



DESENVOLVIMENTO DE UM *SOFTWARE* PARA O APRENDIZADO DE GEOMETRIA DESCRITIVA

Helder Geovane Gomes de Lima
Deise Maria Bertholdi Costa
UFPR - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Desenho
heldergeovane@gmail.com
deise@ufpr.br

RESUMO

Neste trabalho, busca-se reunir informações essenciais ao desenvolvimento de um aplicativo direcionado ao ensino de Geometria Descritiva. Comparam-se alguns dos *softwares* existentes, identificando suas limitações. Usando ferramentas de computação gráfica, criou-se um pequeno aplicativo, que idealmente deverá fornecer recursos de Geometria Dinâmica voltados às construções específicas da Geometria Descritiva. O objetivo é conseguir um *software* com o qual seja possível o estudo individual através da exploração de propriedades geométricas, e também o uso em sala de aula ou mesmo a elaboração de ilustrações para visualizar situações-problema. Até o momento, foram disponibilizadas somente as ferramentas básicas para a criação de objetos no espaço (pontos e segmentos). Em um momento posterior, pretende-se permitir a criação de planos, polígonos e poliedros. Depois disso, será importante experimentar o *software* com professores e alunos, e avaliar se ele é adequado às aplicações propostas.

Palavras-chave: geometria descritiva, desenvolvimento de software, computação gráfica, ensino.

ABSTRACT

The aim of this work is to gather essential information to the development of an application targeted to the Descriptive Geometry teaching. Some existing software were compared and their limitations identified. Using graphic computer tools, an application was created that ideally should provide resources of Dynamic Geometry following the Descriptive Geometry characteristics. The target of the work is to create a software that helps the self-study of Descriptive Geometry

exploring the Geometry properties, and also to be used in classroom or even to produce pictures that could help in the visualization of problems-situations. Until now only the basic tools were provided to the creation of objects in space (points and segments). The next steps are the creation of planes, polygons and polyhedrons. After that, it will be important to experiment the use of the software with teachers and students, and then evaluate if it is adequate to the proposed applications.

Keywords: Descriptive Geometry, software development, graphic computing, teaching.

1 Introdução

Um dos principais objetivos a serem alcançados pelos alunos de Geometria Descritiva é saber lidar com as transições entre a imagem espacial de um objeto e sua representação bidimensional na folha de papel, na tela de um computador ou em outra superfície plana. No entanto, a partir do relato de professores dos cursos de graduação, sabe-se que uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos estudantes é justamente a aquisição desta capacidade, uma vez que nos conteúdos do ensino fundamental e médio há uma carência no desenvolvimento do raciocínio espacial (JAQUES *et al*, 2001).

Mesmo com ilustrações (bidimensionais) bastante claras de determinadas técnicas usadas nessa disciplina, parece ser indispensável utilizar em sala de aula recursos (tridimensionais) que facilitem a visualização espacial de construções típicas da Geometria Descritiva. Uma possibilidade é criar pequenas maquetes demonstrativas de modelos reais, que tratem de forma específica alguns tópicos de Geometria Descritiva com maior grau de dificuldade para os alunos. Outra solução é o uso do computador para a elaboração e exibição modelos virtuais e animações bi ou tri-dimensionais. Podem ser usados aplicativos de Geometria Dinâmica para fazer um paralelo entre os aspectos planos e espaciais de certo procedimento, tendo a liberdade de mover alguns pontos e redefinir a posição e a proporção dos principais elementos da construção.

Estudando os recursos computacionais disponíveis em alguns aplicativos conhecidos, procurou-se identificar, e deixar registrado neste trabalho, de que modo cada programa poderia ser utilizado em diferentes etapas do ensino de Geometria Descritiva, e o que poderia ser feito se existissem outras funcionalidades em tais *softwares*.

2 Revisão Bibliográfica

Para melhor situar este trabalho em relação ao que tem sido estudado para melhorar o ensino de Geometria Descritiva, apresentam-se nos próximos parágrafos algumas das produções que

serviram de referência e que motivaram a pesquisa, orientando a escolha do enfoque mais adequado.

No artigo elaborado por CAVALCANTE *et al.* (1999) é enfatizada “a necessidade de preparação do aluno de engenharia para o desafio de um mercado cada vez mais exigente no que diz respeito à interpretação e criatividade nas apresentações abstrata e gráfica de elementos bi e tri-dimensionais”. Os autores acrescentam que tais representações concernem “ao detalhamento de projetos em engenharia, através do desenho projetivo e técnico, mais notadamente com uso de ferramentas computacionais CADD (*Computer-Aided Drafting and Design*)”. O trabalho é finalizado indicando aos leitores que é necessário o uso de *softwares* no ensino de representações gráficas (como o método Mongeano), ressaltando que “uso destas tecnologias não deve se restringir ao manuseio de ferramentas do tipo Autocad” e ainda motivando “alterações na grade curricular dos cursos de engenharia, onde outros aplicativos do tipo poderiam ser inseridos em aulas de laboratório computacional”.

Um trabalho que apresenta um ambiente hipermídia, com animações e modelos virtuais para tentar solucionar o problema da visualização espacial, foi apresentado por JACQUES *et al* (2001). Em seu artigo, os pesquisadores justificam a criação de um ambiente hipermídia, como um meio de privilegiar a compreensão espacial, de tal forma “que o aluno desenvolva primeiramente a percepção e o raciocínio tridimensional para que, em um segundo momento, adquira a capacidade de solucionar problemas relativos à forma através de meios bidimensionais”.

Outro aspecto importante do processo de aprendizagem é a resolução de exercícios. No ensino de Geometria Descritiva isto não poderia ser diferente. Levando em consideração a importância deste aspecto, SANTOS (1999) propôs uma série de *applets* para Internet, que podem ser utilizados no ensino à distância. Em seu trabalho, ele destaca que nesta modalidade de ensino, é conveniente dispor de *exercícios propostos* e também de *exercícios resolvidos*. Uma das vantagens de disponibilizar *applets* com a animação de um exercício resolvido é manter a seqüência das construções geométricas, para que a ordem das operações realizadas fique clara aos alunos. Outro item importante abordado pelo pesquisador foi a inclusão de mecanismos para a auto-avaliação dos alunos no ensino à distância. Segundo ele, este recurso permite ao estudante avaliar seu próprio aprendizado.

3 Desenvolvimento do Trabalho

Inicia-se este trabalho com a apresentação de alguns dos *softwares* que podem ser aplicados no ensino de Geometria Descritiva.

O critério de seleção foi a proximidade entre a interface do programa e a linguagem da Geometria Descritiva. Especificamente, foram consideradas as ferramentas disponíveis em cada aplicação, os modelos de interfaces gráficas para a interação homem-computador, no sentido apresentado por RODRIGUES (2002), e sobre tudo a facilidade para realizar construções próprias da Geometria Descritiva.

3.1 Os aplicativos existentes

Os *softwares* escolhidos para a comparação são os seguintes: Cabri 3d, Calques 3d, GeoGebra, GD, SketchUp 5, AutoCAD 2000.

Entre os aplicativos selecionados, os três primeiros são *softwares* típicos de Geometria Dinâmica. Os dois últimos são voltados para o desenho de precisão, seja no *design* ou no desenho técnico. O *software* GD, por sua vez, destina-se essencialmente a Geometria Descritiva.

A seguir, será exemplificado de forma breve como cada *software* poderia ser utilizado como uma ferramenta no ensino de Geometria Descritiva.

3.1.1 Cabri 3d

Neste aplicativo, é possível definir objetos espaciais como pontos, retas, planos, indicando as possíveis relações entre eles (perpendicularidade, paralelismo, incidência). Além disso, podem ser escolhidas e adicionadas, em um mesmo documento, várias vistas da construção realizada.

Com essas ferramentas, o professor pode elaborar imagens espaciais que permitam aos alunos a visualização de situações complexas da Geometria Descritiva. É o caso da obtenção da verdadeira grandeza de segmentos, das mudanças de planos, dos rebatimentos, e algumas outras construções.

As dificuldades no trabalho com este programa estão relacionadas à impossibilidade de transpor rapidamente a construção espacial elaborada para a *épura* correspondente, uma vez que não há como exibir a construção em uma *épura*. No máximo, é possível exibir duas ou mais vistas em uma mesma tela, para que o aluno identifique de que modo estas vistas compõem a *épura*.

3.1.2 Calques 3d

Ao realizar construções no Calques, verificam-se dificuldades similares às aquelas relacionadas ao Cabri. As ferramentas oferecidas para a construção de objetos nos dois programas são, em linhas gerais, as mesmas.

Em relação às vistas, o Calques tem a vantagem de permitir rapidamente o posicionamento do observador em uma direção perpendicular a um plano construído, permitindo simular a projeção de um objeto sobre tal plano. No entanto, o Calques também não dispõe de uma tela para visualização da construção em *épura*.

3.1.3 GeoGebra

Ao contrário dos *softwares* anteriores, este é um aplicativo para construções bidimensionais. Sendo assim, a maneira mais fácil de utilizar seus recursos na Geometria Descritiva é para a construção de *épuras*, para explicar aos alunos determinados procedimentos.

Observa-se que, em vez de apenas construir no quadro negro ou mostrar no retro-projetor uma *épura*, pode-se utilizar um aplicativo de Geometria Dinâmica para este propósito. É razoável esperar melhores resultados, pois uma construção inteira pode ser modificada

facilmente alterando, por exemplo, a posição de um único ponto. Assim, no caso de uma construção inicial pouco satisfatória, pode-se corrigi-la e aprimorar o resultado final, tornando-o mais compreensível.

3.1.4 GD

Embora ofereça uma quantidade mínima de ferramentas (apenas ponto, segmento, reta e poligonal), dispõe de duas telas essenciais para visualizar a construção: uma vista em perspectiva e uma *épura*. Curiosamente, este *software* não permite representação de planos, não apresenta a terceira projeção dos objetos e não permite interação com os objetos em perspectiva. Além disso, o usuário fica limitado a trabalhar com um tamanho de tela fixo e com um único documento por vez.

3.1.5 SketchUp

Novamente, tem-se um aplicativo adequado para as construções espaciais. Embora não seja voltado para o ensino, este programa fornece uma série de recursos que permitem a rápida construção de uma situação complexa, e a exibição da cena a partir de vários pontos de vista. Com isso, podem ser elaborados bons modelos virtuais de uma construção complexa da Geometria Descritiva, apresentando-os aos estudantes através de vários ângulos, para facilitar sua compreensão.

3.1.6 AutoCAD

Uma forma interessante de utilizar o AutoCAD nas aulas de Geometria Descritiva é descrita por CAVALCANTE *et al* (1999) em seu artigo *Sistema especialista para o ensino de Geometria Descritiva*. No trabalho é sugerido o uso do *software* para a modelagem tridimensional e de sua linguagem de customização de menus (Autolisp) para facilitar a transição entre o objeto espacial e a representação correspondente em *épura*.

Ao relacionar as informações sobre estes *softwares*, cumpriram-se duas das metas iniciais deste trabalho, ou seja, conhecer os recursos computacionais existentes e até que ponto pode-se utilizar tais aplicativos no ensino de Geometria Descritiva.

Ficou claro que, dependendo dos interesses do usuário, algum programa existente será capaz de desempenhar funções próximas daquelas exigidas por suas necessidades. Note-se que dos programas apresentados, apenas metade é gratuito. Na lista anterior, os *softwares* comerciais são justamente aqueles que oferecem os melhores recursos de modelagem e visualização espacial. Com isso, avaliar quais dos recursos oferecidos podem ser aproveitados no ensino dependeria da aquisição das licenças de tais programas.

Mesmo entre os *softwares* gratuitos, há um único que foi projetado especificamente para o trabalho com Geometria Descritiva. O aplicativo GD apesar de bastante útil na resolução de exercícios sobre pontos e retas, ainda apresenta diversas limitações que dificultam o trabalho com planos, rebatimentos e outros conteúdos mais avançados da disciplina.

3.2 A biblioteca OpenGL

Motivados pela necessidade de um programa que fosse mais adequado a esses conteúdos, passou-se ao estudo de programação, computação gráfica, modelagem e aspectos matemáticos presentes no desenvolvimento de *softwares* gráficos.

Neste processo, destacou-se a biblioteca OpenGL, que é utilizada em programas profissionais para realizar as tarefas de computação gráfica mais comuns. Passou-se então a estudá-la e investigar como ela poderia ser utilizada para facilitar a criação de um *software* que atendesse às necessidades dos professores e alunos de Geometria Descritiva.

Uma razão para o destaque desta biblioteca gráfica é que ela pode ser usada em diferentes plataformas, existindo compilações próprias para Windows e Linux. Além disso, ao contrário da biblioteca DirectX oferecida comercialmente pela Microsoft, a OpenGL é, como o próprio nome indica, uma biblioteca gráfica (*Graphics Library*) aberta ao uso, sem custo algum.

Destacam-se, a seguir, algumas funcionalidades que são essenciais para a criação de um aplicativo nos moldes desejados, e que podem ser obtidas facilmente com o uso da OpenGL:

- Desenho de objetos geométricos básicos (como pontos, segmentos e polígonos);
- Modelagem hierárquica de objetos complexos (usando listas de visualização);
- Tratamento de cores, texturas, sombras, tracejados e estilos de linha;
- Transformações de translação, rotação, mudança de escala, projeções ortográficas e perspectivas;

Há muitas outras características que podem ser exploradas na OpenGL, várias delas sendo geralmente usadas em jogos para computador e programas que procuram modelar o ambiente de forma realística, outras apenas para otimizar o tempo gasto com os cálculos envolvidos na produção das imagens. No entanto, a lista anterior já é suficientemente abrangente para incluir rotinas essenciais na computação gráfica, cuja implementação pode ser poupada.

3.3 O desenvolvimento do aplicativo

Ao mesmo tempo em que pesquisou-se sobre computação gráfica, foi dado início a implementação de algumas rotinas que mais adiante iriam compor o *software*. Foi utilizada a linguagem de programação *Visual Basic*, que é parte integrante do pacote *Visual Studio 6.0*, produzido pela *Microsoft*. As primeiras experiências foram as seguintes:

- Experimentar os parâmetros que configuram a forma (posição, direção, projeção cônica ou cilíndrica) como a OpenGL projeta os objetos espaciais sobre a tela do computador;
- Disponibilizar as vistas mais usadas na Geometria Descritiva: perspectiva, épura, superior, frontal e lateral;
- Experimentar os parâmetros que controlam o estilo das linhas (espessura e tracejado), buscando aqueles que seriam usados para identificar objetos ocultos, linhas auxiliares e contornos nas épuras a serem construídas posteriormente;
- Incluir a ferramenta “ponto”, determinando como seria a interação do usuário com o

aplicativo (na vista em perspectiva) no momento de escolher a posição de um ponto no espaço (suas coordenadas), durante uma construção;

- Incluir uma espécie de “magnetismo” na malha quadriculada que mostra as coordenadas dos pontos. Isso significa permitir ao usuário, com o movimento do mouse, escolher facilmente os pontos que têm coordenadas inteiras;
- Habilitar a seleção dos pontos já construídos em uma cena. Posteriormente, o usuário poderia usar este recurso para traçar um segmento “ligando os pontos A e B”, ou alterar as propriedades de um objeto na cena (cor, espessura, transparência, etc);
- Permitir a criação de vários “documentos” dentro do programa principal. Isto oferece maior liberdade ao usuário, que pode, por exemplo, comparar rapidamente duas construções parecidas, ou trabalhar simultaneamente com vários arquivos.
- Incluir a ferramenta “segmento”, que além de segmentos, poderia ser usada para criar poligonais;
- Habilitar a edição de objetos já definidos na construção, redimensionando ou mudando a posição de pontos e segmentos selecionados;
- Incluir os primeiros “menus” para que o usuário possa controlar algumas opções do programa: ativar e desativar magnetismo, escolha do tipo de plano (horizontal, vertical ou de perfil) usado como referência ao definir pontos, selecionar todos os objetos, inverter seleção, limpar seleção.

Atualmente, a interface do aplicativo inclui três vistas com projeção ortográfica, uma é pura, e uma vista com projeção cônica dos objetos.

A interface do *software* é mostrada na figura 1 a seguir.

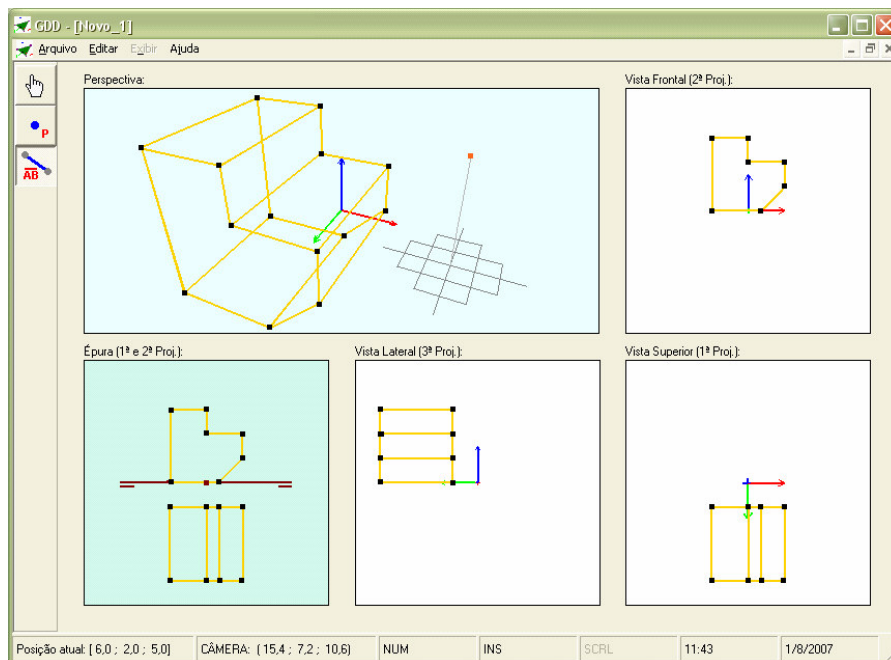


Figura 1: Interface do *software* desenvolvido

No estágio em que se encontra a pesquisa, o programa fornece somente os recursos básicos que serão utilizados para o trabalho com Geometria Descritiva. Apesar da simplicidade, com ele já é possível fazer algumas ilustrações bastante ricas, como mostra a figura 1 anterior. No exemplo, o sólido foi construído através da inclusão de vértices e arestas a partir da vista em perspectiva. As demais vistas foram geradas automaticamente pelo aplicativo, com base na representação interna dos vértices e arestas. Além disso, por enquanto só é possível interagir com a vista em perspectiva.

As ferramentas disponíveis são: “ponteiro de seleção”, “ponto” e “segmento”. Na barra de menus, encontram-se: o item “Arquivo”, que permite abrir novos documentos ou sair do aplicativo; o item “Editar”, oferecendo os comandos para selecionar múltiplos objetos (“selecionar tudo” e “inverter seleção”), habilitar “magnetismo” e alterar os planos de referência (horizontais, verticais ou de perfil) para a definição dos pontos no espaço; o item de ajuda oferece apenas as informações sobre a versão atual do programa.

Para chegar a uma versão prática, utilizável em sala de aula, restam ainda várias funções a serem implementadas, e experiências a fazer:

- Incluir a ferramenta “polígono”, que permitirá construir polígonos (além do contorno, devem ter interior preenchido), e representar pequenas superfícies planas;
- Permitir que o programa detecte as interseções entre objetos ou de um objeto com os planos de projeção;
- Incluir ferramentas específicas para os métodos da Geometria Descritiva, como rotações e mudanças de planos.

4 Conclusões e Considerações Finais

Iniciou-se buscando uma solução para uma dificuldade muito comum entre os alunos que estudam Geometria Descritiva, que é a visualização em *épura* do objeto no espaço.

Nesse sentido, buscou-se contribuir realizando uma investigação dos *softwares* gráficos existentes atualmente e identificando como cada um poderia ser utilizado como recurso complementar no ensino de Geometria Descritiva. Foram relacionadas as características esperadas de um *software* adequado ao ensino desta disciplina, e iniciou-se o desenvolvimento de um aplicativo que se adequasse a esse perfil.

Para tanto, foram necessárias intensivas buscas em artigos e livros de computação gráfica, programação e OpenGL, dos quais foram extraídas informações valiosas para a etapa de desenvolvimento de nossa aplicação gráfica.

Durante a inclusão dos recursos presentes em nosso *software*, houve a preocupação de oferecer ao usuário a possibilidade de interagir com a representação em perspectiva, pois isso representaria uma melhoria quando comparado ao *software* GD. Por outro lado, devido a limitações de tempo, ainda não foi habilitada a interação com a *épura* e as demais vistas. Em termos mais precisos, percebeu-se que programar funções que fossem ativadas através da vista em perspectiva é mais complexo que fazer o mesmo para as outras vistas. Optou-se por sistematizar primeiro a tela cujos parâmetros fossem mais genéricos (a perspectiva), e com

alguns poucos ajustes posteriores, fazer o mesmo com o restante das vistas.

Um recurso importante, que ainda não pôde ser implementado, é a detecção automática das partes ocultas de um objeto (visibilidade). Por exemplo, ao visualizar um cubo, algumas de suas arestas não estão visíveis. Em Geometria Descritiva tais arestas seriam apresentadas na épura com linhas tracejadas. Quando isso for incluído no aplicativo, haverá um excelente meio de oferecer aos alunos ajuda para verificar a visibilidade dos traços presentes em uma determinada construção.

Outro aspecto que não pôde ser tratado até agora foi a avaliação de como este tipo de aplicativo ajudaria em sala de aula e no estudo individual dos conteúdos.

Mesmo assim, acredita-se ter reunido um material de grande utilidade para os pesquisadores que têm interesse em contribuir com a melhoria do ensino dessa disciplina tão presente no dia a dia do profissional que lida com desenho técnico, como designers, arquitetos e engenheiros.

Agradecimentos

Manifesto aqui uma profunda gratidão aos amigos, cuja participação enriqueceram grandemente este trabalho. Também agradeço ao apoio financeiro oferecido pela UFPR, através do programa de Iniciação Científica. Finalmente, agradeço ao apoio e orientação da professora Deise Maria Bertholdi Costa em todos os momentos desta pesquisa.

Referências

- [1] ANGEL, Edward. **OpenGL 1.2: A Primer**. Boston: Addison Wesley, 2001.
- [2] BARBOSA SOBRINHO, M. **Tutorial de Utilização de OpenGL**. Belo Horizonte: 2003. Trabalho de conclusão do curso de ciência da computação. Disponível em: <http://inf.upf.br/~compgraf/TutorialOpenGL-MarcioniloBarbosa.pdf>. Acesso em: 17/05/2007.
- [3] BOULOS, P.; OLIVEIRA, I. de C. e. **Geometria Analítica: Um Tratamento Vetorial**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.
- [4] CAVALCANTE, A. P. de H.; DUTRA, N. G. da S.; CAETANO, L. de A. C. **Sistema Especialista Para Ensino de Geometria Descritiva**. Ceará: UFC, 1999. Disponível em: <http://www.det.ufc.br/public/apaulo1.pdf>. Acesso em: 17/05/2007.
- [5] JACQUES, J. J.; AZEVEDO, G. Z.; TEIXEIRA, F. G.; AYMONE, J. L. F. **Nova Abordagem para o Ensino de Geometria Descritiva Básica**. In: Congresso Nacional de Ensino de Engenharia (COBENGE 2001), 2001, Porto Alegre. Anais do Congresso Nacional de Ensino de Engenharia (COBENGE 2001), 2001. Disponível em: <http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/NTM087.pdf>. Acesso em: 17/05/2007.
- [6] MARTZ, Paul. **OpenGL Distilled**. Massachusetts: Addison-Wesley, 2006.
- [7] MORGADO, F.; ALMEIDA P. **Ambiente Interactivo Para o Ensino da Geometria Descritiva**. In: 4 Simpósio Internacional Informática Educativa. Vigo: 2002. Disponível em: <http://www-gist.det.uvigo.es/~ie2002/actas/paper-178.pdf>. Acesso em: 17/05/2007.
- [8] RODRIGUES, D. W. L. **Uma Avaliação Comparativa de Interfaces Homem-Computador**

- em Programas de Geometria Dinâmica.** Florianópolis, 2002; Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.ime.usp.br/lem/iee/artigos/Dissertacao-daniel-wyllie.pdf>. Acesso em: 17/05/2007.
- [9] SANTOS, E. T. **Um Applet para o Ensino de Geometria Descritiva na Internet.** In: XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE 99), 1999. Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE 99). Natal-RN, Brasil, 1999. p. 2519-2526. Disponível em: http://toledo.pcc.usp.br/pdf/cobenge99_applet.pdf. Acesso em 17/05/2007.
- [10] WESLEY, Addison Pub Co. **OpenGL Programming Guide – The Official Guide to Learn OpenGL Version 1.1 (Red Book);** Disponível em: <http://www.glprogramming.com/red/>. Acesso em: 17/05/2007.
- [11] WESLEY, Addison Pub Co. **OpenGL(R) Reference Manual: The Official Reference Document to OpenGL, Version 1.1 (Blue BOOK);** Disponível em: <http://www.glprogramming.com/blue/>. Acesso em: 17/05/2007.