

Problemáticas do Ensino-Aprendizagem na área de Processamento Gráfico

Tânia Martins Preto¹, Marco Antonio Garcia de Carvalho²
e Marcelo da Silva Hounsell³

(1) CPGEI – UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná / DINF - Universidade Federal do Paraná

(2) CESET – UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas / UNISAL – Centro Universitário Salesiano de São Paulo

(3) LARVA - UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina

(tania.preto@terra.com.br, magic@ceset.unicamp.br, marcelo@joinville.udesc.br)

Abstract

Graphic Processing - a subject populated by disciplines including "computer graphics", "image processing" and "virtual reality" - has caught much attention from the main public because it is interesting and pretty. Besides being part of standard Computer Science curricula, many new courses at different levels are emerging every day and thus this dissemination made appear various concerns in the literature regarding the teaching-learning process. However, only a tip of the iceberg has been identified since only a handful of papers could be found regarding these concerns. Because of this importance, SBC (Brazilian Computer Society) has promoted a discussion group to identify and tackle these problems. The work of this group is herein presented as well as some recommendations on selected topics. It is considered that recognizing these topics and continuing the discussion on the best practices, not only students, practioners and teachers, but the whole area of Computer Graphics will benefit in the future.

1. Introdução

Processamento Gráfico (PG) deve ser entendido no presente contexto como uma grande área que inclui algumas disciplinas como Computação Gráfica (CG), Processamento Digital de Imagens (PDI), Visão Computacional (VC), Síntese de Imagens (SI), Modelagem Geométrica (MG), Multimídia (MMI), Animação por Computado (ANC), Realidade Virtual

(RV), Interação Ser Humano-Computador (IHC). PG é uma importante área devido as inúmeras aplicações nas áreas médica, industrial, ambiental, educacional, entretenimento, entre outras. Esta área se mostra atraente, pois se baseia na criatividade técnica que envolve as atividades de programação e a manipulação de conceitos de áreas como matemática e física, além de lidar com imagens consideradas "interessantes" (como resultado e também como entrada de sistemas).

Existem diversos problemas e dúvidas que afligem o ensino das disciplinas da área de PG que precisam ser reconhecidos e tratados. Essa necessidade se dá, principalmente, porque além de ser uma área em continua expansão, observa-se uma proliferação recente de novos cursos, sejam de graduação, como de pós-graduação, em especial *stricto-sensu*.

Este artigo pretende identificar os principais problemas encontrados na área. Esta idéia surgiu a partir da discussão presencial ocorrida durante o Curso de Qualidade 2005 (CQ'2005), promovido pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e que resultou na criação de um grupo que na ocasião foi denominado de GT7 – Grupo de Trabalho em CG, PDI, RV e IHC.

A seção 2 apresenta alguns fatores que motivaram a discussão sobre o tema. A seção 3 resgata algumas discussões e contribuições referentes ao processo ensino-aprendizagem (PEA). A seção 4 mostra como surgiu e trabalhou o grupo de discussão (GT7), a seção 5 apresenta alguns resultados e por fim a conclusão.

2. Motivação

São vários os fatores que justificam a discussão sobre os problemas no PEA da área de PG. A seguir serão abordados os mais relevantes.

2.1. Conteúdos das Disciplinas

Algumas disciplinas da área de PG estão sugeridas no Currículo de Referência da SBC (CR-SBC) [1].

Estas sugestões são usadas por boa parte do território nacional, estando presentes em muitos cursos de Ciência da Computação (CC), Engenharia da Computação (EC) e Sistemas de Informação (SI), além dos cursos de Tecnologia em Informática (TI) e suas várias denominações.

As matérias da área da computação são divididas em três núcleos, a saber: fundamentos da computação, tecnologia da computação e sistemas de informação. Para os cursos de CC e EC, as disciplinas de SI e PDI, bem como MMI e IHC, todas estão inseridas no núcleo de tecnologia da computação. Os tópicos sugeridos para estas matérias no CR-SBC são descritos a seguir.

“T5 - Computação Gráfica”

Transformações geométricas; Coordenadas homogêneas e matrizes de transformação. Transformação entre sistemas de coordenadas 2D, 3D e recorte. Transformações de projeção paralela e perspectiva; Câmera virtual; Definição de objetos e cenas tridimensionais: modelos polidrais e malhas de polígonos. *Rendering*: fontes de luz; remoção de linhas e superfícies ocultas; modelos de tonalização (*shading*). Texturas. Serrilhado (*aliasing*) e técnicas de anti-serrilhado (*antialiasing*).

“T9 - Interfaces Usuário-Máquina”

Fatores humanos em *software* interativo: teoria, princípios e regras básicas. Estilos interativos. Linguagens de comandos. Manipulação direta. Dispositivos de interação. Padrões para interface. Usabilidade: definição e métodos para avaliação.

“T13 – Multimídia”

Comunicação homem-máquina. Autoria: plataformas para multimídia; ferramentas de desenvolvimento. Áudio: propriedades físicas do som; Representação digital. Processamento e síntese de som. Imagens: representação digital, dispositivos gráficos, processamento. Desenhos: representação de figuras. Vídeo: interfaces, processamento. Animação. Realidade Virtual: modelagem, arquitetura e aplicações.

“T14 - Processamento de Imagens”

Introdução aos filtros digitais. Métodos de espaço de estados. Noções de percepção visual humana. Amostragem e quantização de imagens. Transformadas de imagens. Realce. Filtragem e restauração. Reconstrução tomográfica de imagens. Codificação. Análise de imagens e noções de visão computacional. Reconhecimento de padrões.

Com tantas disciplinas presentes da área, é importante identificar problemas e apontar as melhores práticas no processo ensino-aprendizagem das mesmas.

Uma discussão sobre aspectos da disciplina CG (carga horária, conteúdo, ensino-aprendizagem, pré-requisitos e outros) é apresentada em [16].

2.2. Difusão de Cursos e Disciplinas

Além das disciplinas constantes no CR-SBC, várias outras têm surgido em cursos de graduação e pós-graduação. Alguns exemplos de disciplinas da graduação que vão além do prescrito pelo CR-SBC são as seguintes: “Computação Gráfica Interativa” e “Jogos e Entretenimento Digital” da PUC-Rio, “Animação Procedural” e “Visualização Científica” da Poli-USP, “Modelagem Geométrica” na UDESC, “Animação” na UFRGS, dentre outras.

No final de 2005, cerca de 20 instituições de ensino superior ofereciam cursos de graduação em Jogos, além de 21 instituições já estarem oferecendo pelo menos 53 cursos nas diversas categorias como *online*, técnicos, graduação, extensão e pós-graduação [2].

A abrangência e importância do PG vêm aumentando também com a criação de cursos de pós-graduação específicos. Como exemplos tem-se, no nível *lato-sensu*, a pós-graduação em Animação e em Jogos 3D da Universidade Veiga de Almeida, em nível de *stricto-sensu*, a área de concentração em Realidade Virtual no Mestrado da UNIVEM, além de alguns cursos de graduação diferenciados como a Graduação em Jogos da UNISINOS.

Outro segmento crescente para a área de PG é a adequação (e/ou criação de outras) das técnicas existentes para o ambiente dos dispositivos móveis.

2.3. Atualização dos Projetos dos Cursos

Um fator preponderante que levou a reflexão sobre a prática dos cursos na área de PG foi o fato de que em 1996 a LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira requereu que os cursos criassem e/ou reformassem os seus Projetos Político-Pedagógicos.

A partir dessa Lei foi instituído o SINAES (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior) em Abril de 2004, que estabeleceu dez dimensões como base para a avaliação das IES (Instituições de Ensino Superior). Dentre as dez dimensões destaca-se a dimensão sobre a perspectiva científica e pedagógica formadora, que enfatiza a importância da relação entre as atividades de ensino com as demandas locais, regionais, nacionais e também com os projetos pedagógicos dos cursos e propostas curriculares. Outro aspecto dessa dimensão é o apoio para os estudantes participarem de pesquisas e o apoio a produção científica. Outra dimensão que vale destacar é a que se refere a infraestrutura física e recursos de apoio, incluindo a adequação da infraestrutura com as práticas pedagógicas e científicas, além da atualização de equipamentos e bibliotecas.

As IES necessitam elaborar alguns documentos para sua avaliação e funcionamento, tais como o Projeto Pedagógico Institucional (PPI), o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) e o Currículo [16].

No PPC deve constar, dentre outros elementos, ementas, referências bibliográficas, estratégias de ensino e recursos materiais. Sendo assim a discussão sugerida neste trabalho busca atender as novas exigências do processo de avaliação. Este processo, em sua maioria, já está implantado nas Instituições de Ensino Superior, no entanto, as experiências decorrentes das novas abordagens impressas aos cursos não foram ainda devidamente avaliadas/relatadas.

3. Dificuldades da área

Uma vez identificada a abrangência e importância da área, bem como a necessidade de uma discussão sobre o PEA na área, percebe-se que algumas dificuldades vêm sendo relatadas na literatura sem, no entanto, que isso tenha levado a uma pesquisa por soluções mais sistematizada. Algumas das dificuldades relatadas são apresentadas a seguir.

3.1. Embasamento Matemático

A baixa capacitação no quesito **matemática** parece ser um fator consensual quanto a sua repercussão nas disciplinas da área de PG [16]. Um dos maiores problemas encontrados nas disciplinas é a dificuldade que os alunos têm de orientação espacial de objetos, bem como a aplicação de transformações sobre os mesmos. Este problema é também relatado por professores de Álgebra Linear e Geometria Analítica como sendo um dos principais fatores de reprovação nestas disciplinas [3].

3.2. As Expectativas e a Programação

Há um descompasso entre as expectativas leigas e a realidade da área (algumas pessoas acham que cursos de CG correspondem à “treinamentos em AutoCAD ou PhotoShop”) e se decepcionam quando deparam com tanta matemática e programação.

Muitos conceitos são bem explorados e entendidos com auxílio das atividades de programação, porém diversos tópicos ainda apresentam dificuldades para serem trabalhados por necessitarem de mais tempo para sua execução e por apresentar grau maior de dificuldade. A falta de tempo para programar todos os assuntos, pode comprometer a aprendizagem [13].

3.3. Ferramentas de Programação

Um outro problema existente é que o material dos cursos é muitas vezes, inadequado [4], ocorrendo que as APIs incorporam bem apenas alguns poucos conceitos e algoritmos, mas diversos conceitos importantes ainda são pouco explorados, como radiosidade e texturas. Faltam boas ferramentas pedagógicas e o componente “design” deve ser considerado importante, pois observando os resultados visuais, o aluno compreende as mudanças necessárias para o aumento da qualidade do programa.

Ferramentas comerciais poderiam ser utilizadas, no entanto, boa parte das empresas que desenvolvem e/ou revendem *softwares* para a área têm demonstrado pouco interesse em disponibilizar e/ou facilitar a aquisição de seus produtos por parte das instituições de ensino.

3.4. Programas de Apoio à Aprendizagem

Foi feito um levantamento sobre publicações que envolvem estratégias para facilitar o PEA e desenvolvimento de programas educacionais de apoio ao ensino de CG e PDI, em especial nos anais do SIBGRAPI, SBIE, WEI e WIE dos últimos anos.

Observa-se a pouca quantidade de trabalhos nessa área além de poucos ambientes de apoio à aprendizagem (programas educacionais). Alguns ambientes encontrados são comentados a seguir.

SIECG [5] é uma ferramenta interativa de apoio ao ensino de conceitos de visualização 3D, oferecendo uma janela para visualizar objetos e a câmera virtual, um tutorial com conceitos básicos sobre o assunto, e recursos para alteração de parâmetros e verificar características dos objetos, além de visualizar os códigos em OpenGL e VRML.

O ambiente Edugraph [7], é baseado em conceitos de jogos de computador [8], onde conceitos de CG são

ensinados e tarefas são propostas em um ambiente dinâmico e interativo. A partir de um enredo onde um robô sobrevivente tem que encontrar seu companheiro danificado e remontá-lo, o aluno tem que manipular conceitos que envolvem transformações geométricas, animação hierárquica movimentando braços e pernas do robô e modelagem de sólidos para a criação de novos objetos. Durante a atividade, o aluno é colocado em contato com hipertextos, vídeos, animações e ambientes 2D/3D, onde interage com o ambiente para realizar tarefas, sendo que ensino é dividido nas fases de exposição e testes[9].

DesignMentor [10],[11] é uma ferramenta destinada ao ensino de NURBS e *B-splines* onde o aluno pode criar as curvas, estudar as bases e explorar algoritmos como *De Casteljau* e *Boor*. Essa ferramenta contém um visualizador e oferece funcionalidades para estudos comparativos entre as curvas, além de um tutorial *on-line* com a teoria sobre modelagem de objetos, em especial curvas e superfícies [12].

Um ambiente de suporte ao ensino de PDI [6] consiste em uma caixa de ferramentas baseada na linguagem Python com recursos para a implementação de algoritmos de processamento de imagens. Python é uma linguagem interpretada sendo, portanto, de mais fácil implementação. O ambiente utiliza o sistema Adesso que fornece suporte ao desenvolvimento de componentes e permite sua integração com diversas plataformas de programação. A partir de uma base de dados XML contendo informações e meta-informações (algoritmos, textos explicativos), gera-se por meio de um processador de estilos, saídas diversas como códigos em Python, documentação em HTML e testes para as ferramentas implementadas. O ambiente também contém um sistema para processar a entrega de exercícios.

3.5. Apostilas e Tutoriais on-line

Alguns tutoriais e apostilas contendo bons conteúdos estão disponíveis na *internet*. Destaca-se aqui a necessidade de aumentar e divulgar esse tipo de material que acrescenta muitos ganhos ao PEA de PG.

Um exemplo de tutorial na internet [15] descreve o uso da API *OpenGL* em uma disciplina de CG. O tutorial é dividido em capítulos que exploram diversos tópicos do conteúdo recomendado da disciplina em um curso de TI de 60h. Os capítulos são organizados de forma a apresentar um ou mais programas exemplos, comentados linha-a-linha ou por trecho de código, além de conter outros programas relacionados, projetos de ex-alunos e exercícios recomendados para o aprendizado específico do tópico. A referência

bibliográfica [15] contém endereços para tutoriais e apostilas disponíveis na *internet*.

3.6. Livros em Português

É de consenso que o aluno de computação deve ter a habilidade de compreender a língua inglesa. No entanto, na prática, nem sempre isso ocorre, principalmente nos primeiros anos dos cursos de graduação. A existência de referências bibliográficas em português de alta qualidade e conteúdos que abrangem as necessidades das disciplinas, sem dúvidas contribuem positivamente na qualidade do PEA.

Em “Introdução à Computação Gráfica com o OpenGL” [15] são listados alguns livros da área com o único propósito de identificar materiais de apoio, sem a preocupação de avaliar a questão didática de cada obra.

4. Solução: Trocar Experiências

Este artigo defende que a solução para os problemas passa, dentre outras questões, pela ampla discussão e troca de experiências da comunidade.

A idéia de se criar um grupo de discussão sobre o PEA da área de PG surgiu no CQ-2005 em Canela durante o XXV CSBC. Uma das atividades do curso foi a criação de grupos de trabalhos em diversas disciplinas com o intuito de discutir questões que contribuíssem com a melhoria da qualidade do PEA.

Neste contexto, reuniu-se um grupo de pessoas, denominado GT7, formado por coordenadores de curso, pesquisadores e professores da grande área de PG, sendo que um grande número de questões surgiu como tema para discussão. Porém, devido ao pouco tempo do curso e da metodologia adotada para as discussões, não houve oportunidade de tratar de todos os temas. Ficou assim evidente a necessidade de dar continuidade às discussões iniciadas através de um novo grupo formado pelas pessoas que estavam presentes na ocasião e demais interessados.

O objetivo do grupo é que todos colaborem com seus conhecimentos e experiências, acadêmicas ou profissionais, com o objetivo de apontar soluções para os problemas, esclarecer dúvidas, definir sugestões para melhoria do PEA da PG. Outro objetivo é produzir um documento com os resultados, conclusões e recomendações para que toda a comunidade da grande área de PG tenha acesso e possa ser beneficiada. Os propósitos do novo grupo são:

- Representar um espaço permanente para discussão dos assuntos relacionados aos seus objetivos;
- Identificar as melhores práticas diante das diversas possibilidades para o PEA das disciplinas da área;

- Proporcionar a integração entre os profissionais da área além dos objetivos educacionais, favorecendo novos projetos e parcerias.

5. Temas para Discussão

Durante o CQ-2005 foi adotada uma metodologia de trabalho com o objetivo de levantar necessidades importantes da área e destacar as mais urgentes.

5.1. A Metodologia de Priorização

A metodologia adotada pelo GT7 e que foi sugerida pela própria organização do CQ-2005 para os grupos de trabalho, foi primeiro fazer um *brainstorming* com o objetivo de identificar o universo de problemas existentes e depois proceder à priorização.

O método de priorização adotado foi o “GUT”, desenvolvido por Charles H. Keptener e Benjamin B. Tregoe. A sigla GUT refere-se a três dimensões: Gravidade; Urgência e Tendência [14].

5.2 Temas Identificados

Abaixo seguem os temas identificados no *brainstorming* do CQ-2005. Os mesmos são apresentados sem uma ordem específica, sendo que os sete primeiros itens foram considerados prioritários:

- 1) **Discutir o uso, disponibilidade e qualidade de tutoriais disponíveis na web;**
- 2) **Dosagem adequada entre a prática e teoria;**
- 3) **Forma de relacionar as disciplinas com o mercado de trabalho;**
- 4) **Ensino de RV sem equipamentos adequados;**
- 5) **Dosagem entre o uso de ferramentas prontas ou a construção de ferramentas;**
- 6) **Uso de ferramentas proprietárias ou ferramentas abertas;**
- 7) **Uso de material didático concreto de apoio ao ensino, a fim de ilustrar conceitos matemáticos (maquetes, lanternas, câmeras fotográficas.);**
- 8) Ementas e ferramentas para disciplinas da área;
- 9) Ensino de CG pura ou aplicada;
- 10) Ordem dos conteúdos: 2D e 3D ou por assunto;
- 11) Forma de abordar o estado da arte nas disciplinas;
- 12) Abordagem de CG como ferramenta ou ciência;
- 13) Conceituação clara da diferença entre CG e PDI;
- 14) Pré-requisitos para as disciplinas;
- 15) Formas de melhorar o embasamento matemático;
- 16) Projetos a serem realizados (em sala de aula);
- 17) Quantidade ideal de alunos em um projeto;
- 18) Relação entre multimídia e IHC em sala de aula;
- 19) Intersecção entre multimídia e CG;

- 20) Tópicos relevantes em RV para Graduação;
- 21) Necessidade de IHC em cursos de graduação;
- 22) Re-introdução das disciplinas no CR dos cursos;
- 23) Diferentes enfoques nos cursos de Informática;
- 24) Quantidade de pessoas com formação em PDI;
- 25) Profissionais de outras áreas atuando em PG;
- 26) Influência de alocação de alunos de pós – graduação ministrando estas disciplinas;
- 27) Saturação da área e questões quanto a motivação de acadêmicos em iniciação científica, trabalhos de conclusão e estudos de pós-graduação, além de docentes atuando no ensino, pesquisa e extensão.

Como dito, a metodologia GUT levou a identificar os sete primeiros itens como prioritários dentre todos.

5.3 Temas Discutidos e Recomendações

Devido às restrições de tempo durante o CQ 2005, o GT7 concentrou-se apenas na discussão de dois itens entre todos os sugeridos. Como resultados das discussões, algumas recomendações e conclusões foram geradas. As mesmas são descritas a seguir e de certa forma, podem servir de modelo para futuras discussões das temáticas em aberto.

Dosagem entre Teoria e Prática

- Adaptar as disciplinas ao perfil do curso e o posicionamento da mesma no contexto do currículo do curso (semestre e ano), relacionando com a maturidade acadêmica e cronológica;
- Em cursos onde a computação é atividade meio, pode-se apresentar CG como uma matéria integradora de IHC, multimídia e PDI;
- É fortemente recomendado que as disciplinas CG e PDI façam parte da estrutura curricular de cursos onde a computação é atividade fim;
- A atividade prática de programação é fundamental;
- Dependência dos recursos de laboratório;
- Utilizar outros recursos, além do computador, em atividades práticas.

Uso ou Implementação de Algoritmos (Dosar o uso de ferramentas prontas e a construção de ferramentas)

- Expressar a preocupação de que os alunos não sejam meros utilizadores de ferramentas;
- Procurar adequar o nível de abstração à baixa carga horária das disciplinas de CG e PDI;
- Dependência da carga horária da disciplina;
- Equilibrar a integração de conhecimentos com a exploração da implementação de algoritmos;
- Introduzir conceitos e implementações básicas de CG e PDI em disciplinas de programação e estruturas de dados.

6. Conclusões

Este artigo apresentou o resultado do trabalho do GT7, grupo de trabalho do CQ-2005/CSBC, formado com o objetivo de identificar problemas no processo ensino-aprendizagem da grande área de PG.

O artigo apresentou pontos identificados como prioritários cujos desdobramentos ainda não foram totalmente desenvolvidos e outros pontos que, apesar de não terem sido considerados prioritários, também precisam ser discutidos e aprofundados.

A discussão abrange desde os aspectos estruturais das disciplinas, ementários e programas, metodologias a serem adotadas, até as questões motivacionais.

Os tópicos apresentados não são sob nenhum aspecto definitivos, mas apenas o resultado de uma primeira iniciativa de discussão com o objetivo de melhorar a qualidade, valorizar e aumentar o interesse pela área de PG. A discussão dos tópicos deve levar em consideração sempre o contexto do objetivo profissional do curso bem como sua ênfase na computação como meio ou como fim.

É importante dar continuidade às discussões e conseqüências práticas como a difusão das experiências, criar repositório de materiais e promover periodicamente um Workshop sobre Processamento Gráfico e Educação, além de listas de discussões.

Agradecimentos ao Prof. André Luiz Pires Guedes (UFPR) e ao Prof. Antonio Lopes Apolinário Jr. (UEFS) pela revisão do texto.

7. Referências

[1] CR99.01 Currículo de Referência da Sociedade Brasileira de Computação – versão 2003. Disponível em www.sbc.org.br/educacao. Acesso em Junho de 2006.

[2] Falco, A. “Games: seis cursos superiores têm vagas agora”. Junho de 2005. Disponível em <http://webinsider.uol.com.br/vernoticia.php/id/2538>. Acesso em Junho 2006.

[3] Pinho e colegas. “Experiências do Laboratório de Realidade Virtual da PUCRS”. CACIC'99 - Congresso Argentino de Computação- Tandil – Argentina. <http://grv.inf.pucrs.br/Pagina/Publicacoes/Experiencias/Portugues/LRV%20Resumo.htm>

[4] Machado, L. S. e Moraes, R. M. “Cenários 3D Interativos com Software Livre”, Revista RITA, v.12, n. 01, 2005.

[5] Gomes, G. A. e Manssour, I. H. “SIECG – An Interactive Tools to Teach Computer Graphics”, Sibgrapi – Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, Fortaleza, 2003.

[6] Silva, A. G., Lotufo, R. A. e Machado, R. C. “Ambiente de Suporte ao Ensino de Processamento de Imagens usando a Linguagem Python”, XIII SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, São Leopoldo, 2002.

[7] Battaïola, A. L., Elias, N. C. , Domingues, R. G. , Assaf, R. e Ramalho, G. L. “Desenvolvimento de um Software Educacional com base em Conceitos de Jogos de Computador”, XIII SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, São Leopoldo, 2002.

[8] Battaïola, A. L., Elias, N. C. e Assaf, R. “Um Software para Ensino de Conceitos de Computação Gráfica”, WIE – Workshop de Informática na Escola – Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Florianópolis, 2002.

[9] Battaïola, A. L et all, “Desenvolvimento de um Ambiente Lúdico de Ensino”, 3º USIHC – Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade, Design de Interfaces e Interação Humano-Computador, 2004.

[10] Fisher, J., Lowther, J. e Shene, C. K., “If You Know B-Splines Well, You Also Know NURBS”, ACM 35th Annual SIGSE Technical Symposium, Virginia, pp. 343-347, 2004.

[11] Shene, C. K., “Teaching and Learning Computer Graphics Made Easy with GraphicsMentor”, Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning, October, 2002.

[12] Geometric Computing and Graphics Group Department of Computer Science Michigan Technological University, <http://www.cs.mtu.edu/~shene/NSF-2/index.html>, Acesso em 01/03/2006.

[13] Pinho, M. “Uma experiência do uso de VRML no ensino de Computação Gráfica em Curso de Graduação em Informática”. SBIE'96 - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Belo Horizonte, MG, 1996.

[14] Apostila. Curso de Qualidade. XXV Congresso da SBC, Canela, RS, 2005.

[15] Carvalho, M. A. G. “Introdução à Computação Gráfica com o OpenGL”. Disponível em www.ceset.unicamp.br/~magic/opengl/index2006.html. Acesso em junho de 2006.

[16] Carvalho, M. A. G. “Computação Gráfica - uma proposta de ensino para os cursos de graduação em computação”. In: O ensino, a Ciência e o Cotidiano. Bertagna, R.H., Meyer, J. F. C. A., Orgs. Editora Alínea, pp. 82-99, 2006.

[17] MEC/CONAES, Avaliação Externa de Instituições de Educação Superior – Diretrizes e Instrumento, Brasília, DF, Fevereiro, 2006.