

E-learning na Universidade do Porto
Caso de Estudo: Física dos Sistemas Dinâmicos

Jaime E. Villate

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Novembro de 2005

Conteúdo

1	Introdução	2
2	Descrição da disciplina	3
3	Plano de estudos	4
4	Descrição de módulos de e-learning utilizados	5
4.1	Conteúdos	5
4.2	Submissão de trabalhos	5
4.3	Mini-testes	5
4.4	Fóruns	6
4.5	Chat	6
5	Desenvolvimento de ferramentas de e-learning	6
6	Estatísticas de utilização	7
7	Avaliação da disciplina	7

1 Introdução

Este documento foi elaborado como parte da documentação para a candidatura ao prémio *Excelência em e-Learning*, da Universidade do Porto.

Durante o ano de 2004-2005 estive envolvido em 5 disciplinas, da Faculdade de Engenharia, em que os recursos-de e-learning tiveram um papel bastante importante. O quadro seguinte mostra um sumário dessas disciplinas.

Código	Disciplina	Licenciatura	Alunos	Participação
EC2108	Física	LEC	339	Regente
EIC1207	Electromagnetismo	LEIC	256	Regente
IF1101	Projecto MAFIQUI	LEIC, LEMM, LEMG, LEGA	198	Coordenador
EIC1108	Programação I	LEIC	130	Colaborador
EIC2107	Física dos Sistemas Dinâmicos	LEIC	121	Regente

A disciplina EIC1108 não fazia parte do meu serviço docente, mas ajudei os docentes responsáveis criando um sistema de avaliação automática de programas submetidos pelos alunos, que foi desenvolvido e utilizado ao longo do semestre.

A disciplina IF1101 foi uma disciplina piloto, com seis semanas de duração, onde não foram dadas aulas, mas sessões iterativas na plataforma de e-learning, com realização dos exames na mesma plataforma.

Nas disciplinas de EC2108 e EIC1207, para além de várias funcionalidades da plataforma de e-learning utilizadas, todos os testes, exames e relatórios foram inseridos na base de dados do sistema de e-learning, onde foram avaliados em forma semi-automática, podendo ser consultados via Web pelos alunos, usando um módulo de avaliação que eu próprio desenvolvi.

A disciplina que escolhi para analisar neste estudo foi a disciplina de *Física dos Sistemas Dinâmicos* (EIC2107) por ser a que exigiu uma utilização mais intensiva da plataforma de e-learning, por parte dos alunos, e um maior volume de trabalho por parte dos docentes.

2 Descrição da disciplina

A disciplina de *Física dos Sistemas Dinâmicos* foi introduzida, no novo plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Informática e Computação, no ano lectivo 2003/2004. Apesar do seu nome, trata-se realmente de um tema multi-disciplinar, pois hoje em dia os sistemas dinâmicos encontram aplicações importantes em muitos campos das ciências exactas, as ciências da vida e até na economia. Por ser uma área científica que não segue o tradicional método axiomático da física e da matemática, um enfoque prático é mais útil do que um tratamento puramente teórico.

As décadas de 1960 e 1970 marcaram o renascimento do estudo dos sistemas dinâmicos como uma nova área de investigação, com carácter próprio, que por ser inovador deu origem a agitadas polémicas nos meios científicos. O impulso inovador foi propiciado pelo desenvolvimento acelerado dos meios computacionais.

Surgiu uma geração de investigadores que usavam os seus computadores como autênticos laboratórios para explorar equações e descobrir novos fenómenos. Os matemáticos tradicionais criticaram a sua falta de rigor científico, por não existir uma teoria sólida que explicasse os resultados obtidos. Grande parte desses resultados encontram-se no domínio da física: dinâmica não linear, matéria condensada, electromagnetismo. Mas, para muitos físicos, essa nova disciplina é vista como uma simples implementação computacional de conhecimentos antigos e já bem estabelecidos, sem nenhuma inovação do ponto de vista físico. É comum o comentário: “isto é tudo muito interessante, mas onde entra a física?”.

Assim, os pioneiros da nova área dos sistemas dinâmicos foram confrontados com rejeições de publicação em revistas de renome, e avaliações negativas. Mas, por outro lado, a sua actividade despertou um interesse que foi aumentando exponencialmente e foi uma lufada de ar fresco para a comunidade científica, já que os seus métodos adaptam-se facilmente à realidade actual do trabalho científico.

O novo paradigma infiltrou-se também no ensino, e as tradicionais disciplinas de física e matemática têm sido “contaminadas” com essa nova metodologia experimental/ computacional. Tal como nos círculos científicos, no sector educativo a mudança tem sido também polémica e, ao mesmo tempo, tem despertado grande interesse por ser fácil de adaptar à realidade actual com que são confrontados os alunos. Temas como o caos e os fractais despertam facilmente o interesse dos alunos.

Devido ao carácter computacional desta disciplina, a melhor forma de a leccionar é de forma activa, permitindo que cada aluno experimente directamente no computador, com a ajuda dos docentes. Assim, as ferramentas de e-learning são um aliado muito valioso nessa abordagem activa.

Todas as aulas teórico-práticas da disciplina decorreram nas salas de computadores da Faculdade de Engenharia, utilizando o servidor de e-learning **Moodle** e software algébrico **Maxima**. Nas aulas teóricas também foram utilizadas as mesmas ferramentas, por parte do regente, para mostrar aos alunos a sua utilização por meio de exemplos concretos. A avaliação foi feita, principalmente, pela realização de dois projectos individuais com dois relatórios que foram submetidos por via electrónica na plataforma de e-learning.

3 Plano de estudos

O programa da disciplina foi distribuído em 12 sessões teórico-práticas semanais. Cada sessão teórico-prática foi precedida por duas aulas teóricas sobre a mesma matéria.

Os temas das 12 aulas teórico-práticas foram os seguintes:

1. Introdução. Utilização da plataforma de e-learning e dos programas de apoio.
2. Sistemas de Computação Algébrica (CAS). Familiarização com o software Maxima.
3. Revisão de conceitos de álgebra e cálculo. Resolução analítica de equações diferenciais ordinárias.
4. Sistemas dinâmicos de primeira ordem. Campo de direcções. Condições iniciais e curvas integrais. Sistemas autónomos; diagrama de fase. Pontos estacionários.
5. Comportamento assintótico. Pêndulo amortecido. Conversão de equações diferenciais em sistemas autónomos de primeira ordem.
6. Resolução numérica de equações diferenciais.
7. Sistemas Oscilantes. O oscilador harmónico simples. Osciladores amortecidos e forçados.
8. Sistemas lineares. Análise de estabilidade.
9. Sistemas não-lineares. Competição entre espécies. Ciclos fronteira.
10. Sistemas caóticos e atractores estranhos.
11. Sistemas dinâmicos discretos e fractais.
12. Pontos fixos, ciclos e comportamento caótico em sistemas dinâmicos discretos.

4 Descrição de módulos de e-learning utilizados

A página da disciplina, no servidor Moodle@FEUP do ano 2004-2005, encontra-se disponível em <http://moodle.fe.up.pt/2004/course/view.php?id=2>

O acesso a essa página é público, mas para que o sítio possa ser avaliado para este concurso, foi criada uma conta especial com o mesmo acesso disponível aos docentes da disciplina. Os dados dessa conta encontram-se num ficheiro `acesso.txt` que deverá ter sido submetido, junto com este relatório, na candidatura ao concurso.

4.1 Conteúdos

As descrições do trabalho que deveria ser realizado cada semana foi publicado em ficheiros PDF com problemas, anexos à respectiva secção no sítio da disciplina.

Outros textos de apoio, em ficheiros PDF e HTML, foram afixados ao longo do semestre. Também foram publicados um mini-teste exemplo e o enunciado de um mini-teste que foi realizado no meio do semestre.

Os ficheiros PDF foram preparados usando o sistema LaTeX, e os acetatos em HTML foram produzidos com uma ferramenta (<http://villate.org/wikiup/>) que eu próprio desenvolvi. Os textos de apoio deram origem a um livro que estou a escrever: *Introdução aos Sistemas Dinâmicos: Um enfoque prático com Maxima*, ISBN: 972-99396-0-8, Porto, 2005.

4.2 Submissão de trabalhos

Em algumas das aulas teórico-práticas os alunos tiveram que submeter um ficheiro com o trabalho realizado durante a aula. Os dois relatórios dos projectos realizados ao longo do semestre foram também submetidos no servidor Moodle.

4.3 Mini-testes

O módulo de mini-testes foi usado para ajudar os alunos na sua preparação do mini-teste que foi realizado no meio do semestre. Os alunos autenticados no servidor da disciplina podiam responder várias vezes ao teste; cada vez as perguntas e respostas eram misturadas aleatoriamente, e o aluno podia ver a sua avaliação.

4.4 Fóruns

Foram usados dois fóruns na disciplina. Um deles, para notícias, de inscrição obrigatória, e um segundo fórum de uso geral, com inscrição voluntária. Houve uma boa adesão ao fórum geral, e foi uma ferramenta valiosa para facilitar o contacto entre alunos e docentes, inclusivamente a avançadas horas da noite, como, por exemplo: <http://moodle.fe.up.pt/2004/mod/forum/discuss.php?d=142>

4.5 Chat

O módulo de *chat* foi utilizado em três ocasiões, na véspera do mini-teste e da entrega dos projectos, para permitir responder a algumas dúvidas dos alunos. Num dos casos, encontrava-me a vigiar um teste de outra disciplina, enquanto participava na sessão de chat.

5 Desenvolvimento de ferramentas de e-learning

Em paralelo com a utilização da plataforma Moodle na disciplina EIC2107, houve também algumas tarefas de desenvolvimento da própria plataforma que fui realizando ao longo do semestre. Continuei com a tradução para o Português, processo que comecei desde o ano 2002 e que tem continuado devido à aparição de novas funcionalidades e novas versões da plataforma.

Aproveitei a experiência que adquiri através do contacto com alunos e docentes que utilizam a plataforma, para desenvolver novas funcionalidades e um aspecto visual próprio para a FEUP, que já estão instalados na versão do ano académico 2005/2006.

A nova abordagem do ensino dos sistemas dinâmicos, que está a ser adoptada hoje em dia por muitos autores, e que nós decidimos adoptar na LEIC, é baseada numa análise geométrica das equações diferenciais. No entanto as ferramentas necessárias para facilitar essa análise geométrica ainda estão em desenvolvimento. Eu tenho participado nesse desenvolvimento, criando programas adicionais para Maxima, que permitem uma análise interactiva dos sistemas dinâmicos e fractais.

Os programas que tenho vindo a desenvolver estão descritos num sítio próprio: <http://fisica.fe.up.pt/maxima/>. A figura 1 mostra a interface dum desses programas (plotdf), que permite desenhar o campo de direcções de um sistema, modificando interactivamente o valor de alguns parâmetros, ou usando o rato para obter curvas integrais através de um ponto inicial.

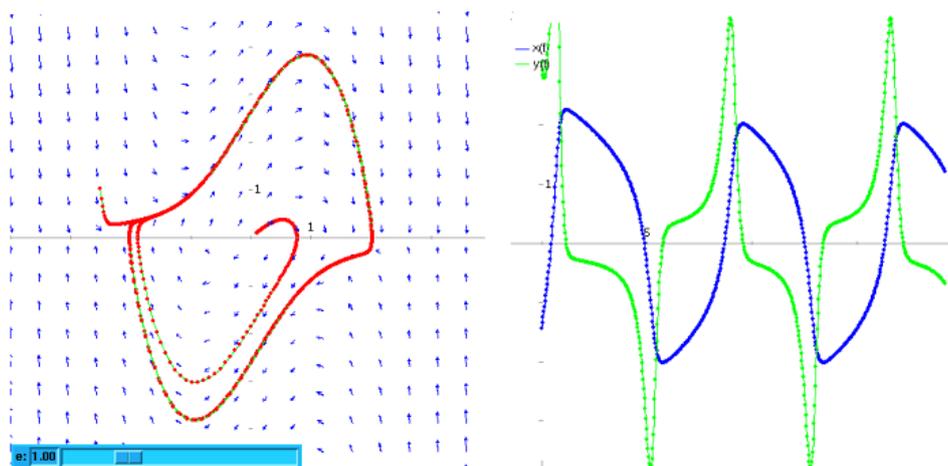


Figura 1: Interface do programa plotdf.

6 Estatísticas de utilização

É difícil determinar o número de acessos ao sítio da disciplina, por ser uma disciplina de acesso público que continua a ser acedida após o semestre já ter terminado. De qualquer forma, o número total de acessos pode ser consultado no servidor Moodle@FEUP 2004 (secção “relatórios”, no menu de “administração”); desde o início do semestre, em Setembro de 2004, até o fim, em Fevereiro de 2005, registaram-se aproximadamente 77200 acessos.

Alguns desses acessos foram feitos por visitantes, que em alguns casos podem ser alunos da disciplina a aceder sem se autenticar. Alguns indicadores mais fiáveis para estimar a utilização do servidor por parte dos alunos são as actividades que exigiam autenticação por parte dos alunos inscritos. O quadro a seguir mostra algumas dessas estatísticas.

Trabalhos recebidos (10 propostos)	814
Mini-testes respondidos “on-line” (87 utilizadores)	389
Mensagens nos fóruns	156

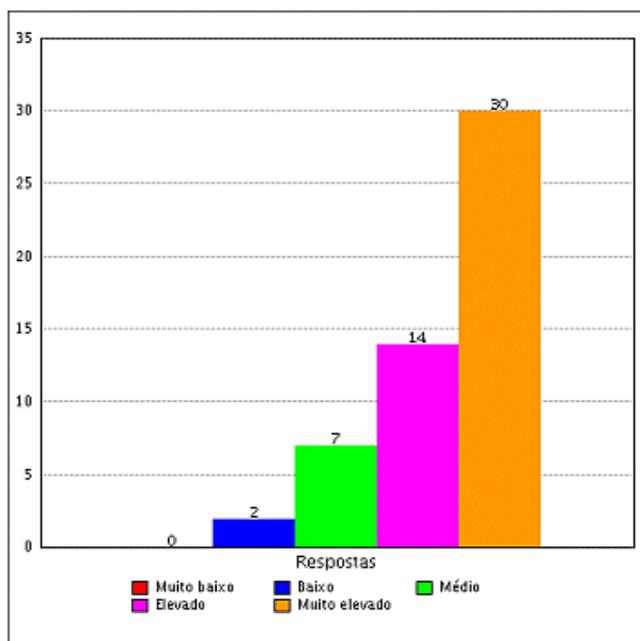
7 Avaliação da disciplina

Através de conversas com os alunos e por informações obtidas pelo director da licenciatura, sabemos que os alunos ficaram bastante satisfeitos com a utilização da plataforma de e-learning. As figuras 2 e 3 mostram os resultados dos inquiridos

pedagógicos realizados no fim do semestre, publicados no SIFEUP.

Apreciação global de Jaime Enrique Villate Matiz

Física dos Sistemas Dinâmicos (T), do 2º ano da LEIC em 2004/2005



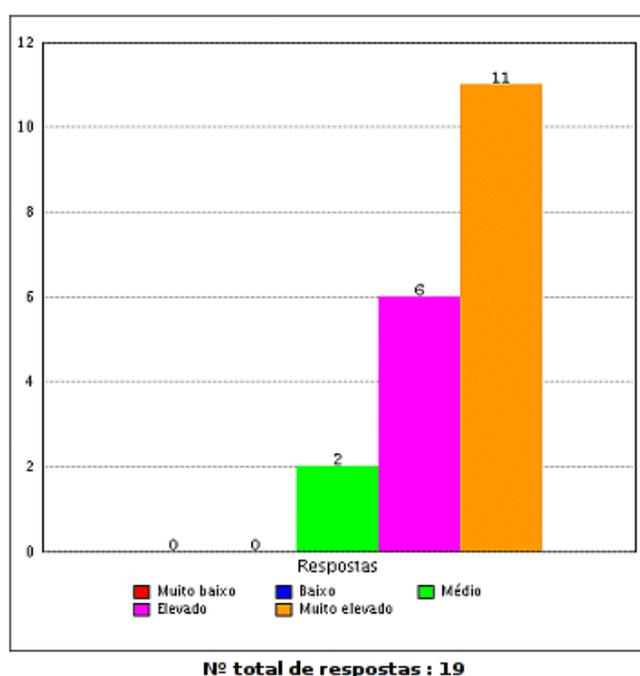
Nº total de respostas : 53

	Média	Desvio	Média	Desvio
	(Da cadeira)		(Do 2º ano)	
Clareza na apresentação dos objectivos, programa, métodos de trabalho e de avaliação da disciplina	4,21	0,91	3,3	1,01
Clareza e sequência lógica na apresentação da matéria			3,42	1,01
Capacidade para motivar e interessar os alunos	4,15	0,83	2,96	1,17
Assiduidade e pontualidade	4,09	0,81	3,73	1,01
Disponibilidade e acessibilidade para o atendimento de alunos e esclarecimento de dúvidas	4,42	0,82	3,71	0,96
Domínio da matéria e segurança na sua exposição				
Preparação, organização e estruturação das aulas	4,43	0,77	3,5	1,02
Apreciação global do docente	4,36	0,86	3,41	1,03

Figura 2: Avaliação do docente por parte dos alunos; aulas teóricas.

Apreciação global de Jaime Enrique Villate Matiz

Física dos Sistemas Dinâmicos (P), do 2º ano da LEIC em 2004/2005



	Média	Desvio	Média	Desvio
	(Da cadeira)		(Do 2º ano)	
Capacidade de exposição dos assuntos tratados de forma clara	4,3	0,73	3,42	1,01
Capacidade para motivar e interessar os alunos	4,32	0,67	2,96	1,17
Assiduidade e pontualidade	4	0,82	3,73	1,01
Disponibilidade e acessibilidade para o atendimento de alunos e esclarecimento de dúvidas	4,42	0,69	3,71	0,96
Preparação, organização e estruturação das aulas	4,47	0,70	3,5	1,02
Apreciação global do docente	4,47	0,70	3,41	1,03

Figura 3: Avaliação do docente por parte dos alunos; aulas teórico-práticas.