

A COMPUTAÇÃO GRÁFICA E O ENSINO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

José Carlos Teixeira

Grupo de Métodos e Sistemas Gráficos
Departamento de Matemática - FCTUC
Apartado 3008, 3000 COIMBRA
email: teixeira@mat.uc.pt

Sumário

No presente trabalho, depois de passar em revista alguns aspectos pedagógicos e cognitivos relacionados com a actividade de ensino, prestar-se-á atenção ao papel da Computação Gráfica no ensino assistido por computador e enumerar-se-ão algumas orientações a considerar no desenvolvimento de apresentações em computador. O desenvolvimento de cursos assistidos por computador será analisado, bem como referidas algumas das suas vantagens e desvantagens. Finalmente, serão apresentadas duas experiências de desenvolvimento de cursos assistidos por computador levadas a cabo no seio do Grupo de Métodos e Sistemas Gráficos da FCTUC e suportadas pelos projectos europeus DEDICATED/Delta [1] e DEDICATED/Comett [2].

1. Introdução

A educação e o treino estão cada vez mais no centro de atenção de todos aqueles que têm responsabilidades sobre a melhoria da qualificação dos agentes produtivos. Por todo o mundo se investe muito não só na educação básica, como ainda na formação especializada, treino e actualização. A indústria entendeu esta necessidade e começa a



orçamentar verbas cada vez mais avultadas para a formação dos seus empregados. A formação e treino é ainda a alternativa de ocupação positiva dos desempregados e a sua melhor preparação para novas oportunidades profissionais.

Os métodos e técnicas de educação e treino têm evoluído de forma acentuada nos últimos tempos. Reconhecida a importância do uso de meios informáticos, os desenvolvimentos mais recentes visam o suporte crescente da capacidade de percepção do aluno. O uso de material multimedia, sequências (estáticas e/ou animadas) bem desenhadas e aplicações interactivas para o aluno poder testar e aplicar os conhecimentos adquiridos, são requisitos considerados normais nos sistemas actuais de ensino assistido por computador. O aluno deverá ter a possibilidade de escolher a sua própria forma de aprendizagem, pelo que o habitual paradigma do ensino conduzido exclusivamente pelo professor está em mutação no sentido de uma crescente flexibilização: combinação de ensino orientado pelo professor, com trabalho exploratório por parte do próprio aluno e ainda com trabalho em grupo.

2. Alguns aspectos Pedagógicos e Cognitivos

Durante a preparação e desenvolvimento de qualquer actividade de ensino, o formador deverá ter em atenção alguns **aspectos pedagógicos** [3] de grande importância para o êxito da sua actividade:

- Ao preparar uma acção de formação, deverá ter-se em atenção que o seu objectivo primordial é o apoio à **aprendizagem individual**.
- O aluno deverá ser motivado a fim de otimizar o seu processo de aprendizagem. A **motivação** é uma característica que deve ser comum a qualquer uma das formas de aprendizagem que é possível identificar: **sob pressão** (formação básica, exigência profissional, exigência da entidade empregadora) e por **iniciativa individual** (prazer, curiosidade, desafio, recreação, centro de interesse)
- O formando deverá ser claramente **informado** sobre os **objectivos e metas** a atingir por forma a criar nele expectativas sobre a matéria em estudo. Estes deverão ser dados de uma forma simples e na globalidade.
- O ensino deve ser **devidamente planeado e conduzido**. A instrução afecta claramente o desenvolvimento individual, em especial dos mais jovens, pelo

que a liberdade de aprendizagem individual deverá ser condicionada por forma a assegurar que os objectivos de ensino são atingidos;

- A aprendizagem de determinado assunto deverá ter em atenção *conhecimentos adquiridos anteriormente*, assegurando a sua estabilização como base de novos conceitos e conhecimentos;
- A forma de *apresentação dos conhecimentos* deverá ser simples, clara e objectiva, recorrendo, eventualmente a exemplos esclarecedores;
- O aluno deverá ser confrontado com o *teste dos conhecimentos adquiridos*. Se não conseguir resolver as questões colocadas, o aluno deverá poder fazer *revisões*;
- Sempre que se fomente o teste de conhecimentos dos alunos, estes deverão ter sempre *um feedback adequado* que indique as razões da correcção ou incorrecção das suas respostas, evitando a permanência de dúvidas.

Apesar de apresentados com brevidade, não deverão ser esquecidos alguns **aspectos cognitivos** que mais directamente afectam as actividades de aprendizagem e treino [4]:

- A aprendizagem depende em grande parte da *atenção* dos formandos aos estímulos do formador e/ou dos meios disponíveis. Cabe aos formadores fomentar o seu aumento, através de formas de apresentação adequadas das matérias: realismo, animações, combinação de media, ...;
- Os conhecimentos apreendidos têm que ser memorizados, para que possam ser reutilizados posteriormente. A melhoria da utilização da *memória* poderá ser conseguida através de uma melhor *organização* das matérias ou da *repetição* da nova informação. A primeira aproximação é normalmente mais fácil de executar e produz melhores resultados;
- Para além da percepção dos conhecimentos, estes devem ser devidamente *compreendidos*, isto é, interpretados e integrados com os outros conhecimentos anteriormente adquiridos;
- A *transferência de conhecimentos* entre os formadores e os formandos, aspecto principal de qualquer acção de formação e treino, depende muito do tipo e quantidade da informação dada, do tipo e variedade de interacção com o formador e matéria em estudo, do realismo patente na formação e das metodologias de ensino utilizadas;



- Apesar da necessidade de planeamento e condução das actividades de formação (atrás já referida), não deverá ser esquecida a *individualidade dos alunos*, o que conduz à necessidade de prever alguma flexibilidade na relação do aluno com a matéria a estudar, permitindo o desenvolvimento dos talentos e capacidades individuais.

3. A Computação Gráfica e o Ensino Assistido por Computador

No ensino assistido por computador a *apresentação* das matérias, e respectivas técnicas e tecnologias de suporte, desempenha um papel de primordial importância. Constitui em si mesmo a forma de transmissão da matéria e, ao envolver gráficos e outras ajudas audiovisuais, é normalmente mais persuasiva que a comunicação verbal ou directa do formador. A utilização da tecnologia *multimedia* actualmente disponível constitui o aspecto mais marcante e distintivo das apresentações em computador. A acessibilidade e normalidade que constitui já hoje a combinação de texto, gráficos, vídeo e som levará, a breve prazo, à substituição do termo multimedia simplesmente por media.

A Computação Gráfica, enquanto tecnologia horizontal, representa o suporte fundamental das apresentações em computador. Para além dos gráficos estáticos e imagens fotográficas, a inclusão de animações e simulações de fenómenos e processos são comuns e só possíveis face aos avanços conseguidos nas diferentes áreas da computação gráfica. Desta forma é possível transmitir de forma mais fácil conceitos, relações e a aplicabilidade dos assuntos em causa, facilitando a aprendizagem e o treino.

De uma forma geral, podem considerar-se quatro *actividades no processo de ensino e aprendizagem*:

1. Apresentação da informação
2. Utilização orientada da informação por parte do formando
3. Prática das matérias estudadas, para uma melhor apreensão e solidificação de conhecimentos
4. Avaliação do nível de conhecimentos obtidos

A *apresentação tutorial* das matérias é comum nas duas primeiras actividades e é utilizada em diferentes domínios, desde assuntos teóricos a mais tecnológicos. As técnicas da computação gráfica possibilitam a realização de uma boa apresentação. No entanto, não deverão ser esquecidas questões relacionadas com a organização e



armazenamento da informação, fundamental para o seu fácil acesso, o qual, num processo de ensino e treino, não é apenas sequencial. A navegação flexível e o acesso directo aos assuntos disponíveis, são hoje esperados pelos formandos, pelo que é prática comum a utilização de hiper-estruturas. Os sistemas mais simples de apresentação sequencial de ecrãs estão, assim, a dar lugar a sistemas mais poderosos capazes de armazenar e gerir diferentes tipos de informação, de proveniência diversa, e permitir o seu acesso diferenciado e flexível.

Algumas *orientações* deverão ser consideradas a fim de assegurar uma qualidade elevada das apresentações:

- As *apresentações* dos temas individuais deverão ser *curtas* e possibilitar a *interacção com o aluno*. Se um assunto é complexo, este deverá ser subdividido em partes, possibilitando a realização de apresentações simples. O principal aspecto que suporta esta orientação prende-se com o tempo de atenção requerido ao aluno.
- A *formatação* geral da informação deverá ser muito cuidada, quer no que respeita ao texto (formatação das linhas de texto, extensão das frases, espaçamento entre linhas, tipo e dimensão da letra, ...) como à combinação e organização das diferentes sub-áreas de apresentação, normalmente atribuídas aos diferentes tipos de informação.
- Os *gráficos* a usar deverão revelar uma *boa ligação com os conceitos tratados no texto* e uma simplicidade que revele a importância ponderada dos diferentes conceitos. Nomeadamente, as *cores* devem ser usadas de uma forma harmoniosa, tendo em consideração as suas características: *cores suaves* para o fundo e *mais intensas* para evidenciar os conceitos mais importantes. Os códigos de utilização comum não deverão ser esquecidos (por exemplo, o uso do vermelho e do verde).
- As apresentações não deverão esquecer *formas de ajuda do tipo procedimental* e do *tipo informativo*: o primeiro tipo diz respeito à forma de actuar e proceder perante determinados situações (por exemplo, navegação entre os vários assuntos) e o segundo engloba as ajudas respeitantes à explicação de conceitos, descrições detalhadas dos problemas, processos e procedimentos, podendo ainda englobar exemplos de aplicação e exercícios.

- As *perguntas e respostas* a incluir deverão prever uma explicação clara dos motivos de incorrecção das respectivas respostas, a fim de evitar confusão nos alunos.
- Após a apresentação dos conceitos o aluno deverá ter a *possibilidade de realizar revisões* da matéria dada, de forma adequada aos seus desejos individuais.

4. Desenvolvimento de Cursos Assistidos por Computador

A estrutura geral e fluxo de um curso assistido por computador poderá ser apresentado da forma seguinte [4]:

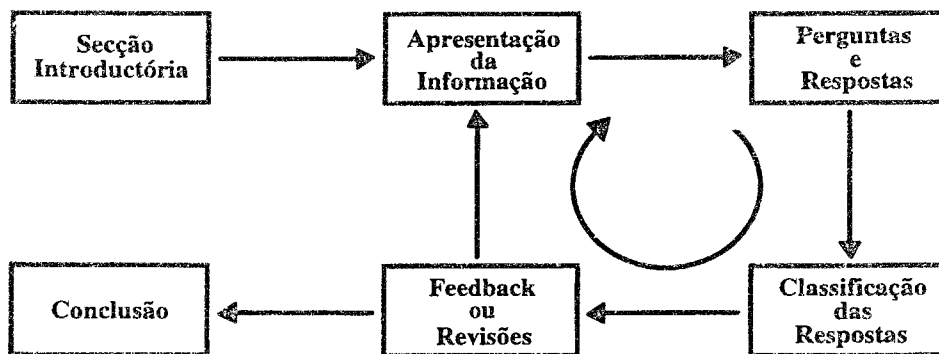


Fig. 1 - Estrutura geral e fluxo de um Curso

Cada secção do curso deve ter uma introdução destinada a informar o aluno dos objectivos e da natureza da secção. Após a apresentação da matéria propriamente dita, deverá existir uma fase de (auto)-avaliação, através de um conjunto de perguntas. A indicação da correcção e/ou a explicação dos erros nas respostas, permitirá ao formador e ao aluno avaliar o nível de apreensão dos conceitos. Após a obtenção de um nível mínimo de apreensão, o aluno poderá avançar para uma nova secção.

Ainda segundo Alessi [4], no desenvolvimento de cursos assistidos por computador deverá ser prestada especial atenção a um conjunto de pontos, como por exemplo:

Introdução do Curso :

- ✓ Usar páginas com títulos pequenos
- ✓ Apresentar os objectivos de uma forma simples

- ✓ Relacionar a nova matéria com conhecimentos anteriores

Motivação :

- ✓ Usar níveis apropriados de desafio e dificuldade
- ✓ Motivar a curiosidade e a imaginação
- ✓ Fomentar e estimular a atenção do aluno
- ✓ Aplicar com moderação, inteligência e harmonia as técnicas de motivação, para que não perturbem os outros factores de ensino

Apresentação da Informação :

- ✓ As apresentações devem ser curtas
- ✓ Os ecrãs devem ser atractivos e consistentes
- ✓ Deverão ser usados gráficos para a informação mais importante
- ✓ Deverá ser evitada mais do que uma cor para o texto, e este deverá ser conciso, claro e esclarecedor

Sequência das Lições :

- ✓ Evitar apresentações lineares.
- ✓ A sequência das páginas do curso deverá ser baseado em graus de dificuldade da matéria e no nível de conhecimentos do aluno
- ✓ O aluno deve poder controlar a sequência dos ecrãs
- ✓ Deve ser possibilitada a conclusão temporária e antecipada do curso por parte do aluno

As principais *vantagens* identificáveis no ensino assistido por computador são [5]:

- ☺ eliminação da necessidade do recurso ao uso de outros meios de apresentação, como por exemplo transparências;
- ☺ possibilidade de fácil reutilização de partes da apresentação;
- ☺ facilidade de armazenamento da apresentação (por exemplo, em disco), em vez do arquivo de um conjunto de transparências, diapositivos e vídeos;
- ☺ facilidade de alteração das imagens e texto incluídas na apresentação;



- ☺ possibilidade de inclusão de efeitos dinâmicos, como por exemplo animações;
- ☺ possibilidade de controlo da sequência da exposição.

Por outro lado, as principais *desvantagens* são [5]:

- ☹ necessidade de equipamento adequado (cada vez menos dispendioso);
- ☹ necessidade de utilização de *software* adequado à realização dos princípios de desenvolvimento dos cursos (o Projecto DEDICATED/Delta dará uma contribuição a este aspecto);
- ☹ qualidade projecção e visualização nem sempre adequadas.

Para além das vantagens e desvantagens apontadas, as inovações tecnológicas estão a originar novas oportunidades e o desenvolvimento de novas técnicas, que alterarão as duas listas anteriores. Os formadores do próximo futuro terão cada vez mais conhecimentos informáticos, o que facilitará o uso de cursos assistidos por computador. Por outro lado, as barreiras tecnológicas e económicas que poderiam atrasar a generalização do uso da tecnologia informática no ensino tenderão a esbater-se. No entanto, os formadores deverão ter a preocupação de verificar se o uso abusivo desta tecnologia não vai prejudicar a formação do aluno, em especial se criar situações de dependência tecnológica excessiva.

5. Duas Experiências de Desenvolvimento Cursos Assistidos por Computador

No âmbito do projecto DEDICATED foram desenvolvidos três cursos destinados a testar a utilização de cursos assistidos por computador e a provar a sua adequação às tarefas de aprendizagem e treino. A referência que a eles faremos destina-se a evidenciar alguns aspectos de desenvolvimento e resultados obtidos. Como ferramenta de suporte ao desenvolvimento foi utilizado o ToolBook [6], [7]. A fim de ser obtida uma uniformidade nos diferentes desenvolvimentos, previamente foi estudada a organização do ecrã, cujo resultado se apresenta na Fig. 2.



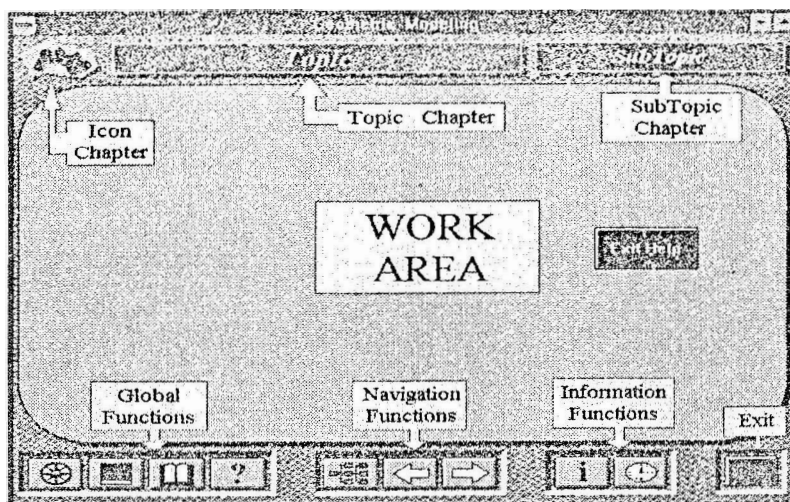


Fig. 2 - Organização do ecrã

5.1. Transformações Geométricas

Ao tratar um assunto tão fundamental como as transformações geométricas para um tipo de aluno diversificado, que poderá incluir técnicos, foi adoptada a seguinte metodologia:

Em primeiro lugar o aluno terá uma introdução informal das transformações geométricas, através quer de texto e desenhos estáticos quer através de simulações muito simples do efeito das transformações (Fig. 3). A inclusão de animações realistas de situações em que o efeito das transformações seja claro, bem como de vídeos com cenas da vida real em que a sua dinâmica permita estabelecer um paralelismo com as transformações anteriormente introduzidas, são um eficaz meio de produzir motivação nos alunos e desperta-los para a sua aplicação.

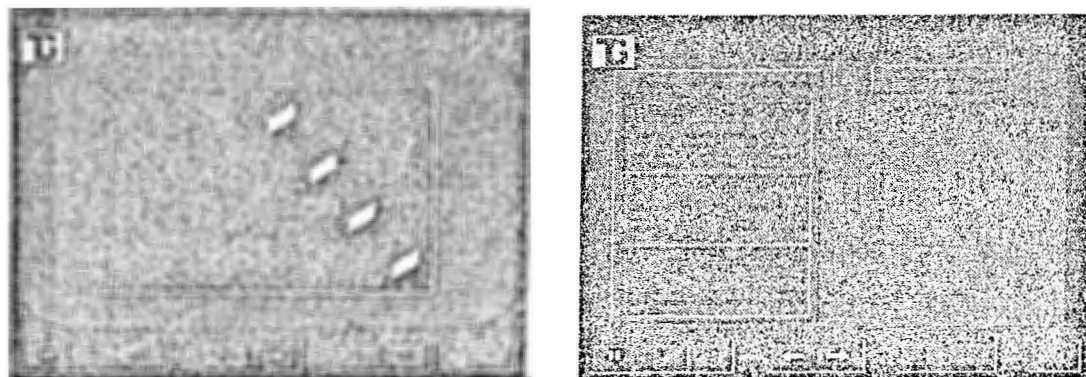


Fig. 3 - Estrutura do Curso e Identificação das Transformações Geométricas

Uma vez conseguida a motivação necessária e a identificação das diferentes transformações geométricas, poderão então ser introduzidos os fundamentos matemáticos, inicialmente das transformações 2D (Fig. 4) e posteriormente das 3D.

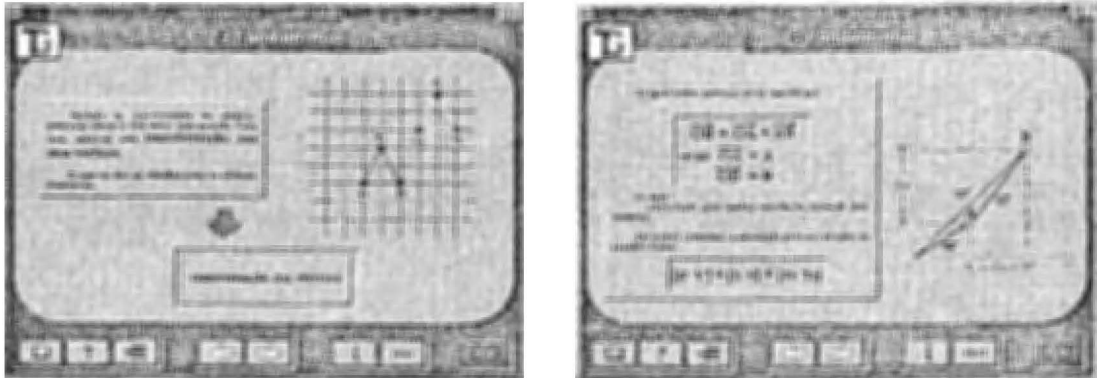


Fig. 4 - Fundamentos Matemáticos das Transformações Geométricas 2D

Ao aluno é disponibilizado um ambiente especialmente desenvolvido para este efeito o qual permite, quer o teste individual de cada uma das transformações (destinado a ser usado especialmente após o tratamento de cada transformação) quer a exemplificação de todas elas (Fig. 5).

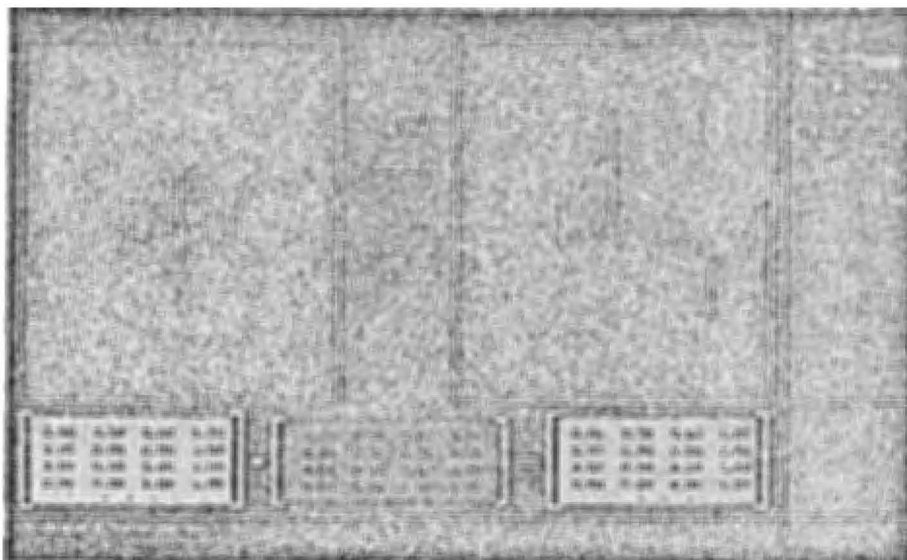


Fig. 5 - Ambiente de Teste e Exemplificação das Transformações Geométricas

Algumas características importantes este ambiente deverão ser salientadas:

- O aluno dispõe da definição geométrica (matricial) do modelo através dos seus vértices, e da respectiva representação gráfica.
- Após a escolha da transformação, e dos respectivos parâmetros, aparecerá a matriz de transformação
- O aluno tem duas hipóteses de simulação da transformação: ou *imediate* (visualiza apenas o efeito na representação gráfica e na matriz de definição do modelo) ou *passo-a-passo* (visualiza o produto das duas matrizes relativamente a cada um dos vértices e o efeito gráfico vértice a vértice)

5.2. Modelação Geométrica de Formas Livres

No estudo dos fundamentos da modelação de curvas e superfícies de forma livre, é dada uma ênfase especial às representações Bernstein-Bézier e B-Spline. Os alunos têm à sua disposição sequências de exposição dos assuntos elementares, nos quais as provas não fundamentais para a compreensão do assunto só são visíveis por indicação expressa do aluno e os algoritmos fundamentais (como por exemplo o de *de Casteljau*) são simulados (Fig. 6 e Fig. 7).

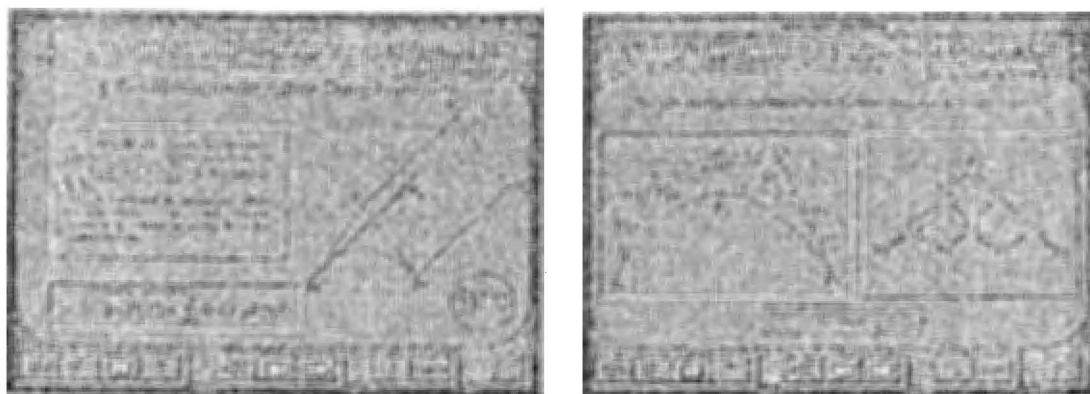


Fig. 6 - Modelação de Curvas de Forma Livre

De forma idêntica ao que acontecia com o curso de transformações geométricas, é disponibilizado ao aluno um conjunto de ambientes especialmente desenvolvidos para teste dos diferentes aspectos da modelação de formas livres (criação, alteração, ...), bem como um ambiente geral onde todas as funcionalidades estão acessíveis (Fig. 8).

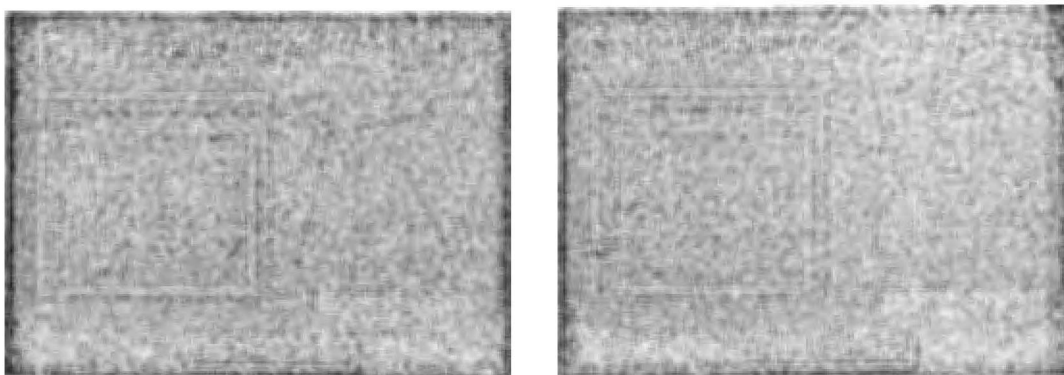


Fig. 7 - Simulação do Algoritmo de Elevação de Grau de uma curva de Bézier

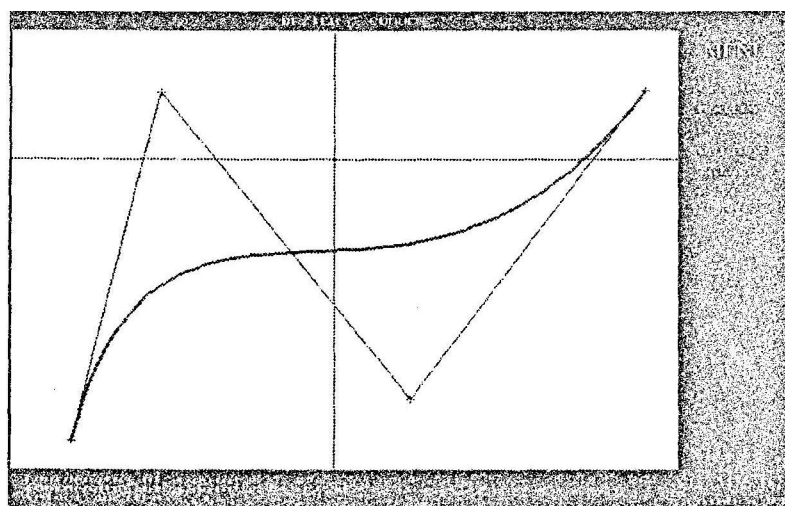


Fig. 8 - Ambiente para Criação e Alteração de curvas de Bézier

6. Conclusões

A experiência obtida com o desenvolvimento de cursos assistidos por computador que temos vindo a levar a efeito mostra que estes são um meio muito poderoso de um aluno, de qualquer nível e com qualquer tipo de formação anterior, ser introduzido numa dada matéria. A possibilidade de integração de meios de comunicação diferentes, tirando partido de todos os sentidos humanos, assegura uma maior motivação e rapidez de apreensão. Por outro lado, o aluno poderá verificar, no mesmo ambiente em que lhe foram apresentados os conceitos, o seu efeito e testar os seus conhecimentos.

A maleabilidade na formação e treino que é introduzida (o aluno poderá exercitar-se onde e quando quiser) contribuirá para uma mais fácil melhoria dos conhecimentos dos utilizadores desta tecnologia. Num momento em que à formação e treino é devotada uma

atenção especial por todo o mundo, o ensino assistido por computador terá uma utilização crescente.

Agradecimentos

O autor deseja expressar os seus agradecimentos aos elementos do Grupo de Métodos e Sistemas Gráficos da FCTUC, bem como aos alunos do Ramo de Computação Gráfica da Licenciatura em Matemática, que contribuíram para a realização destes cursos.

Referências

- [1] C. Chevaleyre, M. Fessenbecker, N. Ioannidis, S. Kotsis, H. Kuhlmann e J. Teixeira, "*DEDICATED Electronic Classrooms*", Deliverable 4, Setembro 1992.
- [2] J. Teixeira, J. Bernardino, D. Krömker, R. Mesquita e D. Schlumberger, "*Design and Functional Specification of the (COMETT) Courses*", Deliverable 1, Fevereiro 1993.
- [3] Robert M. Gagné, Leslie J. Briggs e Walter W. Wager, "*Principles of Instructional Design*", Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, 1992.
- [4] Stephen M. Alessi e Stanley R. Trollip, "*Computer-Based Instruction Methods and Development*", Prentice Hall, 1991.
- [5] Robert M. Woelfle, "*A New Guide for Better Technical Presentations Applying Proven Techniques with Modern Tools*", IEEE Press, 1992.
- [6] "*Using Toolbook : A Guide to Building and Working with Books*", Asymetrix Corporation, 1989.
- [7] "*Toolbook Ideas : An Author's Introduction to Programming in Toolbook*", Asymetrix Corporation, 1991.

