadores oficiais de telecomunicações (através de GPRS ou 3G) o que implica custos adicionais ao aluno.

Após as questões de caracterização do aluno, plataforma e dispositivos móveis seguiram-se as de avaliação das funcionalidades do protótipo, estas constituídas por um conjunto de treze questões divididas por várias áreas.

A resposta a estas questões é efectuada numa escala de Likert, com os valores: 1 - Discordo totalmente (DT), 2 - Discordo (D), 3 - Sem Opinião (SO), 4 - Concordo e 5 - Concordo totalmente. De seguida apresentamos as questões relacionadas com este módulo do questionário:

5. Acha que o acesso ao mISynapse é de fácil entendimento.
6. Acha que o mISynapse é fácil de usar (usabilidade).
7. A interface gráfica do mISynapse é agradável.
8. Acha que com o uso do mISynapse aumenta a motivação para a disciplina.
9. Acha que o mISynapse oferece um instrumento de aprendizagem.
10. Relativamente a cada módulo acha as suas funcionalidades úteis.

MyWorkspace:

Forms:

11. Relativamente ao módulo *MyWorkspace*, acha simples navegar, aceder e descarregar os conteúdos.
12. Acha que com o mISynapse pode aceder mais facilmente aos conteúdos disponibilizados no *MyWorkspace*.
13. Relativamente ao módulo *Forms*, acha simples realizar um teste/inquérito.
14. Está disposto a realizar testes/inquéritos no mISynapse.
15. Acha importante a funcionalidade de paragem (interrupção) nos testes/inquéritos.
16. Relativamente ao módulo *Forms*, acha vantajoso obter os resultados logo no momento.
17. Está disposto a aceitar uma experiência piloto nesta disciplina com este protótipo.

Se está em desacordo quais os principais motivos (enumere três ou quatro).

Os resultados obtidos no questionário ao grupo dos dezanove alunos, são apresentados na tabela 4.2, onde se apresenta os valores por questão a respectiva moda:

Tabela 4.2 – Resultado dos questionários aplicados aos alunos

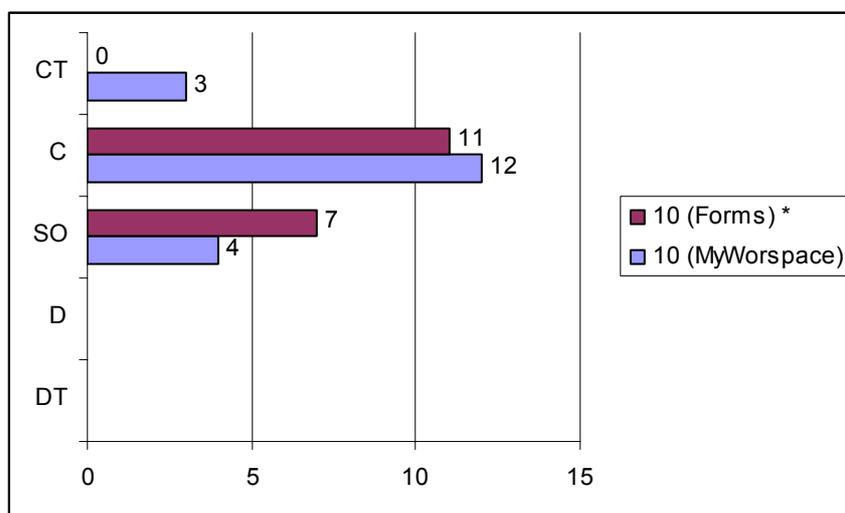
Questão	DT	D	SO	C	CT	Moda
5	0	0	1	16	2	4
6	0	0	0	14	5	4
7	0	1	3	12	3	4
8	0	2	8	6	3	3
9	0	1	3	11	4	4
10 (MyWorkspace)	0	0	4	12	3	4
10 (Forms) ¹⁸	0	0	7	11	0	4
11	0	0	0	13	6	4
12	0	0	4	12	3	4
13	0	0	5	9	4	4
14	0	2	1	14	1	4
15	0	2	3	12	2	4
16	0	0	2	6	11	5
17	1	0	5	10	3	4
Total	1	8	46	158	50	-

De modo geral a maioria das respostas encontra-se no grupo “Concordo” e “Concordo Totalmente”, com apenas oito respostas negativas num universo de 266 possíveis (3%) ou nove em 532 (1,69%). Dai que seja possível deduzir que o protótipo tem uma apreciação global positiva.

Relativamente aos dois módulos *MyWorkspace* e *Forms*, saliente-se que o primeiro tem uma média superior e obteve um menor número de respostas “Sem opinião” e um maior de “Concordo Totalmente”, como pode ser observado no gráfico 4.3.

¹⁸ Relativamente a esta questão existe uma resposta em branco.

Gráfico 4.3 – Relação entre os dois módulos (*MyWorkspace* e *Forms*)

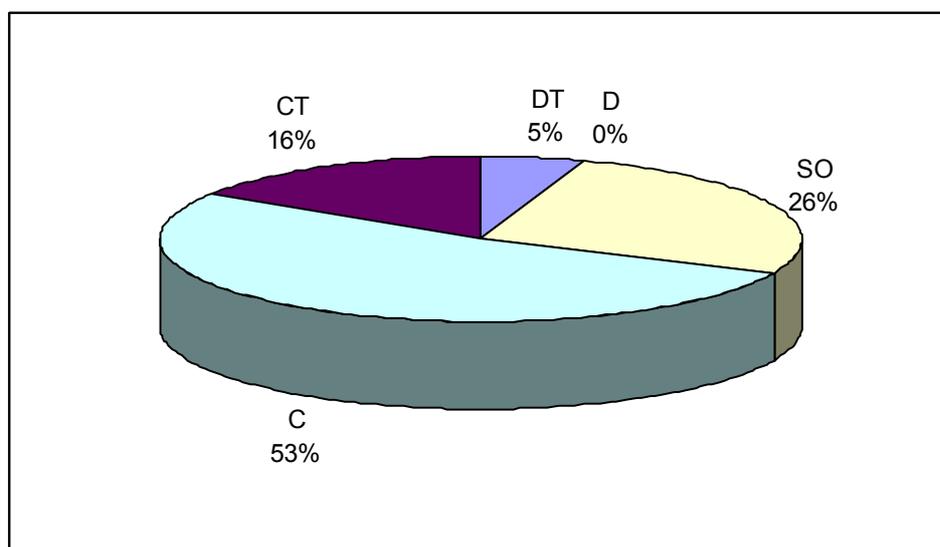


O item melhor classificado foi a questão 16, que permite verificar a importância dos alunos obterem o resultado do formulário de interação logo no momento, poucos segundos após terminar. Os itens 5, 6, e 11 também obtiveram uma boa classificação, o que revela que o protótipo é de fácil entendimento e de usar (usabilidade) bem como a simplicidade de navegar, aceder e descarregar os conteúdos do módulo *MyWorkspace*.

Apesar de um aluno discordar e três não manifestarem opinião, os restantes (78,9%) acham que o *m/Synapse* oferece um instrumento de aprendizagem.

A única questão que regista uma opinião “discordo totalmente” é a 17, onde se pergunta se estão dispostos a uma experiência piloto com o protótipo, no entanto 80% concorda ou concorda totalmente como pode ser observado no gráfico 4.4.

Gráfico 4.4 – Dados relativos à disponibilidade integrarem uma experiência piloto



Nesta questão ainda era solicitado, em caso de desacordo, três a quatro motivos mas o aluno que estava em desacordo não apontou nenhum.

Avaliação dos docentes

Foram convidados três docentes da Universidade Fernando Pessoa (UFP), a responder ao questionário de avaliação do *mISynapse*. Os docentes participaram com os seus alunos na avaliação do protótipo.

O questionário, constituído por quatro questões de resposta livre, visava obter o *feedback* dos docentes à disponibilidade na utilização, funcionalidades, benefícios e potencialidades do protótipo, o qual passamos a apresentar:

- 1) Face ao uso das aplicações de
 - (i) acesso a recursos (*MyWorkspaces*) e
 - (ii) sondagem/recolha de informação para dispositivos móveis,Indique para cada uma destas qual a sua utilidade?

- 2) Para as mesmas aplicações, indique se estaria disponível e em que contexto para as utilizar em ambiente de aprendizagem.

- 3) Quais são, na sua opinião, os benefícios que podem ser esperados pelos alunos das aplicações móveis desenvolvidas?
- 4) Qual o potencial de aplicações móveis no contexto da aprendizagem.

Dos docentes convidados a responder ao conjunto de questões, todos eles responderam. Passamos a apresentar os seus testemunhos:

Docente (A)

- 1) (i) *"Útil nos casos em que os dispositivos começarão a ser portáteis, e o uso de portáteis/pda generalizados".*
- 2) *"Sim, se tivesse um dispositivo móvel".*
- 3) *"Conveniência, integração com outros dispositivos que eles usem (telemóvel, pda...)"*.
- 4) *"Útil para consultar/utilizar durante os trajectos de metro. A sério, a mobilidade é um dos aspectos interessantes para manter a ligação, não propriamente para aprender".*

Docente (B)

- 1) (i) *"Bastante útil, tanto que torna mais fácil o acesso a conteúdos, podendo modificar a sua relação com estes no sentido em que, quando necessário, são pedidos, em vez de terem que ser obtidos e a partir desse momento geridos por cada indivíduo".*
(ii) *"A sua utilidade depende em grande parte das estratégias seguidas pelo docente, pelo que o seu aproveitamento está dependente de mudanças que exigem esforço adicional nas estratégias de ensino/aprendizagem."*
- 2) (i) *"Seria imediato e sem problemas".*
(ii) *"Exige a criação de contextos de utilização e de preparação prévia. Neste caso exige mais tempo e depende de contextos".*
- 3) (i) *"Maior facilidade de acesso a conteúdos, gestão de conteúdos facilitada, conveniência".*

- (ii) *“Interacção e envolvimento dos alunos, obtenção de feedback.”*
- 4) *“Colocar maior responsabilidade e proactividade nos alunos; facilitar a sua gestão de tempo e espaço – conveniência; inovar e melhorar a experiência de ensino/aprendizagem; fomentar e facilitar a interacção alunos-docente e alunos-alunos”.*

Docente (C)

- 1) (i) *“Acesso a recursos, muito útil”.*
 - (ii) *“Sondagem/recolha de informação para dispositivos móveis, muito útil”.*
- 2) (i) *“Disponível, em sala de aula para obtenção de visualização de trabalhos no Pocket PC (professor); acesso a recursos didácticos tais como apresentações PPT (MS. PowerPoint) e apontamentos PDF para visualização imediata no Pocket PC (alunos)”.*
 - (ii) *“Disponível, em sala de aula para recolha de respostas a inquéritos da coordenação aos alunos do curso de informática”.*
- 3) *“Maior disponibilidade de informação num conjunto mais alargado de contextos, mesmo nas situações em que apenas existe acesso a redes sem fios e pouco espaço para o uso dos computadores portáteis”.*
- 4) *“Imenso, entre outros:*
 - (i) Proporcionar acesso anytime, anywhere a conteúdos e recursos;*
 - (ii) Favorecer a interacção entre professor e aluno;*
 - (iii) Potenciar a colaboração através da troca de anotações, documentos e recursos;*
 - (iv) Permitir a criação de informação directamente no formato digital”.*

Relativamente à utilidade do primeiro módulo (*Myworkspaces*) os docentes são unânimes em afirmar que este é útil ou mesmo bastante útil, uma vez que se torna mais fácil o acesso aos conteúdos, podendo mesmo modificar o conceito de relação e gestão dos mesmos.

Para o segundo módulo, formulários de interacção, um dos docentes afirma que a sua utilidade depende das estratégias de ensino/aprendizagem adoptadas pelo docente, exigindo estas estratégias um esforço adicional. Saliente-se que os

formulários de interacção necessitam de uma preparação antecipada por parte do docente bem como uma adequação das questões ao tipo de respostas possíveis.

Na segunda questão, os docentes afirmam que estariam disponíveis a utilizar o protótipo em ambientes de aprendizagem (embora condicionada à existência de dispositivos), relativamente aos contextos da sua utilização, como seria de esperar é necessário seleccioná-los, criá-los o que implica uma maior disponibilização de tempo. Nesta questão é indicado como exemplo a recolha de respostas a inquéritos da coordenação aos alunos do curso de informática.

Relativamente aos benefícios esperados pelos alunos, as opiniões sobre os benefícios a esperar apontam para a conveniência, facilidade de acesso e gestão de conteúdos para o módulo *Myworkspaces*. Para os formulários interactivos é a interacção e a envolvência dos alunos, bem como a possibilidade de *feedback* imediato que são descritos como benefícios.

Na quarta e última questão, para o potencial das aplicações no contexto de aprendizagem, as opiniões são mais abertas e muito ricas, desde a utilidade para consultar/utilizar durante os trajectos do quotidiano, facilitar a gestão de tempo e espaço bem como a responsabilização e a proactividade. A inovação e melhoria de ensino/aprendizagem, o facilitar e fomentar a interacção entre os intervenientes na sala de aula bem como permitir a criação de informação directamente no formato digital. São também considerados como aspectos importantes que podem levar à aplicação deste tipo de sistemas.

4.5. Análise de dados

Relativamente à aceitação do protótipo de m-learning, a partir da análise às várias questões que abordavam este tópico, podemos concluir que a maioria dos alunos teve uma boa aceitação do protótipo. Mostrando-se favoráveis na aceitação de experiências nas aulas bem como dispostos a realizar testes e inquéritos através do protótipo.

De igual modo os docentes estão dispostos a aceitar de forma imediata o uso do protótipo nas suas aulas, saliente-se no entanto que o módulo dos formulários interactivos estaria condicionado a uma preparação prévia e adequada das temáticas.

Na mobilidade do sistema, os dois grupos inquiridos concordam que com o protótipo podem aceder mais facilmente aos recursos, útil para consultar/utilizar durante os percursos quotidianos, como por exemplo, viagens e percursos casa-escola. Adicionalmente a conveniência, a interacção e o envolvimento também são referidas.

Naturalmente que o sucesso do factor mobilidade do sistema está directamente relacionado com a disponibilização por parte das instituições de redes *wireless* para a comunidade, o que já é uma realidade em muitas instituições através do projecto **e-U**¹⁹ (universidade electrónica) ou do suportar de custos pelos intervenientes ao usarem protocolos de comunicação de operadoras oficiais de telecomunicações.

Os alunos, consideraram que o *m/Synapse* é fácil de usar, simples de navegar nos recursos bem como permite realizar testes/inquéritos. A interface gráfica do protótipo também foi avaliada tendo a sua maioria considerado “agradável”.

4.6. Sumário

Apresentaram-se as características mais relevantes da implementação do protótipo, as tecnologias e os requisitos tecnológicos. Foi apresentado um conjunto de fotografias que ilustram o funcionamento do *m/Synapse*, usando um *Pocket PC*.

Finalmente foi elaborado e validado um questionário realizados aos alunos que participaram na experiência e validação do *m/Synapse*. Os resultados obtidos

¹⁹ A e-U (universidade electrónica), é uma iniciativa lançada pelo Governo Português, que envolve áreas como serviços, conteúdos, aplicações e rede de comunicações móveis para estudantes e docentes do Ensino Superior (e-U, 2007).

foram satisfatórios, nomeadamente na área da usabilidade, da mobilidade, do potencial da aprendizagem móvel, da interactividade bem como da sua aceitação. O módulo *MyWorkspaces* destacou-se relativamente ao *Forms*, provavelmente por permitir disponibilizar os recursos das disciplinas em qualquer local e a qualquer hora.

No capítulo seguinte iremos visitar os objectivos, abordar os resultados obtidos e abordar perspectivas de trabalho futuro, fazendo as conclusões deste trabalho.

5. Conclusões

5.1. Introdução

O capítulo inicia-se por uma breve síntese do trabalho, apresentando a análise das conclusões e revendo os objectivos. Desta forma, o trabalho é concluído com um conjunto de recomendações para trabalho futuro.

5.2. Síntese do trabalho

Com a evolução da tecnologia de hardware tem-se vindo a assistir a uma evolução no uso de computadores e de rede e conseqüentemente nos dispositivos móveis (hand held) tal evolução abre novas expectativas favorecendo a mobilidade e potenciando novas aplicações.

Acompanhando esta evolução tinha de estar forçosamente a área de desenvolvimento de software. Estes factores aliados ao aparecimento de novos protocolos de comunicação tem vindo a fomentar uma mudança gradual do paradigma educativo. O protótipo *mISynapse*, de uma forma isolada ou parte integrante da plataforma de e-learning Sakai, assume-se como um exemplo dessa mudança.

Neste contexto, foi desenvolvido um protótipo de m-learning, que pode-se integrar-se com uma plataforma de e-learning do ensino superior para se poder demonstrar, o valor da mobilidade na educação.

O primeiro passo deste trabalho foi a análise das tecnologias disponíveis e possíveis de usar em dispositivos móveis, tendo em vista sempre a sua contribuição para o uso em ambientes de aprendizagem. Após a análise das tecnologias foram estudados os modelos de arquitectura aplicáveis a este tipo de projecto bem como referidos alguns exemplos de aplicações existentes a nível europeu e mundial.

Em seguida e após tomar um conjunto de opções, como por exemplo a arquitectura que melhor se adequa para este tipo de projecto é a *Thin Client*, foi a vez da modelação do projecto através da linguagem UML.

Esta opção revelou-se uma opção elegante para representar informação complexa com uma notação visual extremamente simples e de fácil compreensão. Esta modelação é constituída por um conjunto de diagramas que representam cada uma das vistas do sistema e que constituem um dos resultados deste trabalho.

Recorreu-se a uma série de tecnologias actuais e propostas recentemente como é o caso do AJAX, o uso de um *Web service* para fazer a integração dos dois sistemas (*Sakai* e *mSynapse*) com base em protocolos como o SOAP sobre https para transferência de documentos em XML e as tecnologias *wireless*, entre outras.

No desenvolvimento optou-se pelo *Visual Studio 2003*, o uso da *framework .NET*, páginas dinâmicas (*ASP.NET*) e CSS (apesar de existirem algumas limitações para os dispositivos móveis, como por exemplo, a restrição do número de cores possíveis de usar) e o IIS (*Internet Information Services*).

Para testar, o protótipo foi instalado num servidor com acesso público, com o intuito de avaliar o seu funcionamento real. Este foi submetido a testes no contexto de um grupo de dezanove alunos da Universidade Fernando Pessoa.

Terminados os testes foi solicitado aos alunos o preenchimento de um questionário com dezassete perguntas com vista a avaliar o grau de aceitação, de mobilidade e da usabilidade do protótipo. Os docentes envolvidos também foram convidados a manifestar a sua opinião através de questões de resposta livre. São estes resultados que iremos a seguir discutir.

5.3. Resultados obtidos

Relativamente aos objectivos propostos para este trabalho é permitido concluir que foram globalmente atingidos, tendo o protótipo desenvolvido tido uma boa aceitação dos utilizadores envolvidos, quer alunos quer docentes e demonstrado o potencial do uso de práticas de m-learning no ensino superior.

Através dos resultados do inquérito permitiu concluir que o mISynapse é fácil de usar, de fácil entendimento, a interface gráfica é agradável e que consideram este um instrumento de aprendizagem. Saliente-se que apesar de acharem as funcionalidades do módulo dos formulários de interacção úteis, relativamente ao módulo *MyWorkspace* (acesso a recursos on-line), este último, foi considerado de maior utilidade.

Relativamente à utilidade do acesso a recursos on-line (*MyWorkspaces*) os docentes são unânimes em afirmar que este é útil ou mesmo bastante útil, uma vez que se torna mais fácil o acesso aos conteúdos, para os formulários de interacção, um dos docentes afirma que a sua utilidade depende das estratégias de ensino/aprendizagem adoptadas pelos docentes.

Existe uma boa receptividade por parte dos alunos e professores para o uso de sistemas como o protótipo apresentado em ambientes de aprendizagem, estando mesmo disponíveis para a sua utilização.

São vários dos benefícios resultantes do uso deste tipo de protótipos, como o aumento da interactividade entre os intervenientes (professor-aluno e aluno-aluno), e a obtenção dos resultados em tempo real.

Para as potenciais utilizações do protótipo em contexto de aprendizagem, e de outras aplicações do género foram avançadas várias vantagens que variam desde a possibilidade de consulta em qualquer local e a qualquer hora, mesmo nos

trajectos do quotidiano, como por exemplo, no metro e a facilitação da gestão do tempo e espaço.

Com este trabalho ilustra-se o papel que os dispositivos móveis com os protocolos de comunicação e com os conteúdos adequados (otimizados) podem ter para fomentar as potencialidades e benefícios para docentes utilizando aplicações de m-learning. Adicionalmente, foi demonstrado que é já hoje possível integrar estas funcionalidades com ambientes de e-learning existentes.

5.4. Recomendações

Como resultado dos esforços realizados é possível propor um conjunto de recomendações para trabalho futuro:

- Tentar ultrapassar algumas das desvantagens apontadas na utilização de PDAs e telemóveis no ensino, recorrendo ao uso de novas técnicas;
- Apesar de ter sido usado um sistema de ficheiro XML para armazenamento de dados, em caso de produção e para aumentar o desempenho será bom pensar num sistema de base de dados relacional, *OpenSouce* preferencialmente;
- Caso essa base de dados suporte *Stored Procedures*²⁰, é importante o seu uso para acelerar o acesso aos dados;
- A optimização da interface para um maior número possível de dispositivos móveis, uma vez que estes variam consideravelmente nas suas dimensões e resoluções;
- Apesar de ter sido usado https, no sistema de autenticação na plataforma Sakai bem como no acesso aos recursos seria importante usar o mesmo sistema para as funcionalidades do módulo de formulários interactivos;
- Testar de forma mais exaustiva o comportamento do protótipo com outros protocolos de comunicação para além do *IEEE 802.11* ou 3G por exemplo;

²⁰ Bloco de código pré-compilado que realiza uma tarefa específica, através da passagem de parâmetros de entrada.

- Optimizar o sub-módulo de *backoffice* do docente para dispositivos móveis;
- Alargar o protótipo a outro tipo de respostas possíveis para além do tipo verdadeiro e falso, aumentando desta forma o seu potencial;
- Continuar os testes iniciados para generalizar os resultados obtidos e dessa forma a melhorar o protótipo desenvolvido.

Referências

Aburas A. Ali, Khalifa Othman O., *PDA Mobile Learning Using Indor Intelligent Wireless Whiteboard*, Turkish Online Journal of Distance Education -TOJDE, April 2007.

Anderson P., Blackwood A., *Mobile PDA technologies and their future in education*, J.I.S.C.Technology and Standards Watch (Ed.), 2004.

Barbosa, D.; Geyer, C.; Barbosa, J., *Uma proposta de agente pedagógico pessoal pervasivo consciência do contexto e da mobilidade do aprendiz*, Unilasalle, UFRGS, Unisinos, 2005.

Bass, L.; Clements, P.; Kazman, R. *Software Architecture in Practice*. Boston, Addison-Wesley, 2ª ed, 2003.

Bredemeyer, D.; Malan, R., *Functional Requirements and Use Cases*. URL: http://www.bredemeyer.com/pdf_files/functreq.pdf, consultado em Setembro de 2006.

Booch, G., Rumbaugh, J. and Jacobson, I, *Unified Modeling Language UserGuide*. Addison-Wesley, 1ª ed. ,1998.

Cogoi C.; Sangiorgi D.; Kussai S., *mGBL – mobile game-based learning: perspectives and usage in learning and career guidance topics*, elearning Papers, Novembro de 2006.

Costa, R., *Tele-Experimentação Móvel*, Departamento de Engenharia Electrónica – ISEP, 2006.

Cooties, URL: <http://www.goknow.com/Products/Cooties/>, consultado em Março de 2007a.

Cooties, URL: http://www.goknow.com/Products/HLE_pocket.php, consultado em Março de 2007b.

Crawford, V., Vahey, P., *Palm™ Education Pioneers Program: Final Evaluation Report*, 2002.

Daley E., *Topic Overview: Enterprise Mobility*, Forrester Research, Inc., March 2006.

E-Hospital, E-Hospital Project Learning while at hospital, URL: <http://e-hospital.cesga.es/index.htm>, consultado em Março de 2007.

e-U, Universidade Electrónica, URL: <http://www.e-u.pt/conceito/index.asp?Areaid=1>, consultado Março de 2007.

Filho, E., *VirTram: Um Framework para o desenvolvimento de treinamentos Utilizando Realidade Virtual em Dispositivos Móveis*, Universidade Federal do Ceará, 2005

Georgiev T.; Georgieva E.; Smrikarov A., *M-Learning a New Stage of E-Learning*, International Conference on Computer Systems and Technologies CompSysTech'2004.

Goh T., Kinshuk, *Getting Ready For Mobile Learning*. In L. Cantoni & C. McLoughlin (Eds.) Proceedings of ED-MEDIA 2004 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications.

Gomes, J., *E-learning: Reflexões em torno do conceito*, Universidade do Minho, 2005.

iAnywhere Solutions, Inc, *Best Practices for Mobile Application Architectures*, a iAnywhere Solutions, Inc, 2006.

IEEE Standards Association, <http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>, consultado em Março de 2007.

Jing, J.; Huff, K., *Adaptation for Mobile Workflow Applications*. Proceedings of Workshop on Modeling and Simulation in Wireless Systems. Montreal, Canada. Julho 1998.

Larman, C., *Applying UML and patterns - An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process*. Prentice Hall, 2ª ed , 2002.

Projecto mGBL, URL: <http://www.mg-bl.com/index.php?id=40>, consultado em Março de 2007.

McLean, N., *The M-Learning Paradigm: an Overview*, Macquarie University, Sydney, 2003.

m-learning. M-learning home: URL: <http://www.m-learning.org/>, consultado em Dezembro de 2006.

mlearning, mlearning.cl, URL: http://www.mlearning.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=2, consultado em Março de 2007.

Mobilearn, *The Mobilearn Project Vision*. URL: <http://www.mobilearn.org/vision/vision.htm>, consultado em Janeiro de 2007.

Microsoft. *Programming With Microsoft Visual Basic.NET*. Microsoft Corporation, 2002.

Microsoft. *Programming With Microsoft ADO.NET*. Microsoft Corporation, 2002.

Myers, B. A.; Beigl, M. *Handheld Computing*. IEEE Computer Magazine, 2003.

Nokia, *O Estado de Desenvolvimento da Mobilidade da Força de Trabalho*, Nokia for Business, Setembro de 2005.

Nyíri, K., *Towards a Philosophy of M-Learning*, Presented at the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE 2002).

Oliveira A., Figueiredo, P.; Adérito, M., *Aplicações Móveis de Valor Acrescentado: um caso prático*. Actas do 2º Workshop de Sistemas de Informação Multimédia, Cooperativos e Distribuídos, 8 Outubro 2003.

Pressman, S., *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, McGraw-Hill, 6ª ed., 2005.

Quinn C., *M-Learning. Mobile, Wireless, In-Your-Pocket Learning*. Linezine, Fall 2000. URL: <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>, consultado em Janeiro 2007.

Ramada, J., *Desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação por computador baseado na web*, Universidade do Minho, 2005.

Rey S.; Pérez, E.; Dafonte, A., Barreiro E. *Sistema Web baseado en ASP y XML para la Gestión Presupuestaria de un Centro Universitario*, 2006.

RLVT-GE, Região de Lisboa e Vale do Tejo – Comissão Estratégica URL: <http://www.gestaoestrategica.ccdr-lvt.pt/>, consultado em Janeiro de 2007.

Sakai, Projecto Sakai, URL: <http://sakaiproject.org/>, consultado em Março de 2007.

Silva, A., Videira, C., *UML, Metodologias e Ferramentas CASE*. Edições Centro Atlântico, 2001.

Sommerville, I., Sawyer, P., *Requirements Engineering, A Good Practice Guide*, John Wiley and Sons, 2000.

Trifonova, A., Ronchetti, M., *A General Architecture for M -Learning*, University of Trento, department of information and communication technology, 2003.

Trifonova, A., Ronchetti, M., *A General Architecture to Support Mobility in Learning*, Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'04), 2004.

Vavoula N., Sharples M., *KleOS: A Personal, Mobile, Knowledge and Learning Organisation System*. IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (pp 152 – 156). Los Alimatos, USA: IEEE Computer Society, 2002.

Wagner E., *Enabling Mobile Learning*, Educause Review, vol. 40, nº. 3, May/June 2005.

Wood K., *Introduction to Mobile Learning*, FERL – Technology for E-Learning, BECTA ICT Research, 2003.

Extensible Markup Language: URL: <http://www.w3.org/XML/>, consultado em Dezembro 2006.

W3 Schools: URL: http://www.w3schools.com/xml/xml_whatism.asp, consultado em Dezembro 2006.

W3 Schools: URL: <http://w3schools.com/ajax/default.asp>, consultado em Janeiro 2007.

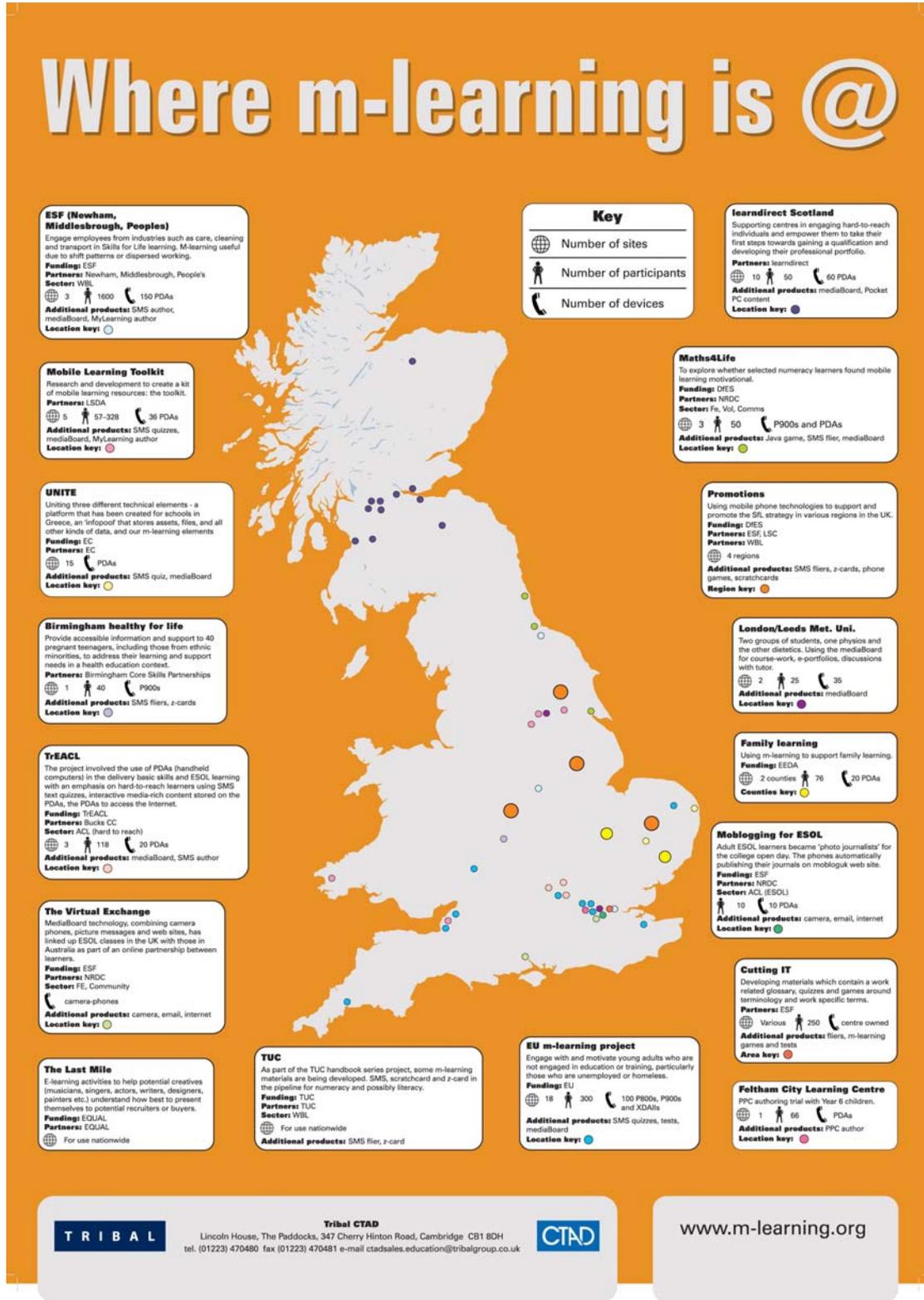
W3 Schools: URL: http://w3schools.com/soap/soap_intro.asp, consultado em Janeiro 2007a.

W3 Schools: URL: <http://w3schools.com/webservices/default.asp>, consultado em Janeiro 2007b.

4G.CO.UK, URL: <http://www.4g.co.uk/PR2006/2067.htm>, consultado em Março de 2007.

Anexos:

Anexo A – Caracterização de projectos de m-learning no Reino Unido



Anexo B – WSDL do Web service, Resources

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<wsdl:definitions targetNamespace="https://elearning.ufp.pt/sakai-
axis/Resources.jws" xmlns:apachesoap="http://xml.apache.org/xml-soap"
xmlns:impl="https://elearning.ufp.pt/sakai-axis/Resources.jws"
xmlns:intf="https://elearning.ufp.pt/sakai-axis/Resources.jws"
xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
xmlns:tnsl="http://exception.sakaiproject.org"
xmlns:wSDL="http://schemas.xmlsoap.org/wSDL/"
xmlns:wSDLsoap="http://schemas.xmlsoap.org/wSDL/soap/"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
<wsdl:types>
  <schema targetNamespace="http://exception.sakaiproject.org"
xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
    <import namespace="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/" />
    <complexType name="PermissionException">
      <sequence>
        <element name="lock" nillable="true" type="soapenc:string"/>
        <element name="resource" nillable="true" type="soapenc:string"/>
        <element name="user" nillable="true" type="soapenc:string"/>
      </sequence>
    </complexType>
    <complexType name="IdUnusedException">
      <sequence>
        <element name="id" nillable="true" type="soapenc:string"/>
      </sequence>
    </complexType>
    <complexType name="TypeException">
      <sequence />
    </complexType>
    <complexType name="ServerOverloadException">
      <sequence>
        <element name="id" nillable="true" type="soapenc:string"/>
      </sequence>
    </complexType>
  </schema>
</wsdl:types>
  <wsdl:message name="GetResourceRequest">
    <wsdl:part name="sessionId" type="xsd:string"/>
    <wsdl:part name="docId" type="xsd:string"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="AuthenticateRequest">
    <wsdl:part name="userId" type="xsd:string"/>
    <wsdl:part name="passwd" type="xsd:string"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="TypeException">
    <wsdl:part name="fault" type="tnsl:TypeException"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="AuthenticateResponse">
    <wsdl:part name="AuthenticateReturn" type="xsd:string"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="ServerOverloadException">
    <wsdl:part name="fault" type="tnsl:ServerOverloadException"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="GetAllLocationsRequest">
    <wsdl:part name="sessionId" type="xsd:string"/>
  </wsdl:message>
</wsdl:definitions>
```

```

</wsdl:message>
  <wsdl:message name="GetResourceResponse">
    <wsdl:part name="GetResourceReturn" type="xsd:base64Binary"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="GetAllLocationsResponse">
    <wsdl:part name="GetAllLocationsReturn" type="xsd:string"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="PermissionException">
    <wsdl:part name="fault" type="tnsl:PermissionException"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="IdUnusedException">
    <wsdl:part name="fault" type="tnsl:IdUnusedException"/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:portType name="Resources">
    <wsdl:operation name="Authenticate" parameterOrder="userId passwd"
      <wsdl:input message="impl:AuthenticateRequest"
name="AuthenticateRequest"/>
      <wsdl:output message="impl:AuthenticateResponse"
name="AuthenticateResponse"/>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="GetAllLocations" parameterOrder="sessionId">
      <wsdl:input message="impl:GetAllLocationsRequest"
name="GetAllLocationsRequest"/>
      <wsdl:output message="impl:GetAllLocationsResponse"
name="GetAllLocationsResponse"/>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="GetResource" parameterOrder="sessionId
docId">
      <wsdl:input message="impl:GetResourceRequest"
name="GetResourceRequest"/>
      <wsdl:output message="impl:GetResourceResponse"
name="GetResourceResponse"/>
      <wsdl:fault message="impl:TypeException" name="TypeException"/>
      <wsdl:fault message="impl:IdUnusedException"
name="IdUnusedException"/>
      <wsdl:fault message="impl:PermissionException"
name="PermissionException"/>
      <wsdl:fault message="impl:ServerOverloadException"
name="ServerOverloadException"/>
    </wsdl:operation>
  </wsdl:portType>
  <wsdl:binding name="ResourcesSoapBinding" type="impl:Resources">
    <wsdlsoap:binding style="rpc"
transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/>
    <wsdl:operation name="Authenticate">
      <wsdlsoap:operation soapAction=""/>
      <wsdl:input name="AuthenticateRequest">
        <wsdlsoap:body
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
namespace="http://DefaultNamespace" use="encoded"/>
      </wsdl:input>
      <wsdl:output name="AuthenticateResponse">
        <wsdlsoap:body
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
namespace="https://elearning.ufp.pt/sakai-axis/Resources.jws"
use="encoded"/>
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="GetAllLocations">

```

```

        <wsdlsoap:operation soapAction=""/>
        <wsdl:input name="GetAllLocationsRequest">
            <wsdlsoap:body
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
namespace="http://DefaultNamespace" use="encoded"/>
        </wsdl:input>
        <wsdl:output name="GetAllLocationsResponse">
            <wsdlsoap:body
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
namespace="https://elearning.ufp.pt/sakai-axis/Resources.jws"
use="encoded"/>
        </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="GetResource">
        <wsdlsoap:operation soapAction=""/>
        <wsdl:input name="GetResourceRequest">
            <wsdlsoap:body
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
namespace="http://DefaultNamespace" use="encoded"/>
        </wsdl:input>
        <wsdl:output name="GetResourceResponse">
            <wsdlsoap:body
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
namespace="https://elearning.ufp.pt/sakai-axis/Resources.jws"
use="encoded"/>
        </wsdl:output>
        <wsdl:fault name="TypeException">
            <wsdlsoap:fault
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
name="TypeException" namespace="https://elearning.ufp.pt/sakai-
axis/Resources.jws" use="encoded"/>
        </wsdl:fault>
        <wsdl:fault name="IdUnusedException">
            <wsdlsoap:fault
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
name="IdUnusedException" namespace="https://elearning.ufp.pt/sakai-
axis/Resources.jws" use="encoded"/>
        </wsdl:fault>
        <wsdl:fault name="PermissionException">
            <wsdlsoap:fault
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
name="PermissionException" namespace="https://elearning.ufp.pt/sakai-
axis/Resources.jws" use="encoded"/>
        </wsdl:fault>
        <wsdl:fault name="ServerOverloadException">
            <wsdlsoap:fault
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
name="ServerOverloadException" namespace="https://elearning.ufp.pt/sakai-
axis/Resources.jws" use="encoded"/>
        </wsdl:fault>
    </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
<wsdl:service name="ResourcesService">
    <wsdl:port binding="impl:ResourcesSoapBinding" name="Resources">
        <wsdlsoap:address location="https://elearning.ufp.pt/sakai-
axis/Resources.jws"/>
    </wsdl:port>
</wsdl:service>
</wsdl:definitions>

```

Anexo C – Casos de Uso

Neste anexo é apresentada a descrição textual de dois casos de uso, **efectuar login** e **navegar nos workspace's**, utilizados no desenvolvimento *m/Synapse*. Estes indicam os requisitos que o sistema deve cumprir mediante cada pacote e para cada actor: **docente** e **aluno**.

Docente – Pessoa responsável pela manutenção dos documentos (recursos) na plataforma Sakai. Pode consultar as características e fazer *download* dos respectivos recursos no módulo **MyWorkspace**. No módulo **FormManager**, pode construir os formulários interactivos, os temas e questões associadas, publicar os formulários e consultar os resultados.

Aluno – Pessoa previamente inscrita no mínimo a uma disciplina na plataforma Sakai. Pode à semelhança do docente, consultar as características e fazer *download* dos recursos disponíveis para cada disciplina, executar e consultar os resultados dos formulários interactivos.

1 – MSecurity

1.1 - Efectuar Login

O utilizador pretende validar-se no sistema

Nome: efectuar *login* **Actores:** docente **Objectivo:** Validar-se no sistema e obter
(inicia); aluno as regras (perfil) correspondentes.

Pré-condição: Estar inscrito no mínimo a uma disciplina na plataforma e-learning, Sakai.

Cenário Principal:

O actor introduz os elementos de validação e inicia a entrada no sistema.
O sistema após validação dos elementos, autentica o utilizador.

Extensões:

2a. O sistema envia uma mensagem de erro, caso algum dos elementos introduzidos não esteja correcto; o utilizador não está registado ou não é possível estabelecer comunicação com o *Web service* da plataforma Sakai.

Pós- condições:

Cenário Principal: Atribui perfil ao actor é redireccionando-o para a página principal do sistema.

Cenário (s) Alternativo (s): O actor não é validado.

2 - MyWorspace

2.1 - Navegar nos Worksapce's

O utilizador pretende navegar (percorrer) nos recursos existentes em cada disciplina, através da árvore com as respectivas pastas e sub - pastas.

Nome: Navegar nos <i>workspace's</i>	Actores: docente (inicia); aluno	Objectivo: percorrer a árvore dos recursos existentes em cada disciplina.
---	---	--

Pré-condição: Estar autenticado e estar perante a página principal.

Cenário Principal:

O actor selecciona no menu a respectiva opção.

O sistema redirecciona para a página dos *workspace's* disponíveis, com os respectivos recursos.

O actor, pode através da opção existente sobre cada pasta, abrir e fecha-las, deste modo pode conhecer o título e tipo dos recursos existentes.

Extensões:

3a. O sistema devolve uma mensagem de aviso se não existirem pastas ou recursos no *workspace*.

Pós- condições:

Cenário Principal:

Cenário(s) Alternativo(s): O actor pode voltar ao menu principal através da opção para o efeito.

Anexo D – Ficheiro XML que suporta os temas (Themes)

```
<?xml version="1.0" standalone="yes"?>
<ThemesCollection>
  <xs:schema id="ThemesCollection" xmlns=""
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:msdata="urn:schemas-
microsoft-com:xml-msdata">
    <xs:element name="ThemesCollection" msdata:IsDataSet="true">
      <xs:complexType>
        <xs:choice maxOccurs="unbounded">
          <xs:element name="Themes">
            <xs:complexType>
              <xs:sequence>
                <xs:element name="ThemeID" msdata:ReadOnly="true"
msdata:AutoIncrement="true" msdata:AutoIncrementSeed="1" type="xs:int" />
                <xs:element name="ThemeName" type="xs:string"
minOccurs="0" />
              </xs:sequence>
            </xs:complexType>
          </xs:element>
        </xs:choice>
      </xs:complexType>
      <xs:unique name="Constraint1" msdata:PrimaryKey="true">
        <xs:selector xpath="//Themes" />
        <xs:field xpath="ThemeID" />
      </xs:unique>
    </xs:element>
  </xs:schema>
  <Themes>
    <ThemeID>1</ThemeID>
    <ThemeName>m-learning</ThemeName>
  </Themes>
  <Themes>
    <ThemeID>2</ThemeID>
    <ThemeName>e-learning</ThemeName>
  </Themes>
  <Themes>
    <ThemeID>3</ThemeID>
    <ThemeName>Mobile</ThemeName>
  </Themes>
  <Themes>
    <ThemeID>4</ThemeID>
    <ThemeName>Sakai</ThemeName>
  </Themes>
</ThemesCollection>
```

Anexo E – Interface do Backoffice (construção de formulários interactivos)

Home [MQuestions / Inquiry] Log

FormName:

FormType:

FormDuration: (hh:mm:ss)

FormInstructions:
 Inquérito de avaliação do protótipo - mISynapse
 Versão validada /Aluno

Usa a plataforma Sakai?
 Possui algum dispositivo tipo Hand Held (móvel)?
 Possui Protocolo de ligação Wi-Fi?
 Liga o seu dispositivo móvel à rede da UFP-UV?
 Acha que o acesso ao mISynapse é de fácil entendimento?
 Acha que o mISynapse é fácil de usar (usabilidade)?
 A interface gráfica do mISynapse é agradável?
 Acha que com o uso do mISynapse aumenta a motivação para a disciplina?
 Acha que o mISynapse oferece um instrumento de aprendizagem?
 Relativamente ao módulo MyWorkspace, acha simples navegar, aceder e descarregar o
 Relativamente ao módulo Forms, acha simples realizar um teste/inquérito?
 Está disposto a realizar testes/inquéritos no mISynapse?
 Acha importante a funcionalidade de paragem (interrupção) nos testes/inqueritos?
 Relativamente ao módulo Forms, acha vantajoso obter os resultados logo no momento?
 Está disposto a aceitar uma experiência piloto nesta disciplina com este protótipo?

QuestionsList - Microsoft Internet Explorer

Theme: Answer: Level:

Theme	Question	Answer	Level
<input type="checkbox"/> Sakai	Usa a plataforma Sakai?	No	High
<input type="checkbox"/> Mobile	Possui algum dispositivo tipo Hand Held (móvel)?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> Mobile	Possui Protocolo de ligação Wi-Fi?	Yes	NA
<input type="checkbox"/> Mobile	Liga o seu dispositivo móvel à rede da UFP-UV?	Yes	Medium
<input type="checkbox"/> m-learning	Acha que o acesso ao mISynapse é de fácil entendimento?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	Acha que o mISynapse é fácil de usar (usabilidade)?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	A interface gráfica do mISynapse é agradável?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	Acha que com o uso do mISynapse aumenta a motivação para a disciplina?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	Acha que o mISynapse oferece um instrumento de aprendizagem?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	Relativamente ao módulo MyWorkspace, acha simples navegar, aceder e descarregar os conteúdos?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	Relativamente ao módulo Forms, acha simples realizar um teste/inquérito?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	Está disposto a realizar testes/inquéritos no mISynapse?	Yes	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	Acha importante a funcionalidade de paragem (interrupção) nos testes/inqueritos?	No	Low
<input type="checkbox"/> m-learning	Relativamente ao módulo Forms, acha vantajoso obter os resultados logo no momento?	Yes	High
<input type="checkbox"/> Mobile	Está disposto a aceitar uma experiência piloto nesta disciplina com este protótipo?	Yes	NA

OrderNum
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Anexo F – Questionário não validado (versão aluno)

Inquérito de avaliação do protótipo – *mISynapse*
Versão Aluno

Legenda:

Discordo Totalmente (DT); **Discordo** (D); **Sem Opinião** (S.O); **Concordo** (C); **Concordo Totalmente** (CT)

Assinale com um X a sua opção:

1. Sexo: F M
2. Idade:
≤ 20 21 – 22 23 – 24 24 – 26 ≥ 27
3. Usa a plataforma Sakai?
Sim Não
 - a. Se Sim :
Desde quando: _____ (em Meses)
 - b. Qual a frequência com que acede à plataforma Sakai?
Diariamente 2/3 vezes semana semanalmente Quinzenalmente
4. Possui algum dispositivo tipo Hand Held (móvel)
Sim Não
Se Sim:
 - a. Qual o Tipo:
PDA SmartPhone PocketPC Telemóvel
Outro _____
 - Possui Protocolo de ligação Wi-Fi?:
Sim Não
 - Liga o seu dispositivo móvel à rede da UFP-UV ?:
Sim Não
5. Acha que o acesso ao mISynapse é fácil?
Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*
6. Acha que o mISynapse é fácil de usar?
Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*
7. A interface gráfica do mISynapse é agradável?
Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

8. Acha que com o uso do mISynapse aumenta a motivação para a disciplina?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

9. Acha que o mISynapse oferece um instrumento de aprendizagem?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

10. Qual dos módulos acha mais importante?

MyWorspace Forms

11. Relativamente ao módulo MyWorkspaces, acha simples navegar, aceder e descarregar os conteúdos?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

12. Acha que com o mISynapse pode aceder mais facilmente aos conteúdos disponibilizados no MyWorkspace?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

13. Relativamente ao módulo Forms, acha simples realizar um teste/inquérito?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

14. Está disposto a realizar testes/inquéritos no mISynapse?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

15. Acha importante a funcionalidade de paragem (interrupção) nos teste/imqueritos?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

16. Relativamente ao módulo Forms, acha vantajoso obter os resultados em real-time?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

17. Está disposto a aceitar uma experiência piloto nesta disciplina com este protótipo?

Desacordo totalmente D S.O C *Concordo totalmente*

Se está em desacordo quais os principais motivos (enumere três ou quatro)?

Obrigado pela colaboração

José Luís Rodrigues

Página 2 de 2

Anexo H – Questionário validado (versão aluno)

Inquérito de avaliação do protótipo – *mISynapse*
Versão validada / Aluno

Legenda:

Discordo Totalmente (DT); **Discordo** (D); **Sem Opinião** (S.O); **Concordo** (C); **Concordo Totalmente** (CT)

Assinale com um X a sua opção:

1. Sexo: F M

2. Idade:

≤ 20 21 – 22 23 – 24 25 – 26 ≥ 27

3. Usa a plataforma de *e-learning Sakai*?

Sim Não

Se Sim:

3.a. Desde quando (em anos)

≤ ½ ½ – 1 1 – 1 ½ 1 ½ – 2 ≥ 2

3.b. Qual a frequência com que acede à plataforma *Sakai*?

Diariamente 2/3 vezes semana Semanalmente Quinzenalmente

4. Possui algum dispositivo tipo *Hand Held* (móvel)

Sim Não

Se Sim:

4.a. Qual o Tipo:

PDA SmartPhone PocketPC Telemóvel

Outro: _____

4.a.1 Possui protocolo de ligação Wi-Fi?:

Sim Não

4.a.2 Liga o seu dispositivo móvel à rede da UFP-UV?

Sim Não

5. Acha que o acesso ao *mISynapse* é de fácil entendimento?

Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente

6. Acha que o *mISynapse* é fácil de usar (usabilidade)?

Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente

7. A interface gráfica do *mISynapse* é agradável?

Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente

8. Acha que com o uso do mISynapse aumenta a motivação para a disciplina?
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
9. Acha que o mISynapse oferece um instrumento de aprendizagem?
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
10. Relativamente a cada módulo acha as suas funcionalidades úteis?
- MyWorkspace:**
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
- Forms:**
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
11. Relativamente ao módulo MyWorkspace, acha simples navegar, aceder e descarregar os conteúdos?
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
12. Acha que com o mISynapse pode aceder mais facilmente aos conteúdos disponibilizados no MyWorkspace?
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
13. Relativamente ao módulo Forms, acha simples realizar um teste/inquérito?
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
14. Está disposto a realizar testes/inquéritos no mISynapse?
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
15. Acha importante a funcionalidade de paragem (interrupção) nos testes/inquéritos?
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
16. Relativamente ao módulo Forms, acha vantajoso obter os resultados logo no momento?
Discordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
17. Está disposto a aceitar uma experiência piloto nesta disciplina com este protótipo?
Desacordo totalmente D S.O C Concordo totalmente
Se está em desacordo quais os principais motivos (enumere três ou quatro)?

Obrigado pela colaboração

José Luís Rodrigues

Página 2 de 2