

$1 * (141 + 4)$ muito mais do que $0 * (141 + 4)!$

Nunes Ferreira F., Silva J., Coelho A., Cardoso H.

DEI / Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal

Identificação da disciplina

Nome: Fundamentos da Programação

Curso: MIEIC

Faculdade: FEUP

Ano/Semestre: 1º ano / 1º semestre

Plataforma: Moodle

Nº de Alunos: 141

1. Contextualização

1.1. Descrição da disciplina

A disciplina de Fundamentos da Programação (FProg) é a unidade curricular que introduz os conceitos básicos, os fundamentos, da programação aos alunos do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação (MIEIC). Tendo em conta o curso em que se insere e a sua localização no 1º semestre do 1º ano, FProg representa, certamente, um pilar de enorme dimensão, com impacto no funcionamento da maioria das disciplinas que lhe sucedem, exigindo por isso cuidados muito especiais. Para além da aprendizagem da linguagem Scheme, os alunos tomam contacto com conceitos importantes da programação, como a recursividade, processos recursivos e iterativos, ordem de complexidade em relação ao tempo e ao espaço, abordagem *de-cima-para-baixo*, abstracção de dados, construtores e selectores, listas e funcionalidade associada, procedimentos como objectos de 1ª classe, procedimentos de ordem mais elevada, modificadores, abstracções com dados mutáveis, cadeias de caracteres, vectores, filas de espera, tabelas e respectiva funcionalidade.

Espera-se que no final desta unidade curricular os estudantes sejam capazes de resolver situações de programação de média complexidade (Figura 1, Concepção e desenho de azulejos, um dos projectos propostos), criando as necessárias abstracções, tanto ao nível dos procedimentos como dos dados, utilizando como ferramenta de desenvolvimento a linguagem Scheme, caracterizada por uma sintaxe muito simples.

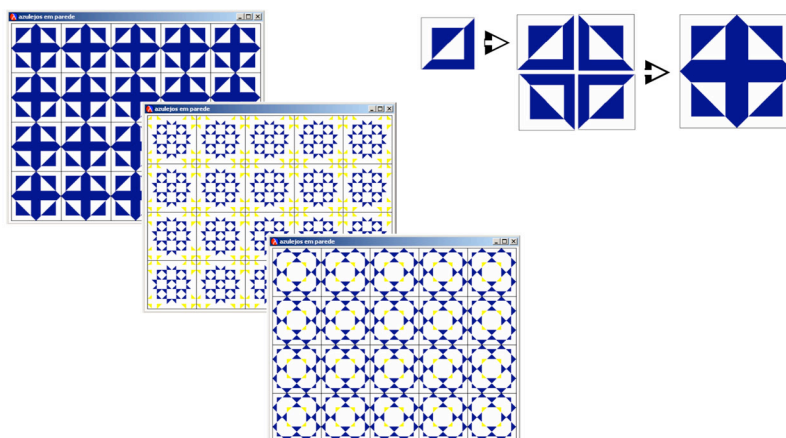


Figura 1. Concepção e desenho de azulejos

1.2. Estratégias de ensino adoptadas antes de integrar o projecto e-Learning@UP

A apresentação das matérias nas aulas teóricas, baseada em acetatos, seguia de perto o conteúdo da bibliografia recomendada que, a partir de certa data, passou a centrar-se num conjunto de apontamentos preparado pelo regente e colocado na página da disciplina.

O contacto dos docentes com os alunos limitava-se às aulas teóricas (com baixa participação dos alunos) e às aulas teórico-práticas. A procura dos docentes por parte dos alunos, fora do tempo de aulas, era raríssima, e as “horas para tirar dúvidas”, colocadas nos horários dos docentes, tinham utilização praticamente nula. Esta situação, com a introdução do *e-learning*, surge agora com uma face completamente diferente...

A boa qualidade da bibliografia e a previsibilidade da apresentação das matérias acabavam por ter um impacto negativo na participação dos alunos nestas aulas. Esta situação está a sofrer, no presente, forte alteração.

Nas aulas teórico-práticas, de participação obrigatória, eram discutidos e desenvolvidos exercícios de programação, testados em computador. O desempenho individual dos alunos, nestas aulas, era tido em consideração na sua avaliação final. Este tipo de funcionamento das aulas teórico-práticas ainda se mantém.

A avaliação, para além da componente referida, previa ainda um exame escrito, este último com grande peso na avaliação final.

Numa disciplina deste tipo, notava-se a falta de uma componente mais forte de avaliação em ambiente de computador, que veio a surgir mais tarde, com a introdução do *e-learning*.

1.3. Descrição da utilização das TIC antes de integrar este projecto, incluindo informação a materiais on-line já existente

A utilização das TIC antes de integrar este projecto não era nula, pois, a partir de certa data, iniciou-se a disponibilização, na página da disciplina, dos apontamentos especialmente preparados pelo regente, situação que ainda hoje se mantém. Em breve, o essencial deste material será disponibilizado em formato *e-book*, publicação da FEUPedições, com funcionalidades concebidas para atrair, ainda mais, a atenção dos alunos.

Outra iniciativa, que teve uma duração curta, mas que poderá vir a ser recuperada, envolvia os docentes e os alunos. Entendiam os alunos e os docentes que também é possível aprender a programar, analisando programas supostamente bem escritos para, seguidamente, se procurar soluções alternativas, potencialmente melhores, e que passarão a ser expostas para análise de outros. Foi assim que surgiu a ideia de colocar uma lista de exercícios de programação, numa página Web, associando-se a cada um deles uma solução inicial, normalmente da responsabilidade do docente, e que deverá ser entendida apenas como um ponto de partida para outras soluções. Os alunos da disciplina eram convidados a participar, enviando, para uma determinada conta os seus comentários, dúvidas, ou propostas de programas cada vez melhores, não esquecendo de se identificarem.

O grupo de alunos que colaboraram nesta iniciativa, dividiam entre si uma tarefa de grande responsabilidade e importância, que consistia na avaliação e selecção de todas as contribuições vindas dos seus colegas, com o objectivo de manterem a página permanentemente actualizada.

1.4. Dados estatísticos de anos anteriores relativos à disciplina

Os gostos e as exigências dos alunos evoluem constantemente, representando assim um desafio constante para os docentes, mesmo em disciplinas já com sucesso. Pelas estatísticas apontadas (figura 2 e tabela 1), a conclusão importante até nem é a subida ligeira mas segura dos resultados, mas sobretudo a garantia da manutenção de resultados que, à partida, já se podiam considerar de bom nível.

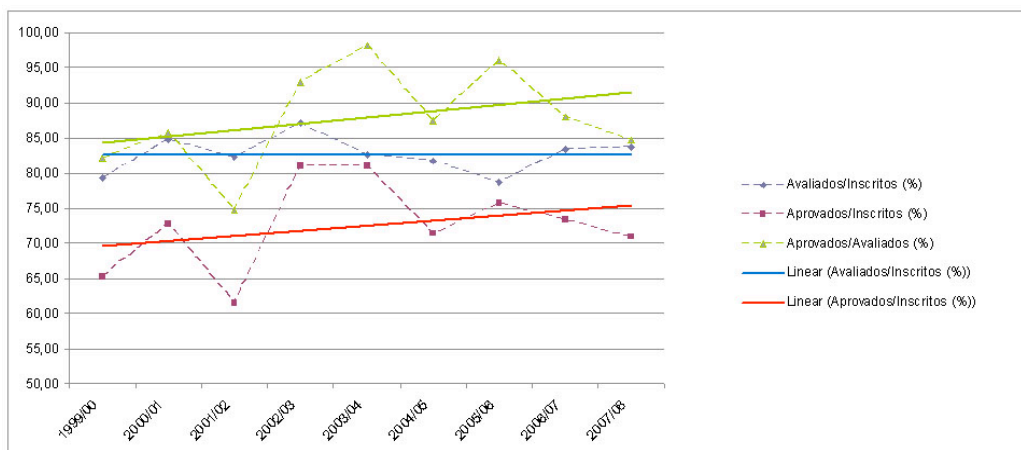


Figura 2. Estatísticas da disciplina entre 1999/00 e 2007/08

Disciplina	ano	Avaliados/Inscritos (%)	Aprovados/Inscritos (%)	Aprovados/Avaliados (%)
EIC1102 Introdução à Programação I	1999/00	79,35	65,22	82,19
	2000/01	84,80	72,80	85,85
	2001/02	82,40	61,60	74,76
EIC1108 Programação I	2002/03	87,07	80,95	92,97
	2003/04	82,58	81,06	98,17
	2004/05	81,75	71,43	87,38
EIC1111 Fundamentos da Programação	2005/06	78,79	75,76	96,15
EIC0005 Fundamentos da Programação	2006/07	83,33	73,33	88,00
	2007/08	83,69	70,92	84,75

Tabela 1. Estatísticas da disciplina entre 1999/00 e 2007/08

2. Motivação

A disciplina de Fundamentos da Programação requer um empenho grande dos alunos, para que se atinjam os seus objectivos de aprendizagem. Só é possível a aquisição de competências através do trabalho de auto-aprendizagem de cada um, fomentada, orientada e controlada pela equipa docente.

Nesta unidade curricular, a abordagem à resolução de problemas de programação, ou seja, os passos para a especificação do algoritmo, exigem a formulação de um raciocínio lógico e a utilização de abstrações, para os quais os estudantes não estão preparados, sendo necessário alterar a sua forma de racionalizar este tipo de problemas. De forma a promover esta alteração na forma de abordagem aos problemas, as ferramentas de *e-learning* possibilitam um maior acompanhamento do processo de auto-aprendizagem dos estudantes, e têm fomentado a colaboração entre os próprios estudantes e o contacto com os docentes.

O *e-learning* não substitui a equipa docente, mas poderá potenciar o seu esforço de forma quase explosiva, como se procurará explicar. A ideia principal que resume este projecto foi aumentar e potenciar o contacto dos alunos com a equipa docente, quer por uma maior e mais viva participação nas aulas, quer, fora delas, através dos fóruns essencialmente utilizados para “tirar dúvidas” e colocar desafios. Deste contacto mais intenso só poderão advir melhores resultados.

Estamos certos que o *e-learning*, só por si, não faz milagres, mas com o cuidado e atenção dos participantes, alunos e docentes, esta tecnologia surge como uma alavanca com efeitos extraordinários...

3. Objectivos

O objectivo geral deste projecto é melhorar as competências adquiridas pelos estudantes ao longo da unidade curricular, através da promoção do estudo activo para além das aulas presenciais, facultando o apoio e a monitorização deste trabalho pelos docentes.

Com este objectivo em mente, procurou-se:

- Proporcionar textos de apoio que dinamizem o processo de aprendizagem individualizado do estudante, promovendo a experimentação e o pensamento crítico;

- Reduzir a componente de exposição das aulas teóricas, tornando-as mais dinâmicas, e assim proporcionar um incremento no processo de aquisição de competências por parte dos alunos;
- Promover a colaboração dos estudantes no seu processo de aprendizagem, mantendo uma monitorização por parte dos docentes;
- Sistematizar o processo de avaliação e diminuir os tempos de correcção, dando aos alunos informação relevante sobre o progresso do seu processo de aprendizagem;
- Personalizar, o mais possível, o processo de aprendizagem do estudante.

A monitorização dos objectivos está a ser desenvolvida através das ferramentas disponibilizadas na FEUP/UP, ao nível do controlo da qualidade pedagógica, eficácia da utilização das ferramentas de *e-learning* e ao nível das classificações finais. Os inquéritos pedagógicos permitem ter uma noção clara da forma como os alunos sentiram a eficácia desta estratégia no seu processo de aprendizagem. Os relatórios e pesquisas automáticas, produzidos pelo Moodle, possibilitam a monitorização da actividade dos estudantes nesta plataforma, permitindo intervenções pró-activas sempre que se justifique. As classificações finais ao longo dos anos do curso têm também sido monitorizadas. No entanto, tratando-se de uma disciplina do 1º ano do 1º semestre, há variáveis relativas ao processo de acesso ao ensino superior que interferem na validade destes resultados para que se possa aferir a qualidade da estratégia por estes valores.

Tendo em conta a área de actuação em que se insere o nosso trabalho, com sistemas que apresentam tempos de respostas de meses ou até anos, com resultados que são função de um número grande de parâmetros, alguns externos, falar em alterações aos objectivos iniciais talvez não faça, para já, grande sentido. Certo é, no entanto, que a atenção dos docentes deverá ser constante, não descurando sequer os sinais mais débeis, individuais ou de grupos, para aplicar os ajustes à forma de actuação considerados os mais adequados. Como exemplo, aponta-se a primeira prova prática em computador que começou por contar com um pequeno peso na avaliação final. Esta prova passou a ter peso zero e a funcionar como treino depois de se detectar a baixa aptidão de alguns alunos perante provas desta natureza. No entanto, isto não passa de um pequeno ajuste e não uma alteração aos objectivos iniciais.

4. Modelo/Estratégia

4.1. Descrição do modelo/estratégia utilizado

Quando tanto se fala na mudança de paradigma de ensino, em Fundamentos da Programação aposta-se no paradigma da aprendizagem que se baseia em incentivar os alunos a "aprender-fazendo".

Os alunos são incentivados a ser os actores principais da disciplina. Os recursos disponibilizados foram preparados com grande cuidado, permitindo à equipa docente, tanto nas aulas teóricas como nas teórico-práticas, não se preocupar tanto com a apresentação dos pormenores, pondo o seu esforço no abrir caminhos que posteriormente são explorados pelos alunos, no processo de aprendizagem que mais de adequa às características e ao ritmo de cada um. Cabe também à equipa docente monitorizar as actividades, identificando pontos de actividade mais baixa, actuando, de forma discreta, como fonte de motivação. O *e-learning* aparece aqui como um auxiliar muito importante, exibindo alguma personalização que numa abordagem mais convencional não seria possível, face ao ensino relativamente massificado em que a disciplina se insere. Através desta forma de funcionamento, tem-se conseguido um acréscimo muito significativo na participação dos alunos nas aulas teóricas, pois encontram nelas, não uma apresentação sequencial e previsível, mas a discussão dos pontos mais importantes das matérias, acompanhados por exemplos motivadores.

Convém acrescentar que o *e-learning* não substitui a equipa docente, mas poderá potenciar o seu esforço de forma quase explosiva... Dúvidas, perguntas, respostas, exercícios e resoluções poderão ser colocadas nos fóruns da disciplina por qualquer um dos inscritos, seja ele docente ou aluno.

FProg funcionou, em 2007/08, com 141 alunos e uma equipa de 4 docentes. Assim, o esforço de um chega automaticamente ao computador de todos: **1 * (141 * 4), mas o esforço de zero não chegaria a ninguém, 0 * (141 + 4).**

O *e-learning*, só por si, não faz milagres, mas com o cuidado e atenção dos participantes, alunos e docentes, surge como uma alavanca com efeitos extraordinários...

O modelo contempla as seguintes áreas de desenvolvimento:

- Material de estudo

Os materiais de estudo foram completamente reformulados de forma a atender ao estilo de aprendizagem pelo "aprender-fazendo". Este objectivo é procurado através de um estilo de apresentação de conteúdos que promove uma aprendizagem activa, provocando a atenção, a experimentação e a procura de respostas.

Os conteúdos surgem organizados em Partes, compostas por Módulos de uma a duas dezenas de páginas, tanto quanto possível autónomos e que possibilitam uma sequência personalizada de aprendizagem e de aprofundamento de conhecimentos.

Em sintonia com este estilo de apresentação, é também incluído um espaço de interacção ligado ao texto, designado por Laboratório Scheme, que permite o desenvolvimento e teste dos numerosos exemplos e exercícios propostos.

De quando em vez, o aluno é incentivado a parar um pouco e a exercitar o seu pensamento crítico, reflectindo sobre o que foi aprendendo, através de desafios tal como o seguinte, o primeiro de uma série enorme:

A inserção de perguntas ou pequenos desafios, relacionados com os temas em presença, são lançados para despertar a atenção do estudante.

O que acha desta estratégia de actuação?

- Dinamização das aulas teóricas

As aulas teóricas são um instrumento fundamental no processo de aprendizagem, dado que possibilitam uma interacção muito próxima e pessoal entre os estudantes e os docentes. Na estratégia definida, estas aulas são dinamizadas de forma a incentivar a participação dos alunos e o processo de auto-aprendizagem, através do estudo prévio do material de apoio. As aulas centram-se, assim, na discussão dos conceitos mais relevantes desses módulos, fomentando o pensamento crítico, e são dinamizadas de forma a promover a participação efectiva dos alunos ao longo de toda a aula, evitando a exposição de matéria, por si só.

- Os fóruns

Os fóruns de discussão possibilitam a colaboração entre os estudantes, na resolução de problemas, dinamizando a actividade de estudo para além das aulas presenciais. Os temas discutidos são lançados por qualquer um inscrito na disciplina, normalmente, um aluno com uma dúvida ou com a sua solução para algum dos exercícios, dos muito propostos. A intervenção dos docentes recai, especialmente, na monitorização da discussão, verificando se vai na direcção correcta. Outra ocasião de intervenção do docente é quando verifica que a actividade é baixa e, assim, interfere no sentido de a incentivar. Frequentemente, os tópicos de actividade dos fóruns surgem de desafios lançados nas aulas, pelos docentes.

- A personalização num ensino massificado...

Este estilo de ensino requer uma participação activa dos estudantes fora de aulas. É o seu tempo de horário correspondente a "horas para tirar dúvidas". O controlo dessa actividade é fundamental, caso contrário os estudantes que se alheiem a este esforço verão o seu aproveitamento reduzir-se gradualmente. A personalização é importante, mas numa disciplina com 141 estudantes é complicada.

Assim, com alguma regularidade, um dos docentes cria uma lista dos endereços de e-mail dos alunos que já não acedem à plataforma há x dias, funcionalidade disponível no Moodle e, com um esforço de escrita de uma única mensagem, fá-la chegar a todos esses alunos, que se julgam alvo de um tratamento personalizado...

É frequente recuperar alunos, por este meio, para as actividades da disciplina.

- A avaliação automática nas Provas Práticas

Um projecto baseado em auto-aprendizagem necessita de um processo de avaliação sistemático que valide e controle a progressão de cada estudante ao longo do semestre. Os pontos de avaliação serão tanto mais eficazes, quanto mais célere for o *feedback* aos alunos, ou seja a sua correcção. Em sistemas de ensino massificado, como é o caso de FProg com uma centena e meia de alunos, este processo torna-se difícil.

Assim, foi desenvolvido pela FEUP um sistema de avaliação automática, de acordo com as especificações da equipa docente de Fundamentos da Programação¹, para encurtar o tempo que decorre entre a realização das provas de avaliação e a saída dos resultados para apenas alguns minutos. As provas são feitas em computador e

¹ Fica aqui uma nota de agradecimento ao nosso colega Jaime Villate, a quem se deve esta funcionalidade no Moodle.

submetidas no Moodle, no espaço da disciplina reservado para esse efeito. A correcção de cada alínea não é "tudo ou nada", pois submete a solução apresentada a várias entradas de teste. Ainda no dia da prova, os alunos recebem uma mensagem com a sua classificação, sendo a correcção de todas alíneas devidamente comentada, para várias entradas de teste, tal como pode ser observado no extracto apresentado a seguir:

```
INPUT 1: (cria-cliente-com-tudo 123 180 (list 50 60 60 30))
Output esperado: (123 180 (50 60 60 30))
Output obtido: (123 180 (50 60 60 30)) Correcto (3 valores)

INPUT 2: (cria-cliente-com-tudo 1234 220 (list 50 60 60))
Output esperado: (1234 220 (50 60 60))
Output obtido: ((1234 . 220) 50 60 60) Errado (0 valores)

...
TOTAL: 85 valores
```

A avaliação automática não é a única forma de avaliação, existindo uma prova final escrita, que é corrigida pelos docentes. Nem todas as competências são possíveis de avaliar de forma automática (nem mesmo de forma manual)... pelo menos para já.

- Bibliotecas preparadas pela equipa docente

A abordagem à programação "de-cima-para-baixo" utilizada nesta unidade curricular, baseia-se no conceito de abstracção. De forma a motivar os estudantes ao longo da disciplina, foram preparadas abstrações de dados (bibliotecas) pela equipa docente, possibilitando o desenvolvimento de programas complexos, a quem ainda possuía poucos conhecimentos de programação.

Logo nas primeiras aulas da disciplina, os estudantes desenvolvem "calculadoras falantes" e até mesmo jogos com naves (recorrendo às abstrações desenvolvidas pelos docentes), com funcionalidades que vão desde seguir um caminho predefinido até encontrar a saída de múltiplos labirintos, tal como observado na figura 3.

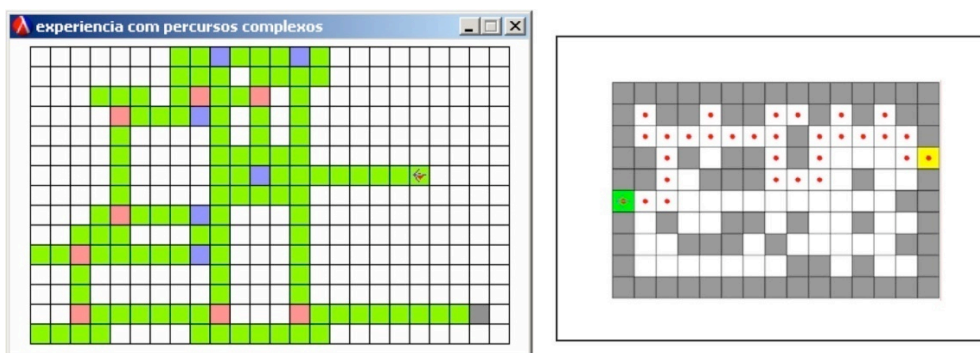


Figura 3. Imagens de jogos baseados nas abstrações "tabuleiro" e "naves"

4.2. Estratégia de integração on-line/off-line

A plataforma de *e-learning* seleccionada, o Moodle, é utilizada extensivamente de forma a realizar a integração entre as componentes lectivas presenciais e as não presenciais e a integração on-line/off-line é efectuada a diversos níveis, como se apresenta de seguida.

Os materiais de estudo são disponibilizados, em formato digital (PDF), cada Parte, formada por vários pequenos Módulos, constituindo um Tópico do Moodle. Apenas são disponibilizados à medida que são introduzidos os diversos assuntos abordados nas aulas presenciais.

Os fóruns de discussão possibilitam a colaboração entre os estudantes. Para cada Parte da matéria é criado um fórum específico. Isto possibilita aos alunos exporem as suas dúvidas, de forma contextualizada num só assunto. Os próprios alunos encarregam-se de responder às dúvidas dos colegas, monitorizados pelos docentes da disciplina, que apenas intervêm quando surgem incorrecções não detectadas por outros alunos ou para lançar desafios que promovam mais actividade. As mensagens dos fóruns são redireccionadas automaticamente para os

endereços de e-mail de todos os alunos. Desta forma, mesmo os alunos que não acessem à plataforma acabam por ler todas as contribuições dos colegas e ficar a par da actividade que tem sido desenvolvida.

As provas de avaliação práticas são submetidas no Moodle e a sua classificação, e mesmo a própria correcção, são disponibilizadas a cada aluno pouco tempo após a sua conclusão (no próprio dia). Existe ainda um espaço que contempla enunciados e resoluções de anos anteriores de forma a possibilitar a preparação adequada aos estudantes.

A ficha da disciplina caracteriza a unidade curricular em termos de descrição, objectivos, modo de funcionamento, método de avaliação e bibliografia. Encontra-se disponível no Moodle desde o primeiro dia de aulas, para consulta, sempre que for relevante. O mesmo acontece com o *software* utilizado, o PLT Scheme, e todas as bibliotecas necessárias para a realização dos exercícios, bem como toda a descrição do processo de instalação. O Moodle é ainda utilizado para veicular as notícias mais relevantes.

4.2. Pontos fortes e pontos fracos do modelo escolhido

Como pontos fortes apontam-se os seguintes:

- Sinergia entre materiais de estudo e aulas presenciais

Um dos pontos mais fortes deste modelo é o tipo de materiais de estudo desenvolvidos, que propiciam uma aprendizagem activa e individualizada, baseada no "aprender-fazendo". Em complementaridade, as aulas teóricas abordam os tópicos abordados nesses materiais, promovendo a dinamização da própria aula através da participação activa dos estudantes na discussão sobre a resolução dos problemas, de forma colaborativa, durante a aula.

- Avaliação automática

O processo de avaliação automática possibilita dar um *feedback* rápido aos estudantes, sobre a forma como estão (ou não) a ter uma aprendizagem eficaz. O esforço requerido à equipa docente é aceitável, quedando-se pela criação do enunciado e do código a utilizar no processo de avaliação automática, para a sua correcção.

O processo de avaliação automática também promove a certificação de competências, uma vez que obriga a maior rigor na resolução da prova de forma a desenvolver soluções funcionais.

- Fóruns de discussão

Os fóruns de discussão são também um dos pontos fortes do funcionamento da disciplina. Permitem dinamizar o trabalho para além das aulas presenciais, possibilitando aos docentes manterem a monitorização dessa actividade e incentivando-a quando é necessário. É de salientar, em cada Parte, o número de temas colocados e o número de intervenções que suscitam. Por exemplo, a Parte 1 aparece com cerca de 40 temas e 180 intervenções.

Como pontos fracos apontam-se os seguintes:

- Dependência da capacidade de dinamização da equipa docente

Toda esta estratégia se baseia na participação activa por parte dos estudantes, que tem que ser sistematicamente monitorizada, controlada e, de vez em quando, incentivada. Sem o envolvimento constante da equipa docente, pode dar-se o esmorecer da participação nos fóruns e, por conseguinte, da capacidade de promover a participação fora das aulas. Há também a necessidade de controlar a correcção das intervenções dos estudantes, de forma a manter o rigor no processo de aprendizagem.

5. Organização e Implementação

5.1. Como é que o projecto foi organizado?

O projecto foi organizado e surgiu de uma forma muito natural, pois, desde a criação da disciplina, no ano lectivo de 1994/95, a equipa docente sempre se manteve atenta aos aspectos pedagógicos, à reacção dos alunos, aos resultados obtidos e à evolução das tecnologias com impacto nos processos de ensino/aprendizagem.

A introdução do Moodle em FProg foi bastante gradual, o que se recomenda, até ao grau de utilização que se atingiu nos últimos 2 anos. Em primeiro surgiu, naturalmente, o material de estudo, depois os fóruns e, mais tarde, a avaliação automática das provas práticas, com *feedback* (quase) imediato.

A funcionalidade do Moodle não é explorada a 100% na disciplina, aliás isso nem constitui um objectivo, mas julgamos que tem interesse avançar ainda mais, em especial no que se refere ao *feedback* aos alunos que o sistema poderá proporcionar, apoio importante em processos de aprendizagem.

De uma forma geral, a equipa docente, na sua totalidade, tem-se envolvido no projecto, cada um de acordo com o que lhe está atribuído. No entanto, todos se envolvem de uma forma equilibrada, na preparação da ficha de disciplina, no planeamento dos trabalhos de carácter teórico e teórico-prático, na preparação dos enunciados das provas práticas e material necessário à avaliação automática, na preparação do enunciado da prova escrita e respectiva correcção e na monitorização das actividades centradas no Moodle.

No ano 2007/08, a equipa docente contou com:

Aulas teóricas

- Fernando Nunes Ferreira, Professor Catedrático

Aulas teórico-práticas

- Jorge Alves Silva, Professor Auxiliar
- António Fernando Castro Coelho, Professor Auxiliar Convidado
- Henrique Avelar Lopes Cardoso, Assistente Convidado

Os recursos utilizados são disponibilizados pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e são os seguintes:

- Servidor Moodle
- Anfiteatro equipado com projector de vídeo e computador, para as aulas teóricas
- Salas de computadores, garantindo, no máximo, 2 alunos por computador, para as turmas teórico-práticas
- Sala de computadores, garantindo 1 computador por aluno, apenas com acesso ao Moodle e ao DrScheme, para as provas de avaliação em computador
- Salas de computadores abertas a qualquer hora do dia e em qualquer dia da semana, para trabalhos fora de aula, recurso que tem vindo a perder a importância face à vulgaridade do computador pessoal.

6. Resultados

6.1. Dados estatísticos de utilização das plataformas

Não obstante o número de alunos inscritos na disciplina ser de 141, o número de alunos que se inscreveram no Moodle foi de 152. A diferença é explicada pelo facto de haver alguns alunos que não regularizaram a sua inscrição, nos Serviços Académicos. Os dados estatísticos que se seguem referem-se apenas ao 141 alunos inscritos regulamente.

Foram criados 5 fóruns de discussão². A tabela 2 mostra o número de temas lançados para discussão em cada fórum e a participação em cada deles.

Fórum	Temas	Respostas
Parte 1	39	181
Parte 2	20	50
Parte 3	9	21
Parte 4	1	0
Parte 5	19	53
Parte 6	0	0
Parte 7	1	0

Tabela 3. Participação nos fóruns

² Apesar de na página de entrada da disciplina, no Moodle, aparecerem 7 fóruns, o sexto não é aberto por ser relativo a matérias que agora não fazem parte da disciplina e o sétimo, relativo a um conjunto de exercícios e projectos adicionais, acabou por não suscitar a atenção dos alunos, o que é explicado pela sua abertura já muito tardia e também pelo facto de, em cada uma das Partes, já ser fornecido um conjunto de exercícios bastante amplo.

Nestes fóruns foram lançados, pelos docentes e pelos alunos, 88 temas de discussão (19 por parte dos docentes e 69 por parte dos alunos) que deram origem a um total de 305 respostas (60 dos docentes e 245 dos alunos).

As mensagens dos fóruns foram lidas, pelos alunos, por 2261 vezes (convém notar que é enviada uma cópia das respostas aos assinantes, por email, pelo que o número total de leituras pode ser bastante superior), o que dá uma média de 16 acessos por aluno inscrito e de 18 acessos por aluno com frequência.

Dos 141 alunos inscritos, apenas 20 não acederam uma única vez aos fóruns; convém salientar que 11 desses 20 alunos não obtiveram frequência.

No total foram contabilizados mais de 50000 acessos para visualização de informação. Mesmo que se tenha em conta que alguns destes acessos foram feitos pelo pessoal docente e técnico e que cerca de 2000 foram feitos após a conclusão do processo de avaliação, o número médio de acessos por aluno deverá ser bastante superior a 3 centenas.

6.2. Resultados dos inquéritos pedagógicos

Foram recebidos 21 inquéritos pedagógicos relativos a esta disciplina. Apresentam-se a seguir (tabela 3) os resultados mais relevantes desses inquéritos no que se refere à apreciação do funcionamento da disciplina e ao uso de ferramentas de *e-learning*.

	FPro	1º ano / 1º sem do MIEIC
Nesta disciplina são utilizados meios de comunicação electrónica que facilitam a aprendizagem pela colaboração e partilha de conhecimentos (<i>e-learning</i> , página web da disciplina, foros de discussão, etc.)	4.33	3.57
Os materiais e actividades de apoio ao estudo contribuíram para a compreensão dos conteúdos da disciplina	4.19	3.76
Foram úteis para a minha aprendizagem os elementos de avaliação já realizados (trabalhos, questionários, minitestos, ...)	4.05	3.74
Os conteúdos interactivos disponibilizados nesta disciplina facilitam a auto-avaliação (questionários online, simuladores, exercícios com correcção automática, etc.)	3.63	3.29
Apreciação global do funcionamento da disciplina	3.95	3.51

Tabela 4. Resultados dos inquéritos pedagógicos

Tendo por base os resultados destes inquéritos pedagógicos, coube ao regente da disciplina um dos prémios de actividade pedagógica, instituídos este ano na FEUP, relativo ao ano lectivo 2007/08.

6.3. Análise de resultados

A análise dos resultados estatísticos de utilização da plataforma de *e-learning*, apresentados neste resumo, permite concluir que:

- Os alunos apreciaram muito positivamente o funcionamento global da disciplina.
- A plataforma de *e-learning* foi intensivamente utilizada pelos alunos.
- Os alunos consideraram que a sua utilização facilita a aprendizagem pela colaboração e partilha de conhecimentos e que os materiais e actividades de apoio ao estudo contribuíram para a compreensão dos conteúdos da disciplina
- Houve uma elevada participação dos alunos nos fóruns de discussão.
- Os alunos mostraram espírito de iniciativa, lançando um elevado número de temas de discussão.
- Os resultados dos inquéritos pedagógicos foram muito positivos, mostrando o interesse e a satisfação dos alunos por este meio de aprendizagem. Em todos os itens relacionados com o uso da plataforma de *e-learning* esta disciplina obteve classificações superiores à média de todas as disciplinas do 1º ano do MIEIC.
- Um aspecto a melhorar no futuro será a disponibilização de conteúdos interactivos que facilitem a auto-avaliação (questionários *online*, simuladores, exercícios com correcção automática, etc.).

No que concerne ao reflexo que o uso da plataforma de *e-learning* teve na classificação final dos alunos é difícil fazer uma avaliação correcta, desde logo, porque as aptidões dos alunos que ingressam no 1º ano do MIEIC não são sempre as mesmas, em termos médios. Como se mostra no gráfico da figura 2, os resultados têm sido de bom nível, tendo-se verificado uma tendência de melhoria lenta mas segura dos mesmos. É convicção da equipa docente que um dos factores que influenciam esta melhoria é a utilização de forma cada vez mais eficaz da plataforma de *e-learning*, como forma de fomentar a motivação e o envolvimento dos alunos na disciplina.

7. Conclusão

Ao longo deste projecto foram sendo desenvolvidos determinados produtos, em função das necessidades encontradas e face à inexistência de soluções adequadas. Não sendo o desenvolvimento de produtos objectivo do projecto, surgiu naturalmente, neste domínio, o seguinte:

- e-book “Scheme na descoberta da programação”, publicação para breve pela FEUPedições;
- ferramenta de avaliação automática, preparada para a linguagem Scheme, mas já se analisa a hipótese de a alargar a outras linguagens, nomeadamente, C/C++.

Ficou provado que uma aplicação cuidada da tecnologia *e-learning*, numa disciplina com cerca de centena e meia de alunos, pode aproximar muito os alunos dos professores, potenciando não só o esforço destes, mas também a intervenção dos próprios alunos em proveito de todos. Os resultados demonstram uma subida, não muito avassaladora (o ponto de partida já era de bom nível), mas, sobretudo, muito sólida.

Face aos objectivos propostos inicialmente, conseguiu-se obter uma maior participação dos alunos, quer nas aulas teóricas, quer no trabalho não presencial. Foram desenvolvidos textos de apoio que possibilitaram aos alunos um trabalho individual prévio às aulas teóricas, que ganharam em dinamização e participação. Os fóruns permitiram dinamizar a componente de trabalho não presencial, e a sua monitorização por parte dos docentes. O processo de avaliação tornou-se mais sistemático e célere, graças à ferramenta de avaliação automática, possibilitando, em breve, uma maior capacidade de auto-avaliação. O tratamento personalizado foi também promovido, através dos fóruns e das mensagens personalizadas. Os objectivos propostos inicialmente foram atingidos na sua totalidade, havendo no entanto a consciência que ainda há trabalho a realizar, no futuro, de forma a otimizar o processo de aquisição de competências por parte dos estudantes.

Em termos de trabalho futuro, surgem pistas muito interessantes:

- uma percentagem grande de alunos não é activa em termos de fóruns. Como trazê-los para esta actividade ou, pelo menos, como saber se aproveitam as intervenções dos fóruns que lhes chegam automaticamente à caixa do correio?
- é certo que o e-book vai tornar o estudo das matérias ainda mais atractivo. Não será de introduzir na plataforma meios interactivos destinados à auto-avaliação dos alunos, com questionários e exercícios de programação com correcção automática?
- outro aspecto, exige alguma dose de “diplomacia”, tem a ver com o alargar da experiência a outras disciplinas. No entanto, é condição necessária, a aceitação e disponibilidade efectivas das equipas docentes respectivas.

8. Bibliografia

Principal

- *Scheme na Descoberta da Programação*; F. Nunes Ferreira, António Coelho; PDFs disponibilizados no Moodle, base de uma publicação FEUPedições, em formato e-book, em preparação.

Complementar

- *Scheme and the Art of Programming*; George Springer, Daniel P. Friedman; sixth printing, McGraw-Hill, 1993.
- *Structure and interpretation of computer programs*; Harold Abelson, Gerald Jay Sussman, Julie Sussman; second edition, McGraw-Hill, 1996. <http://mitpress.mit.edu/sicp/full-text/book/book.html>