

## VI Congresso

Nacional de Mecânica Aplicada e Computacional  
Universidade de Aveiro - 17 a 19 de Abril de 2000

# A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE COMERCIAL NO ENSINO UNIVERSITÁRIO

Álvaro F. M. Azevedo<sup>1</sup>

## 1. Introdução

A recente proliferação de sistemas informáticos de baixo custo, quer nas instituições de ensino, quer nos gabinetes de estudos e projectos, veio aumentar a pressão sobre docentes e alunos no sentido de incrementar a componente de utilização das novas tecnologias no ambiente universitário. Enquanto que num passado recente poucos engenheiros trabalhavam regularmente com um computador, nos dias de hoje praticamente todos os recém-formados são colocados em postos de trabalho em que as mais modernas ferramentas informáticas são sistematicamente utilizadas. Assim, levanta-se imediatamente a seguinte questão: o ensino da utilização dessas novas tecnologias deve situar-se ao nível do curso universitário ou ao nível das instituições empregadoras? Se se optar pela primeira hipótese, será necessário sacrificar o ensino das matérias tradicionais para abrir espaço para o ensino das novas tecnologias. A vantagem mais evidente é a de o aluno ficar mais bem preparado para começar imediatamente a ser produtivo no seu primeiro emprego, sendo a principal desvantagem a de ser necessário sacrificar o ensino dos assuntos mais teóricos e generalistas, limitando assim as hipóteses de emprego do recém-formado à aplicação das ferramentas que aprendeu a utilizar sem ter ficado a conhecer muito bem os fenómenos em que elas se baseiam. Se se mantiver um ensino mais teórico e generalista, está-se a transferir para o empregador os encargos inerentes à formação relacionada com a utilização das tecnologias informáticas. Esta solução apresenta a vantagem de o recém-formado ficar dotado de uma cultura mais genérica e poder concorrer a qualquer tipo de emprego, bastando-lhe em seguida aprender a dominar as ferramentas que forem utilizadas no seu local de trabalho. Deste modo não existe ao nível da licenciatura desperdício de tempo na aprendizagem da utilização de aplicações informáticas com que, provavelmente, o futuro engenheiro jamais iria contactar.

Destas primeiras considerações gerais afigura-se como mais razoável defender uma situação de compromisso entre os dois casos extremos, que consiste em não exagerar no

---

<sup>1</sup>Professor Auxiliar - Departamento de Eng. Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
<http://www.fe.up.pt/~alvaro>

ensino limitado apenas a noções teóricas desprovidas de aplicação prática, nem limitar os cursos ao treino de utilizadores de equipamentos que apenas necessitam de memorizar sequências de procedimentos automatizados. Deve portanto prevalecer um razoável equilíbrio entre estas duas situações, com um maior pendor para o ensino dos fundamentos genéricos.

## **2. Software desenvolvido localmente versus aplicações profissionais**

No passado, as aplicações que eram utilizadas no âmbito dos cursos universitários eram quase sempre desenvolvidas pelos docentes e investigadores da própria universidade. Estes programas corriam apenas nos computadores em que foram desenvolvidos, devido ao facto de as especificidades do hardware, do sistema operativo e das próprias linguagens de programação dificultarem a sua adaptação aos sistemas informáticos existentes noutros locais. Quando os gabinetes de estudos e projectos necessitavam de resultados produzidos por esses programas, recorriam habitualmente a uma consulta às próprias universidades. Nesse tempo poucos eram os alunos que contactavam directamente com computadores, ficando a sua utilização restringida aos docentes e investigadores. Hoje em dia a proliferação de computadores pessoais e de aplicações portáteis, i.e., que não estão dependentes de qualquer especificidade, veio tornar os poderosos meios de cálculo automático acessíveis a qualquer pessoa. Com o aparecimento de programas cuja utilização é feita por intermédio de uma interface gráfica intuitiva, tornou-se difícil para as universidades competirem com tão fortes concorrentes, nomeadamente pelo facto de eles disporem de equipas de desenvolvimento que num ambiente universitário é difícil formar e manter.

Uma vez que as universidades necessitam de utilizar programas de computador, quer para apoio às aulas e à investigação, quer para dar resposta a solicitações do exterior, torna-se necessário ponderar qual das seguintes alternativas se revela mais vantajosa:

A1 - utilizar programas desenvolvidos localmente pelos docentes e investigadores com base em modelos cientificamente bem fundamentados, beneficiando da vantagem de existirem no local pessoas que conhecem em pormenor tudo o que está por trás dos laboriosos cálculos, apesar da desvantagem de estes programas serem quase sempre desprovidos de interfaces gráficas apelativas;

A2 - utilizar programas oriundos de *software houses* profissionais que colocam no mercado produtos completíssimos, que abordam uma infinidade de situações, que são acompanhados de volumosos documentos de apoio e que dispõem de uma interface gráfica que torna a sua utilização fácil e atraente. Esta alternativa apresenta a desvantagem de não ser possível conhecer com pormenor os modelos implementados, que em geral são antiquados e pouco robustos, não permitindo ao utilizador sentir-se seguro quanto à qualidade dos resultados obtidos. Com este tipo de programas torna-se difícil aos docentes e investigadores acrescentarem-lhes novas capacidades oriundas da investigação em curso e serem capazes de ensinar os fundamentos dos cálculos que são efectuados por trás de tão atraentes interfaces gráficas, pelo facto de não terem acesso às fontes do respectivo código. Mesmo nos casos em que essas fontes são divulgadas, torna-se muito difícil interpretar a totalidade das características de um programa que, por

ter sido desenvolvido por uma numerosa equipa, é normalmente muito extenso. Nestes casos é praticamente impossível fazer mais do que proceder à leitura da documentação, memorizar as sequências de operações relativas à utilização do programa e transmitir aos alunos apenas esta limitada faceta.

Nas considerações que se seguem são efectuados comentários às características dos programas do tipo A1 (desenvolvidos localmente) e do tipo A2 (desenvolvidos por empresas profissionais) no âmbito do ensino, da investigação e da prestação de serviços ao exterior.

## **2.1 - Ensino**

No âmbito do ensino pode-se considerar a existência de duas categorias de programas: os que se destinam a ilustrar as matérias teóricas que são ensinadas nas aulas e os que se destinam a treinar os alunos na elaboração de projectos de engenharia. Infelizmente existem poucos programas da primeira categoria atrás referida, talvez por ser difícil custear o desenvolvimento de aplicações que não têm procura por parte dos gabinetes de estudos e projectos. Nesta área, a produção de software interessante é mais acessível às universidades, mas o facto de ser pouco valorizado em termos curriculares tem desmotivado o seu desenvolvimento. Quanto à segunda categoria atrás referida, o leque de escolha é imenso, sendo difícil a um docente de uma cadeira de projecto decidir qual dos programas seleccionar para apoio às suas aulas. Um possível critério será o de dar preferência a um programa cuja documentação divulgue os respectivos fundamentos teóricos, em detrimento daqueles que apenas possibilitam a utilização de uma interface gráfica, sem que o utilizador tenha um conhecimento detalhado das diversas tarefas que estão a ser efectivamente realizadas.

Sempre que o objectivo de uma determinada disciplina seja o ensino da programação de métodos computacionais, o software que lhe serve de apoio deve ter a totalidade do código fonte no domínio público e não deve ser demasiado extenso para dar tempo aos alunos de compreenderem o que já lá está programado antes de começarem a acrescentar novas funcionalidades.

## **2.2 - Investigação**

No âmbito da investigação nenhum dos tipos de programas referidos em 2.1 é adequado, uns por serem demasiado elementares, e os outros por serem "caixas negras" às quais não é possível acrescentar novas funcionalidades. Para que um investigador possa desenvolver um programa que apresente tecnologias de vanguarda, três alternativas são possíveis: a primeira consiste em tornar-se colaborador de uma escola com tradição no desenvolvimento de software científico, podendo assim acrescentar ou modificar os componentes que desejar, uma vez que nessa escola se encontra disponível a totalidade do código fonte. A segunda alternativa é a de adquirir uma aplicação que permita a introdução de novos módulos desenvolvidos pelo investigador. Esta alternativa revela-se limitativa, porque pode não ser possível ter acesso à totalidade dos componentes que seria necessário alterar para testar um novo modelo. A terceira alternativa consiste em desenvolver a totalidade do código destinado à implementação de uma nova tecnologia. Esta última alternativa só deve ser a seleccionada quando o investigador tiver em mãos algo verdadeiramente inovador, que seria difícil implementar como acréscimo a outras

tecnologias já existentes. Neste caso o recurso a bibliotecas de operações matemáticas genéricas pode corresponder a uma grande economia no tempo de desenvolvimento de uma nova aplicação.

### **2.3 - Prestação de serviços ao exterior**

Neste campo convém distinguir a situação em que o estudo solicitado à universidade pode ser realizado com software comercial, da situação em que a universidade precisa de utilizar as aplicações desenvolvidas no âmbito da investigação. Quer num caso quer no outro, tem de haver uma adaptação criteriosa às características do estudo a realizar.

## **3. Enquadramento no plano de estudos**

Relativamente ao ensino e à localização na licenciatura/mestrado das matérias relacionadas com o software de cálculo científico, convém distinguir duas situações:

B1 - ensino da programação de métodos computacionais de simulação de fenómenos físicos;

B2 - ensino do desenvolvimento de projectos de engenharia em que são utilizadas ferramentas de cálculo automático.

No primeiro caso, e tal como foi atrás referido, é óbvio que existe toda a vantagem em se utilizar software com o código fonte aberto. Para o compreenderem, os alunos devem ter já adquirido os conhecimentos genéricos de programação com uma linguagem de alto nível (e.g., C, Fortran, Pascal, Basic). Para acrescentarem novas capacidades ao programa, nomeadamente as relacionadas com a simulação de fenómenos físicos, é fundamental que os alunos já possuam alguns conhecimentos relativos às correspondentes noções teóricas. Estes dois requisitos fazem com que este tipo de disciplinas fique relegado para os últimos anos da licenciatura. Por se tratarem de matérias muito específicas, de que a generalidade dos alunos não vai tirar directo partido na sua vida profissional, é mais razoável tratar o ensino da programação de modelos de simulação em disciplinas opcionais. Deste modo os alunos sem vocação para a informática poderão evitar este tipo de disciplinas e concentrar-se na aprendizagem da utilização das ferramentas que são utilizadas nos gabinetes de estudos e projectos. Quanto a estas (B2) devem ser seleccionadas aplicações que permitam e estimulem alguma aprendizagem sobre os fenómenos que estão a ser simulados.

## **4. Software utilizado no Departamento de Eng. Civil da FEUP**

Uma vez que de um modo geral as aulas de mestrado apresentam um conteúdo essencialmente teórico, são escassos os casos em que os alunos têm de realizar trabalhos práticos envolvendo aplicações informáticas, quer como utilizadores, quer em termos de desenvolvimento de software. Por este motivo apenas se referem em seguida algumas das aplicações que são utilizadas na Licenciatura em Engenharia Civil ministrada pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Neste curso, e considerando apenas as disciplinas de algum modo relacionadas com a mecânica computacional, podem ser identificadas as seguintes áreas:

C1 - análise e dimensionamento de estruturas;

C2 - geotecnia.

Apresenta-se em seguida um comentário relativo a cada uma das aplicações que são disponibilizadas para os alunos.

#### FEMIX (C1)

Trata-se de um programa genérico de análise de estruturas pelo método dos elementos finitos, que foi desenvolvido pelo autor destas linhas e por Joaquim Barros (Universidade do Minho). Apresenta um módulo simples de geração de dados e um módulo de visualização gráfica de dados e resultados. Tem como principal característica o facto de cobrir as diversas facetas referidas neste artigo, nomeadamente, servir como suporte ao desenvolvimento de projectos de estruturas (e.g., pontes, depósitos), ter sido o ponto de partida para seis teses de mestrado e doutoramento em que os respectivos autores tiveram acesso à totalidade do código fonte, ter sido utilizado em consultorias a que a FEUP deu resposta, ser regularmente utilizado em gabinetes de projectos de engenharia civil e, na sua versão resumida designada FEMIX LT, ser facultado em versão fonte aos alunos que pretendem aprender a programar em C diversos desenvolvimentos relacionados com a mecânica computacional. Com base no FEMIX LT, dois alunos da licenciatura desenvolveram um programa, cuja designação é FEMIX LI, e que se destina a servir de apoio pedagógico ao ensino das linhas de influência.

#### PAC-PÓRTICOS (C1)

Destina-se à análise e ao dimensionamento de estruturas de edifícios sujeitos às acções regulamentares. O seu desenvolvimento é efectuado pela empresa Newton, do Porto, cujos programadores são oriundos da FEUP, mantendo por esse motivo um contacto muito próximo que permite ultrapassar facilmente qualquer dúvida que surja durante a utilização do programa. Os alunos não têm em geral acesso ao código fonte do programa, limitando-se a ser utilizadores, em circunstâncias semelhantes às que vão encontrar em futuros empregos como projectistas de estruturas de betão armado.

#### MGE (C1)

Trata-se de um programa de características e objectivos semelhantes ao anterior e que também teve como autor um docente da FEUP (Mateus Gomes).

#### SLOPE/SEEP/SIGMA (C2) - <http://www.geo-slope.com>

Estes programas destinam-se ao estudo de problemas da área da geotecnia, nomeadamente a estabilidade de taludes, a percolação e a análise de tensões por elementos finitos. Tratam-se de excelentes aplicações MS-Windows que por esse motivo são fáceis de utilizar por qualquer aluno. Apresentam o inconveniente de se tratarem de "caixas negras" com os inconvenientes citados no corpo deste artigo.

PHASE2 (C2) - <http://www.rocscience.com>

Trata-se de um programa de análise não linear de maciços pelo método dos elementos finitos. Contempla o faseamento construtivo e a existência de pregagens e ancoragens. Apresenta uma interface gráfica do tipo MS-Windows, sendo também fácil de utilizar como "caixa negra".

#### **4.1 - Aplicações genéricas**

No âmbito do apoio às disciplinas de formação mais genérica, são utilizadas inúmeras aplicações, sendo de referir as seguintes: Maple V, MatLab, SPSS, AutoCAD, MicroStation, LPsolve, etc.

#### **4.2 - Aplicações de apoio à investigação**

Alguns investigadores recorrem a aplicações profissionais com o objectivo de validar os modelos que desenvolveram, fazer comparações com estudos experimentais ou para lhes acrescentarem novas capacidades. Neste domínio citam-se as seguintes: Solvia, Castem2000, Abaqus, S-Beta, GAMS/MINOS, etc. Estas aplicações são habitualmente utilizadas por alunos de mestrado/doutoramento e apenas na fase de desenvolvimento da respectiva dissertação.

### **5. Conclusões**

Uma vez que nas diversas áreas abordadas num curso de engenharia existe uma elevada quantidade de aplicações disponíveis, é claramente irrealista ter-se a intenção de ensinar a totalidade dos alunos a utilizar um elevado número de programas. Nestas circunstâncias correr-se-ia o risco de diminuir drasticamente a quantidade de matérias tradicionais, com o objectivo de abrir espaço no plano de estudos para o treino dos futuros utilizadores de software profissional. Não se deve também manter um tipo de ensino 100% tradicional, em que o contacto dos alunos com os computadores seja demasiado escasso. Um equilíbrio entre estas duas componentes parece ser a solução mais adequada.

Quanto à questão de desenvolver localmente aplicações ou utilizar software profissional, deve ser procurado um compromisso que consiste na divisão dos alunos em dois grupos: um primeiro, pouco numeroso, formado por pessoas com o adequado talento e que recebam ao longo do curso constantes ensinamentos na área da programação; e um outro grupo, mais numeroso, que tenha um reduzido contacto com a programação e que se dedique essencialmente à utilização de software profissional. A divisão dos alunos por estes dois grupos basear-se-ia na frequência de diferentes cursos extra curriculares, ou por intermédio de disciplinas de opção livre, que teriam de existir em quase todos os anos da licenciatura.