

Ensino da Computação Gráfica na FCUL

Ana Paula Cláudio
apc@di.fc.ul.pt

Maria Beatriz Carmo
bc@di.fc.ul.pt

João Duarte Cunha
jdc@di.fc.ul.pt

Departamento de Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Campo Grande, 1749-016 Lisboa

Sumário

Apresentam-se as linhas mestras do ensino da computação gráfica, tomada em sentido lato ou alargado, na licenciatura e na pós-graduação em Informática da FCUL. Indicam-se as disciplinas leccionadas e o respectivo encadeamento lógico. Para cada uma são descritos os objectivos e programa e referidos os aspectos mais relevantes do funcionamento em anos lectivos recentes.*

Palavras-chave

Computação Gráfica, Visualização, Animação, Ambientes Virtuais, Ensino

1. INTRODUÇÃO

O leque de disciplinas leccionadas na FCUL na licenciatura e na pós-graduação em Informática, dentro dum domínio que poderemos designar por computação gráfica em sentido lato ou alargado, configura um percurso com uma base obrigatória - Computação Gráfica - à qual se segue uma disciplina opcional de carácter eminentemente aplicado - Visualização - e uma outra, de índole mais avançada, oferecida apenas na pós-graduação - Animação e Ambientes Virtuais.

É importante referir que os aspectos específicos da interação pessoa-máquina são tratados de forma autónoma na disciplina de Interfaces Pessoa-Máquina, também ela obrigatória, e integrada no grupo de disciplinas da área de Sistemas de Informação.

Com a última reestruturação da licenciatura em Informática, que teve efeitos a partir do ano lectivo corrente, 2003/2004, a disciplina de Computação Gráfica transitou do 4º para o 5º semestre, mantendo a carga lectiva semanal teórica de 2h, mas reduzindo de 2h para 1h30m a carga teórico-prática.

O facto de existir apenas uma disciplina obrigatória nesta área faz com que se procure cobrir no respectivo programa todos os aspectos essenciais do processo de geração de imagens em computador, incluindo a produção de imagens realistas.

A Visualização é uma aplicação da Computação Gráfica com interesse quase universal, o que a torna importante por si própria, para além do interesse que tem enquanto complemento da disciplina base.

A disciplina de Visualização funcionou pela primeira vez no ano lectivo de 1999/2000, nessa altura com o nome de Visualização de Informação, como opção para o 3º ou 4º ano da licenciatura em Informática. Após a reestruturação da licenciatura no ano lectivo 2003/2004, além de ter mudado de nome, a carga horária semanal passou a ser de 2h de aulas teóricas e 1h30 de aulas teórico-práticas. É uma disciplina opcional do 4º ano da licenciatura em Informática, sendo simultaneamente oferecida na pós-graduação. Pode ainda ser frequentada como disciplina de opção por alunos do curso de Estatística e Investigação Operacional.

A disciplina de Animação e Ambientes Virtuais substituirá, a partir do ano lectivo 2004/2005, a de Animação de Agentes Inteligentes, completando a oferta nesta área. Trata-se de uma disciplina ainda em preparação pelo que não será discutida em pormenor. A oferta de uma disciplina sobre esta temática insere-se na estratégia prosseguida pela linha de investigação sobre agentes inteligentes iniciada desde há alguns anos no Departamento de Informática (Projecto SARA - Sociedades de Agentes Inteligentes e Animados, e MAGO2 - Modelling Agents and Organizations). Para os alunos do programa de mestrado pretende-se que funcione, em conjunto com as disciplinas da área de Inteligência Artificial, como introdução e motivação para a investigação.

2. DISCIPLINAS

2.1 Computação Gráfica

2.1.1 Objectivos e Programa

Como foi referido na introdução, a disciplina de Computação Gráfica é a única disciplina obrigatória desta área na licenciatura em Informática. Assim,

considera-se como objectivo a atingir que os alunos se familiarizem com todos os aspectos essenciais do processo de geração de imagens em computador, incluindo a criação de imagens realistas.

No início das aulas é feito o enquadramento da computação gráfica, mostrando a sua relação com outras disciplinas que podemos considerar afins, nomeadamente o tratamento de imagens e o reconhecimento de padrões. É feita igualmente referência à modelação geométrica.

No sentido de os despertar desde logo para as potencialidades que irão descobrindo ao longo do semestre, os alunos são confrontados nas primeiras aulas com uma demonstração envolvendo a geração de imagens realistas e é-lhes pedido que realizem um pequeno trabalho de observação.

Seguem-se, em 2D, as transformações geométricas, o recorte e uma introdução à rasterização de linhas e polígonos. Passando a 3D, são tratadas as transformações geométricas e as projecções, culminando a parte relativa aos aspectos geométricos com a apresentação do *pipeline* de visualização.

A eliminação de invisíveis é apresentada como fronteira entre aos aspectos puramente geométricos e o tratamento da interacção da luz com a superfície dos objectos, base da geração de imagens realistas.

A introdução à problemática das imagens realistas inclui os modelos locais de iluminação, os métodos de interpolação de Gouraud e Phong, os modelos globais, com o estudo do *ray-tracing* e da radiosidade, e uma introdução à teoria da cor.

O programa inclui ainda o estudo dos periféricos gráficos mais representativos, em particular dos monitores.

O programa detalhado é indicado em apêndice.

2.1.2 Funcionamento

O elevado número de alunos inscritos - normalmente mais de 200 - a reduzida carga horária das aulas teórico-práticas e a inexistência de laboratórios em número suficiente para que as aulas possam ser aí leccionadas de forma regular, leva a que o processo de avaliação assuma um papel muito importante no estímulo à aprendizagem.

Como descrito em [Cunha99], adoptou-se durante vários anos lectivos um método de avaliação misto. Aos alunos eram oferecidas duas modalidades de avaliação em que os pesos da componente prática e do exame eram diferentes. Na primeira modalidade os alunos realizavam um trabalho prático com peso 25% na nota final, enquanto na segunda modalidade era proposto um trabalho de maior envergadura, com peso 50%. Esta última modalidade era explicitamente apresentada como exigindo maior esforço e dedicação, tinha como alvo os alunos mais interessados em computação gráfica, admitindo que estes pudessem propôr os seus próprios enunciados que eram discutidos com o responsável da disciplina antes do início da sua concretização.

Contudo, quando na penúltima reestruturação da licenciatura a disciplina de Computação Gráfica passou

do 6º para o 4º semestre, constatou-se que os alunos não dispunham, nem de prática de programação, nem de uma maturidade científica que os predispuesses a realizar projectos de alguma envergadura. A segunda modalidade de avaliação foi assim desaparecendo de forma gradual e natural, não se tendo considerado adequado fazer um esforço para a manter.

A mudança para o 5º semestre poderá vir a alterar esta situação, mas o presente ano lectivo foi um ano de transição, verificando-se, na prática, que grande número dos alunos que frequentaram a cadeira se encontravam efectivamente no 3º semestre da licenciatura.

Para a definição do sistema de avaliação introduzido no último semestre, já com a mais recente reestruturação em vigor, dois aspectos foram de fundamental importância: a redução da carga horária semanal das aulas teórico-práticas de 2h para 1h30, e a constatação de que grande parte dos alunos efectuavam um estudo selectivo deixando, na sua preparação para o exame, partes significativas da matéria em aberto. Assim, tendo em conta o primeiro aspecto, introduziu-se uma forte componente de avaliação contínua e, para corrigir o segundo aspecto, dividiu-se o exame final em dois blocos, ambos com exigência de nota mínima.

O cálculo da nota final baseou-se em quatro parâmetros de avaliação. Os três primeiros, cotados para 20 valores, são o exame final, os trabalhos de avaliação contínua e um pequeno projecto, com pesos de 60%, 20% e 15%, respectivamente. O último parâmetro de avaliação é o quociente entre o número de aulas teórico-práticas assistidas pelo aluno e o número total de aulas no semestre.

A inclusão de um parâmetro directamente relacionado com a assiduidade às aulas teórico-práticas, já anteriormente previsto noutras disciplinas da licenciatura, tem por objectivo levar à diminuição do absentismo que se verifica logo a partir das primeiras semanas de semestre lectivo. Análises realizadas em algumas disciplinas onde a avaliação inclui um parâmetro relacionado com a assiduidade indicam claramente que o absentismo tem consequências notoriamente negativas no aproveitamento escolar dos alunos.

O exame, como já referimos, foi dividido em dois blocos de peso igual, exigindo-se em cada um deles uma nota mínima. Deste modo incentivam-se os alunos a dedicar atenção a toda a matéria leccionada ao longo do semestre, mesmo que apenas nas aulas teóricas.

O projecto consistiu na implementação, em linguagem Java, de algoritmos para verificar a convexidade de polígonos e para determinar a posição de segmentos de recta relativamente a polígonos convexos. O projecto foi realizado em grupos de três alunos, mas a nota desta componente de avaliação foi atribuída individualmente com base numa discussão oral.

Os trabalhos de avaliação contínua, como o nome indica, foram sendo propostos ao longo de todo o semestre e tiveram como principal objectivo levar os alunos a

acompanhar regularmente a matéria leccionada nas aulas teóricas. Num total de sete trabalhos propostos, todos individuais excepto o primeiro, cada aluno era obrigado a entregar pelo menos três. A nota desta componente foi calculada com base no número de trabalhos entregues, na correcção efectuada a três desses trabalhos e numa discussão oral com o aluno sobre um destes três últimos. O *software* vtk [http:vtk] foi utilizado como suporte de algumas aulas teóricas e teórico-práticas e como plataforma para realizar os trabalhos de avaliação. Aliás este *software* tem sido usado nesta disciplina nos últimos quatro anos lectivos. Trata-se de uma caixa de ferramentas *open-source*, orientada por objectos e vocacionada para a computação gráfica 3D, a visualização e o processamento de imagem. Na sua essência, o vtk é um conjunto de classes escritas em C++ que fornecem as funcionalidades para se criarem aplicações gráficas 3D sem necessidade de programação de baixo nível. As classes oferecidas pelo vtk podem ser usadas a partir de programas em C++, Java, Python e Tcl. Nas aulas de Computação Gráfica tem sido usada esta última linguagem uma vez que a facilidade para testar conceitos de forma interactiva é muito mais importante do que o desempenho.

A primeira aula teórico-prática teve como objectivo despertar os alunos para um conjunto consideravelmente vasto de assuntos a estudar ao longo do semestre: transformações geométricas; projecções perspectivas e paralelas; utilização do sistema RGB para definir a cor dos objectos e das luzes presentes na cena; modelos locais de iluminação e aproximações poligonais a superfícies curvas; interacção da luz com a matéria.

Para atingir este objectivo, foi dada aos alunos uma cena produzida no vtk e propôs-se um conjunto de comandos que alteravam o aspecto da cena. Os alunos foram desafiados a tentar explicar o que mudava na cena após a execução de cada comando.

No decorrer da segunda aula teórico-prática, e como complemento da primeira, foi realizado no laboratório o primeiro trabalho de avaliação contínua. Partindo de uma cena produzida no vtk, distinta da primeira, foi fornecida uma sequência de comandos a efectuar e, para cada comando, uma pergunta, em geral com um conjunto de respostas de escolha múltipla. Este trabalho foi realizado em grupo, incentivando assim a discussão das mudanças observadas na cena e da sua interpretação tendo em conta as perguntas efectuadas e as respostas propostas.

As aulas teórico-práticas seguintes tiveram lugar na sala de aula e cobriram duas vertentes: complementou-se a matéria ministrada nas aulas teóricas e resolveram-se exercícios.

O segundo trabalho de avaliação contínua consistiu na resolução de um problema de transformação janela-enquadramento. Para cada um dos restantes cinco trabalhos foi fornecida uma cena em vtk e um conjunto de comandos, pedindo-se para cada um deles um comentário, fundamentado na matéria leccionada nas aulas, que explicasse o efeito provocado na cena. Estes

trabalhos cobriram uma parte muito significativa da matéria e os respectivos temas encontram-se em anexo.

2.2 Visualização

2.2.1 Objectivos e Programa

A visualização de dados usando técnicas sofisticadas de Computação Gráfica começou por ser aplicada a dados de natureza técnico-científica mas rapidamente se estendeu a informação de outros tipos, nomeadamente em ligação com o apoio à decisão e o *data warehousing*. Pode dizer-se que onde há grandes quantidades de dados a visualização está ou vai estar presente como forma privilegiada de ultrapassar a dificuldade de os analisar directamente e os inconvenientes de nos limitarmos à sua manipulação mais ou menos cega. A disciplina de Visualização tem por objectivo dar a conhecer aos alunos algoritmos para a visualização de diferentes tipos de dados e técnicas de interacção adequadas à exploração de grandes volumes de dados.

O programa da disciplina foca as duas áreas em que tradicionalmente se subdivide a visualização: a Visualização de Dados Científicos e a Visualização de Informação. No início é feita uma apresentação breve da matéria tratada na disciplina de Computação Gráfica. Esta apresentação é necessária porque parte dos alunos, em particular muitos alunos da pós-graduação e os alunos da licenciatura em Estatística, não tiveram previamente qualquer contacto com computação gráfica. Relativamente à Visualização de Dados Científicos é analisada a estrutura de dados para a visualização, sendo estudados diferentes tipos de grelhas. São apresentados diferentes formas de representação e os algoritmos mais utilizados para a representação de grandezas escalares, vectoriais e tensoriais. No âmbito da Visualização de Informação são estudados processos de filtragem, *zoom*, variação de representações e as formas de interacção mais comuns. São apresentadas técnicas de visualização de diferentes tipos de dados e sistemas de visualização paradigmáticos nesta área. O programa detalhado da disciplina figura em anexo.

2.2.2 Funcionamento

Nas aulas teóricas, a exposição é frequentemente acompanhada com demonstrações interactivas dos conceitos expostos, o que é tanto mais importante quanto é certo que para os alunos da pós-graduação não existem aulas teórico-práticas.

Nas aulas teórico-práticas são estudadas várias aplicações informáticas que implementam os conceitos abordados nas aulas teóricas. Para além disso é feita uma introdução ao desenho assistido por computador.

As aulas teórico-práticas são normalmente dadas em laboratório, apresentando-se as aplicações e fazendo-se o acompanhamento da realização dos três trabalhos práticos de avaliação.

As primeiras aulas são dedicadas ao estudo de um *software* de CAD. Tem sido utilizado o MicroStation

[httpMicroStation] estudando-se a construção de modelos em 2D e 3D.

Nas aulas seguintes são ilustrados os conceitos de visualização de dados científicos com base em duas aplicações com características diferentes, ambas de domínio público: o WebWinds [httpWebWinds] e o vtk.

O WebWinds permite a construção interactiva da visualização recorrendo essencialmente à utilização de menus. O conjunto de representações disponíveis não é muito vasto, mas é um programa de aprendizagem rápida.

O vtk, é utilizado igualmente na disciplina de Computação Gráfica como já foi referido. Na disciplina de Visualização são estudadas as classes que se adequam à construção de visualizações no âmbito da visualização de dados científicos. O vtk permite maior variedade de representações que o WebWinds, nomeadamente a geração de representações tridimensionais mais sofisticadas, bem como a visualização de grandezas vectoriais e tensoriais. Explora-se a utilização a partir da linguagem tcl, deixando no entanto ao critério dos alunos a sua utilização a partir de outras linguagens como o C++ ou o Java.

Nas restantes aulas do semestre é feito o acompanhamento da realização do trabalho final.

2.2.3 Avaliação

A avaliação inclui a realização de trabalhos práticos e de dois testes ou de um exame. Para obter aprovação na disciplina é necessário obter uma nota mínima em cada uma das componentes.

Os alunos podem optar por realizar dois testes ao longo do semestre, cada um deles com peso 15% ou, em alternativa, um exame no fim do semestre, com peso 30%. O exame é composto por duas partes correspondentes à matéria abrangida por cada um dos testes, exigindo-se nota mínima em cada uma delas.

A avaliação prática é composta por três trabalhos. No primeiro, com peso 15%, é utilizado o MicroStation. Os conceitos apresentados nas aulas são aplicados no desenvolvimento de modelos 2D e 3D de edifícios.

O segundo trabalho, com peso 20%, centra-se na visualização de dados científicos. É fornecido aos alunos um conjunto de dados de média dimensão para serem analisados com o WebWinds e o vtk. Para além da utilização de cada uma das aplicações, é pedido aos alunos para as comparar tendo em conta as capacidades de representação disponíveis e o esforço necessário para a construção de visualizações em cada uma delas. No último semestre foram utilizados dados provenientes da observação de duas grandezas escalares, temperatura e humidade, e uma grandeza vectorial, velocidade do vento, referidos a uma grelha tridimensional de dimensões 61x91x5, correspondente a uma variação de 60° em latitude, 90° em longitude e 5 observações espaçadas de 6h.

Para o terceiro trabalho, com peso 35%, são propostos vários enunciados em alternativa, abordando

essencialmente problemas característicos da área da visualização de informação. A título exemplificativo indicam-se de seguida alguns dos temas propostos:

- implementação de técnicas de visualização de diferentes tipos de dados, tais como estruturas hierárquicas;
- utilização de funções de grau de interesse para filtragem de informação;
- criação de visualizações utilizando múltiplas representações com diferentes graus de detalhe e parametrizadas de modo a variarem de acordo com os atributos da informação;
- exploração de áreas especializadas dentro da visualização de informação, tais como a visualização de *software*. Um dos trabalhos propostos consistiu na visualização de algoritmos de ordenação;
- estudo de aplicações de visualização não apresentadas nas aulas, como é o caso do OpenDX. Neste caso, pediu-se a análise dos dados fornecidos para o segundo trabalho de modo a comparar este *software* com o WebWinds e o vtk;
- extensão do trabalho desenvolvido no primeiro trabalho, fazendo a conversão do modelo tridimensional construído no *software* de CAD para o formato VRML. Foi pedido aos alunos para completarem o modelo transformado com os mecanismos de interacção existentes em VRML de modo a enriquecer a navegação num ambiente virtual.

Por último um comentário sobre o peso relativamente pequeno, 30%, que é atribuído à componente teórica da avaliação. Poder-se-ia admitir que a avaliação fosse feita apenas com base na realização dos trabalhos e respectiva discussão. Contudo, sendo difícil garantir que nos trabalhos seja aplicada a totalidade dos conceitos abordados nas aulas teóricas, a existência de uma componente teórica na avaliação, com nota mínima embora com um peso pequeno, dá alguma garantia de que os alunos ficam minimamente familiarizados com todos os aspectos considerados importantes na elaboração do programa.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo descrevem-se as disciplinas oferecidas na FCUL, ao nível de licenciatura e de pós-graduação, no âmbito da computação gráfica tomada num sentido lato, isto é, considerando a Computação Gráfica propriamente dita e domínios específicos de aplicação.

Para além da indicação dos programas e elementos de estudo e de trabalho fornecidos ou indicados aos alunos, referem-se aspectos de funcionamento que se têm mostrado mais críticos do ponto de vista de se conseguir um melhor aproveitamento por parte dos alunos.

Pretende-se assim contribuir para uma partilha de experiências sobre o ensino da computação gráfica nas várias universidades e politécnicos, condição essencial para o sucesso de iniciativas mais ambiciosas como o

mestrado distribuído em Computação Gráfica e Multimédia.

Por outro lado, tirando partido das sinergias para o ensino em rede que vão sendo criadas em torno desta iniciativa do Grupo Português de Computação Gráfica (GPCG), é possível equacionar outras formas de cooperação que possam despertar o interesse dos alunos para estas áreas. A título de exemplo, e como catalizador de um potencial debate sobre experiências piloto, refira-se a criação de uma exposição virtual de trabalhos de alunos no *site* do Grupo, o incremento da difusão de aulas sobre tópicos específicos ou a definição de projectos que possam ser realizados cooperativamente por grupos de várias instituições de acordo com as especificidades de cada uma.

4. REFERÊNCIAS

[Cunha99] J.D.Cunha, M. Beatriz Carmo e Ana Paula Cláudio. Ensino da Computação Gráfica e áreas afins. *CGME'99, Leiria, 1999*

[httpWebWinds] <http://www.openchannelsoftware.com/projects/WebWinds>

[httpvtk] <http://public.kitware.com/VTK/>

[httpMicroStation] <http://www.bentley.com>

[httpOpenDx] <http://www.opendx.org>

[httpVRML] <http://www.web3d.org>

5. APÊNDICE

Programa de Computação Gráfica

Âmbito da Computação Gráfica: transformação de um “espaço de objectos” num “espaço de imagens”. Computação Gráfica e disciplinas afins: modelação geométrica, tratamento de imagens, reconhecimento de formas.

Transformações geométricas em 2D: translações, rotações e mudanças de escala. Coordenadas homogéneas. Concatenação de transformações. Noção de janela e enquadramento (*viewport*). Transformação janela-enquadramento.

Recorte. Recorte de segmentos de recta: algoritmos de Cohen-Sutherland e da divisão ao meio. Recorte de polígonos: algoritmo de Sutherland-Hodgman.

Introdução ao problema da rasterização: representações digitais vs. representações analógicas. Princípio de funcionamento dos periféricos de varrimento. Rasterização de linhas: algoritmo do ponto médio. Rasterização de polígonos: algoritmos baseados em propriedades de coerência ao longo de linhas de varrimento e ao longo de arestas. Tratamento de singularidades. Algoritmos de preenchimento de áreas a partir de uma “semente”: *boundary fill* e *flood fill*.

Periféricos gráficos de saída. Classificação: monitores e dispositivos de *hardcopy*, periféricos caligráficos e periféricos *raster*. Funcionamento dos monitores com tubo de raios catódicos. Cor falsa e cor verdadeira. Tabela de cores. Funcionamento dos monitores de cristal líquido.

Noção de *aliasing*. Introdução aos métodos de *anti-aliasing*.

Transformações geométricas em 3D. Rotação em torno de um eixo arbitrário. Projecções. Projecções paralelas e perspectivas e sua classificação. Representação matricial dos vários tipos de projecções. Transformações pontuais projectivas: afinidades, semelhanças e movimentos ou congruências.

Modelo de visualização. Metáfora da câmara fotográfica sintética. Transformação de visualização. Volumes de recorte canónicos. Transformação perspectiva. Recorte em coordenadas normais e em coordenadas homogéneas.

Eliminação de invisíveis. Resolução no espaço imagem e no espaço objecto. Formas de coerência utilizadas em algoritmos de eliminação de invisíveis. Algoritmos de Z-buffer e de Warnock. Algoritmos baseados na ordenação de polígonos: algoritmo de Newell, Newell e Sancha e algoritmo BSP. Comparação de tempos de execução de diversos algoritmos. Algoritmos particulares: o método do horizonte flutuante.

Introdução à problemática das imagens realistas. Modelos locais de iluminação: componentes de difusão, reflexão especular e luz ambiente. Métodos de interpolação para o tratamento de aproximações poligonais de superfícies curvas: métodos de Gouraud e Phong. Tratamento de sombras e transparência. *Ray-casting*: um método de eliminação de invisíveis. Modelos globais de iluminação: *Ray-tracing* e radiossidade. Simulação do aspecto das superfícies: mapeamento de texturas e rugosidade.

Introdução à teoria da cor. Modelos de representação da cor: modelos empíricos, modelo físico (colorimetria). Modelos de representação da cor: modelos CIE, RGB, CMY, YIQ e HSV. Interpolação de cores. Escalas de intensidade e correcção gama. *Halftoning*, matrizes de *dithering*.

Bibliografia da disciplina de Computação Gráfica

Foley, van Dam, Feiner, Hughes, Phillips. *Introduction to Computer Graphics*, Addison-Wesley, 1994

Will Schroeder, Ken Martin and Bill Lorensen. *The Visualization Toolkit*, 2nd edition, Prentice Hall, 1998

The VTK User's Guide (updated for VTK 4.2), Kitware, Inc., 2003

Donald Hearn and M. Pauline Baker. *Computer Graphics*, 2nd edition, Prentice-Hall, 1997

Foley et al. *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*, 2nd edition, Addison-Wesley, 1990

D. Rogers. *Procedural Elements for Computer Graphics*, McGraw-Hill, 1985

Temas dos trabalhos de avaliação contínua de Computação Gráfica

- Alteração de diversos parâmetros do *pipeline* de visualização (plano de projecção, tipo de projecção, planos de recorte);
- Eliminação de invisíveis usando o algoritmo de *Back Face Culling*;
- Alteração dos parâmetros do modelo de Phong que simulam os fenómenos de interacção da luz com a superfície dos objectos;
- Comparação entre algoritmos de *shading*: *flat* vs Gouraud;
- Alteração da cor aparente dos objectos em função da cor das fontes de luz, usando o modelo RGB.

Programa da disciplina de Visualização

Introdução. Visualização de Dados Científicos e Visualização de Informação. Enquadramento histórico.

Revisão de conceitos de Computação Gráfica. Transformações geométricas: representação matricial, coordenadas homogéneas. Projecções. Componente geométrica do *pipeline* de visualização: modelo da câmara sintética. Eliminação de invisíveis. Imagens realistas. Modelos locais e globais de iluminação. Modelos locais: difusão, reflexão especular e luz ambiente. *Shading* (uniforme, Gouraud e Phong). Breve introdução aos métodos de *ray-tracing* e radiosidade. Modelo RGB.

Visualização de Dados Científicos. Estruturas de dados para visualização. Grelhas e sua tipificação. Topologia e geometria. Grelhas estruturadas e não estruturadas (topologicamente regulares e irregulares). Grelhas geometricamente regulares e irregulares.

Algoritmos de visualização. Algoritmos segundo o tipo de dados sobre que operam: escalares, vectorias e tensoriais. Algoritmos escalares mais comuns.

Algoritmos vectoriais mais comuns. Algoritmos tensoriais. Visualização de dados volumétricos. Transparência e canal *alpha*. Visualização controlada pela imagem e visualização controlada pelos objectos (*image-based and object-based*).

Introdução à Visualização de Informação (*Information Visualization*). Interfaces gráficas para selecção de informação. Os *Dynamic Queries* de Shneiderman, os *Alphasliders* de Ahlberg e Shneiderman e as lentes mágicas de Fishkine Stone. A selecção como parte integrante do processo de visualização. Selecção, *zoom*, e simplificação de representações como alternativas para tornar as visualizações inteligíveis. Detalhe e visão de conjunto: lente bifocal, *perspective wall* e pirâmide truncada; vistas “olho de peixe” e lentes multifocais.

O conceito de função de grau de interesse e sua aplicação como forma de selecção e de escolha de representações. Utilização de funções de distância complexas.

Estudo de alguns exemplos paradigmáticos de sistemas e técnicas de visualização de informação: o *Information Visualizer* de Robertson, Card e Mackinlay; visualização de estruturas em árvore (*treemaps* e árvores de cones) e em rede.

Bibliografia da disciplina de Visualização

Card, S.K., Mackinlay, J.D., Shneiderman, B. *Readings in Information Visualization. Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1999

Tufte, E. R. *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, 1983, 14th printing, March 1995

Tufte, E. R. *Envisioning Information*. Cheshire, CT: Graphics Press, 1995

Cunha, J.D. *Guião de Visualização de Informação, Aulas Teóricas*. DI/FCUL, GU-VI-2003-1, 2003

Carmo, M.B. *Guião de Visualização, Aulas Teórico-Práticas*. DI/FCUL, GU-VI-03-11, 2003.