

Ensino da Computação Gráfica na LEI da FCT/UNL

Manuel João Próspero

*Departamento de Informática
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
Quinta da Torre, 2825 Monte de Caparica*

RESUMO

A comunicação visa a descrição do enquadramento do ensino da Computação Gráfica na Licenciatura em Engenharia Informática (LEI) na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL). São referidas as opções curriculares que neste âmbito se colocam aos alunos ao longo dos três últimos semestres do curso, bem como as matérias que têm constituído o seu conteúdo nos últimos anos. Descreve-se sumariamente a estruturação do curso e o equipamento de apoio no laboratório. Tiram-se algumas conclusões sobre a experiência adquirida neste domínio.

1. Introdução

No plano curricular da Licenciatura em Engenharia Informática (LEI) na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL), as matérias de Computação Gráfica apresentam-se aos alunos como opções. Com efeito, num curso que funciona num regime de unidades de crédito, nenhuma das três disciplinas semestrais existentes naquele domínio é obrigatória. Assim, antes de ser analisado o currículo de cada uma destas, é útil compreender a sua inserção na LEI.

2. Enquadramento na LEI

É de 145 o número de unidades de crédito necessárias à concessão do grau de Licenciado em EI. Este número é obtido com disciplinas de diferentes Áreas Científicas, que a seguir se enumeram:

(a) Ciência e Tecnologia da Programação	(21 créditos)
(b) Ciência e Tecnologia dos Computadores	(21 créditos)
(c) Informática das Organizações	(10 créditos)
(d) Sistemas Simbólicos e de Informação	(11 créditos)
(e) Matemática	(33 créditos)
(f) Física	(13 créditos)
(g) Química	(4 créditos)
(h) Ciências Humanas e Sociais	(5 créditos)

Na lista acrescentou-se o número de créditos obrigatórios em cada área, pelo que, feitas as contas, deixará a cada aluno 27 unidades para as disciplinas de opção. Nesta classe encontram-se as de Computação Gráfica, assim distribuídas pelos semestres lectivos correspondentes a uma licenciatura em 5 anos:

8.º Semestre	— <i>Computação Gráfica</i>	(4 créditos)
9.º Semestre	— <i>Complementos de Programação</i>	(4 créditos)
10.º Semestre	— <i>Projecto de Computação Gráfica</i>	(6 créditos)

Estas disciplinas fazem parte da área científica denominada Ciência e Tecnologia da Programação, que possui as seguintes disciplinas obrigatórias:

<i>Programação I</i>	(3 créditos)
<i>Programação II</i>	(3 créditos)
<i>Estruturas de Dados</i>	(4 créditos)
<i>Linguagens de Programação</i>	(3 créditos)
<i>Linguagens Formais e Autómatos</i>	(4 créditos)

Dado que as unidades de crédito anteriores somam 17, bastará ao aluno obter 5 unidades de entre as disciplinas opcionais oferecidas por aquela área científica, que, excluindo as disciplinas versando Computação Gráfica e já enumeradas, são:

<i>Fundamentos de Programação</i>	(3 créditos)
<i>Álgebra Computacional</i>	(4 créditos)
<i>Programação III</i>	(3 créditos)
<i>Técnicas de Compilação</i>	(4 créditos)

Complementos de Compilação (3 créditos)

Projecto de Programação (6 créditos)

Como se pode ver facilmente, existe um leque variado de opções que não obriga o aluno a obter as unidades de crédito que lhe faltem à custa das disciplinas sobre Computação Gráfica (que passaremos a designar pela abreviatura CG, por comodidade).

3. As disciplinas sobre CG

Contrariamente ao que se passa com áreas científicas como Matemática, não existem na LEI precedências obrigatórias para as disciplinas de Informática (áreas científicas de (a) a (d), na secção 2., da responsabilidade do Departamento de Informática). No entanto, há algumas precedências ditas recomendadas e outras simplesmente aconselhadas. Para as disciplinas sobre CG, por exemplo, estas precedências encontram-se na seguinte tabela:

Disciplina	Precedências recomendadas	Precedências aconselhadas
Computação Gráfica	Programação I e II	Estruturas de Dados
Complementos de Programação	Computação Gráfica	
Projecto de Computação Gráfica	Computação Gráfica	Complementos de Programação

Dado que as disciplinas sobre CG se incluem na área da Ciência e Tecnologia da Programação, o seu conteúdo programático não está orientado para o modo de concepção e construção dos equipamentos mas sim para os aspectos de programação.

A disciplina intitulada *Computação Gráfica* é de carácter introdutório, abrangendo o maior número possível de tópicos importantes. Podem ser assim classificados:

Breve história da Computação Gráfica

Primitivas gráficas de saída

Conversão, por varrimento, de linhas e polígonos

Atributos das primitivas de saída

Algoritmos para preenchimento de regiões

Transformações geométricas 2D

Transformações geométricas 3D

Modelos geométricos simples

Projecção Paralela (Ortogonal Múltipla, Oblíqua, Axonométrica)

Projecção Perspectiva

Visualização de superfícies dadas matematicamente na forma explícita

Transformação duma janela para um visor
Recorte de linhas e polígonos
Segmentos
Curta referência a algoritmos para remoção de linhas e/ou superfícies ocultas
Processo de concepção de curvas e superfícies
Métodos de interpolação de curvas e superfícies
Métodos de aproximação de curvas e superfícies
Avaliação de curvas e superfícies
Dispositivos para entrada de dados
Técnicas de interacção e funções de entrada
Concepção de aplicações gráficas interactivas

É na disciplina de *Computação Gráfica* que os alunos se familiarizam com a norma GKS. Tanto quanto possível, e por vezes indirectamente, tenta-se apresentar sempre uma ligação de cada tópico com o que se passa em GKS, seja ao nível da implementação desta interface funcional ou da sua utilização. No entanto, as referências às normas no que diz respeito às matérias relacionadas com o espaço 3D são deixadas para a disciplina do semestre seguinte, ou seja, *Complementos de Programação*. O respectivo programa inclui:

Técnicas de meios-tons (*dithering* ordenado, modulação, distribuição de erros, padrões)
Princípios de Colorimetria
Modelos de Cor (CIEXYZ, CIE_{xy}Y, CIELUV, RGB, YIQ, CMY, CMYK, DLP, HSI, HSV, HLS)
Utilização e harmonia da Cor
Princípios de Fotometria
Modelos de iluminação e representação de intensidades
Modelos de Phong, Torrance-Sparrow e Blinn
Métodos de sombreamento de superfícies (constante, Gouraud, Phong)
Diagrama funcional e organização de memória duma Estação Gráfica
Pipeline de visualização para especificações arbitrárias e sua implementação
Algoritmos para HLHSR
Técnicas de *anti-aliasing*
Algoritmo de *Ray-Tracing*
Introdução ao método da Radiosidade

Nesta segunda disciplina há várias referências a GKS-3D e a PHIGS, mas de um modo muito menos exaustivo que a abordagem a GKS dada em *Computação Gráfica*. Tal

facto também se prende com a menor carga horária de *Complementos de Programação*: duas horas por semana de aulas teóricas, contra três horas para a disciplina que a precede. Por seu lado, as aulas práticas acompanhadas por um docente têm sempre a mesma carga horária: duas horas por semana.

Muito embora a matéria não seja ministrada acompanhando-se um único livro de texto, a referência principal tem sido [1], sendo actualmente [2].

Por último existe a disciplina de *Projecto de Computação Gráfica*, possuindo aulas teórico-práticas com horário livre (previstas 15 horas ao longo do semestre) e aulas práticas sem acompanhamento (estas num total de 210 horas). Tipicamente, o trabalho desenvolvido por cada aluno incide num tema proposto pelo Professor responsável e que vai ao encontro das preferências desse mesmo aluno.

Desde que a responsabilidade de orientação seja devidamente acautelada, o *Projecto de Computação Gráfica* pode ser realizado fora do Departamento de Informática (como aconteceu com a colaboração com o Departamento de Ciências do Ambiente da FCT, no ano lectivo findo), ou em instituições exteriores à UNL (caso típico das empresas), incluindo no estrangeiro (como têm sido as estadas na Universidade Técnica de Darmstadt ao abrigo do programa ERASMUS, nestes últimos três anos).

4. Laboratórios

Todas as disciplinas sobre CG têm ao seu dispor um laboratório de máquinas PC/AT e outro, mais recente, de equipamentos PS/2. Na prática, estes laboratórios são apenas utilizados para *Computação Gráfica* e *Complementos de Programação*. Para a disciplina de *Projecto* é habitual a utilização de terminais X, com equipamentos ligados em rede de que são exemplo as estações DEC 2000 e 3200 ou SUN Sparcstation. É nesta fase que o X11 é apresentado e são vistas as suas potencialidades de programação de gráficos 2D.

A familiarização dos alunos com GKS faz-se numa máquina MV15000 (Data General), que é o computador do Centro de Cálculo da FCT/UNL.

5. Conclusões

A experiência ao longo destes últimos anos tem mostrado que o currículo da LEI, incluindo diversas disciplinas obrigatórias sobre Programação em geral, tem-se mostrado muito útil na preparação de base dos alunos. Essa utilidade transparece imediatamente nas disciplinas de CG, pelo carácter dos programas respectivos. Na verdade, dado o rápido crescimento do número de alunos que têm vindo a escolher estas opções (cerca de 65 inscrições em *Computação Gráfica* no ano lectivo 90/91) e a escassez de recursos humanos

na docência (um Professor Auxiliar e um Assistente Estagiário), se tal assim não fosse seria inviável um maior acompanhamento dos trabalhos práticos para que estes se continuassem a realizar com um bom nível.

Dum modo geral, o enunciado dos trabalhos práticos de *Computação Gráfica* e de *Complementos de Programação* tendem a abranger o maior número de tópicos possível e são iguais para todos os grupos de alunos. Estes, porém, podem escolher livremente a linguagem de programação que mais lhes agrade (tipicamente Pascal, C ou C++) e que já lhes são familiares pelo uso em disciplinas anteriores do curso.

Se compararmos as listas de tópicos das disciplinas de CG da LEI com as que são referidas na literatura para o ensino da CG [3, 4, 5], constatamos que aquelas ainda possuem muitas lacunas. Compreendendo que algumas delas são realmente importantes, criou-se uma disciplina denominada *Computação Gráfica* no Mestrado em Engenharia Informática (MEI), que está a ter este ano a sua primeira realização. Os alunos do MEI terão agora a possibilidade de, por exemplo, programarem em PHIGS e PHIGS+, com recurso a equipamento mais sofisticado como é a estação IBM 530 (de arquitectura RISC).

6. Bibliografia

- [1] J.D. Foley, A. van Dam
Fundamentals of Interactive Computer Graphics, Addison-Wesley (1982)
- [2] J.D. Foley, A. van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes
Interactive Computer Graphics — Principles and Practice, Addison-Wesley (1990)
- [3] R.P. Burton
First university course in Computer Graphics, *Computer-Aided-Design*, vol.20(9), 1988
- [4] R.P. Burton
Advanced university course in Computer Graphics, *Computer-Aided-Design*, vol.21(2), 1989
- [5] K.W. Brodliie
Workshop Report — Future Developments in Computer Graphics Teaching, *Computer Graphics Forum*, vol.9(3), 1990