

Um Software Para Ensino de Conceitos de Computação Gráfica

André Luiz Battaiola, Nassim Chamel Elias, Rodrigo de Godoy Domingues

Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.

Abstracts

Português:

Atualmente, a capacidade de processamento computacional permite o desenvolvimento de animações interativas sofisticadas que usam diferentes tipos de mídia. Jogos por computador são exemplos de software multimídia com características de entretenimento e alta sofisticação. A tecnologia envolvida na criação desse software pode ser usada para implementar software educacional, entretanto, somente a tecnologia não é suficiente para garantir a qualidade pedagógica desse tipo de software, visto que também é necessário usar conceitos cognitivos para elaborá-lo. Esse artigo apresenta conceitos da teoria cognitiva que podem ser aplicados na implementação de um software educacional multimídia, enfatiza o uso de ambientes 3D e descreve a implementação de um software para ensino de conceitos de computação gráfica baseado em critérios lúdicos e cognitivos.

English:

Nowadays, enhanced computational processing capacity allows the development of sophisticated interactive animations that use different kinds of media resources. Computer games are examples of multimedia software with characteristics such as entertainment and high levels of sophistication. The technology used for creating this type of software can also be used to develop educational software. However, technology alone is not enough to guarantee the pedagogic quality of this kind of software, since it is also necessary to use cognitive science concepts to elaborate it. This paper presents some of the concepts of cognitive theory that can be applied to educational multimedia software elaboration, emphasizes the use of 3D environments, and describes the implementation of a software package to teach computer graphics concepts, that is based on the criteria of entertainment and application of cognitive theory.

Espanhol:

Hoy en día, la capacidad computacional ampliada permite el desarrollo de animaciones interactivas sofisticadas que usan diferentes tipos de recursos y medios. Los juegos de computadora son un ejemplo de programas informáticos con características con tales características de entretenimiento y altos niveles de sofisticación. La tecnología utilizada para crear este tipo de programas puede también ser utilizada para desarrollar programas educativos. Sin embargo, la tecnología por sí sola no es suficiente para garantizar la calidad pedagógica de este tipo de programas, es también necesario hacer uso de las ciencias cognitivas para elaborarlo. Este trabajo presenta algunos de los conceptos de la teoría cognitiva que pueden ser aplicados en la elaboración de programas de multimedia educativos, enfatizando el uso de medio ambientes tridimensionales, y describe la implementación de un programa informático para enseñar conceptos de diseño gráfico computarizado, que es basado en el criterio de entretenimiento y aplicación de la teoría cognitiva.

1 Introdução

Atualmente, a informática colabora de forma preponderante na geração e disponibilidade da informação através de múltiplos meios, tais como Internet e mídias digitais. No contexto educacional, é possível utilizar os recursos da informática para gerar e disponibilizar material de ensino e aprendizado de forma organizada e de fácil acesso e entendimento, através de um ambiente lúdico e pedagogicamente defensável ¹.

O crescimento de tecnologias gráficas e sonoras para comunicação homem-máquina e o uso de ferramentas de autoria em multimídia permite a produção de programas sofisticados (como jogos) focados em entretenimento. A integração dessas tecnologias e ferramentas com conceitos cognitivos, psico-pedagógicos e lúdicos permite o desenvolvimento de software educacional sofisticado. Baseado nessa integração, esse artigo apresenta, no item 2, alguns conceitos relacionados a software educacional, jogos por computador e aspectos cognitivos que propiciaram o desenvolvimento do Edugraph, um software para ensino de conceitos de computação gráfica, descrito no item 3.

2 Software Educacional, Jogos por Computador e Aspectos Cognitivos

Jogos por computador são aplicações sofisticadas que exploram muitos dos aspectos oferecidos por um computador, como interfaces que suportam alto nível de interatividade e o uso de diversas mídias. O potencial tecnológico dos jogos aliado às características lúdicas e de desafios favorecem o seu uso na educação.

Jogos usam várias mídias integradas, como textos, animações, vídeo, áudio, etc. O uso de mídias integradas origina as apresentações multimodais e o efeito da atenção dividida, no qual o observador divide a sua atenção entre múltiplos meios que apresentam uma informação de forma complementar ou não. Assim, o uso de mídias integradas passa obrigatoriamente pelo estudo de conceitos cognitivos que guiam esta integração.

Em tal contexto, o uso de símbolos visuais com explicações verbais revelou-se mais efetivo que apresentações visuais (gráficos mais textos) ou explicações verbais separadamente. Tal efeito é explicado em termos de um modelo operacional atribuído à memória humana. A memória é capaz de processar mais informações se estas forem apresentadas em dois modos diferentes, visual e auditivo. Essa é uma das chaves para o aprendizado com a utilização de multimídia ^{2, 3}.

Apresentações multimídia transmitem um conjunto de informações que variam em termos de importância para o aprendizado ⁴. Um conjunto de regras cognitivas que pode envolver formas, tamanhos e cores pode ser considerado para classificar as informações em escala de prioridade de assimilação.

Mayer e Moreno ⁵ examinaram a integração de som, texto e animação em um programa multimídia de aprendizado em computador. Eles concluíram que animação com som (mídia visual e auditiva) é mais efetiva que animação com texto (mídia visual apenas). Lowe ⁶ sobressaltou quatro pontos importantes a serem considerados na transposição de uma educação baseada em quadros estáticos para outra baseada em animação: (1) animação tem um conteúdo maior de informações; (2) durante a animação, o observador tem pouco tempo para observar e processar as informações; (3) animações complexas requerem mais atenção para integrar as diferentes informações transmitidas através das várias mudanças que ocorrem em diferentes

partes da cena; (4) o observador precisa armazenar informação dos quadros anteriores e quadros subseqüentes numa memória de trabalho de tamanho limitado, durante um período razoável de tempo, o que exige que sua atenção fique dividida entre diferentes formas de transmissão.

O conhecimento a priori de um determinado assunto afeta criticamente a habilidade de processá-lo. Ollernshaw *et al.*⁷ relatou que um sistema de aprendizado baseado em multimídia com as informações em forma de texto ou diagramas não traz ganhos para participantes com um bom conhecimento a priori do assunto, mas apresenta ganhos significativos para estudantes sem conhecimento. Logo, acredita-se que jogos com níveis de progressão podem ser usados para apresentar informação para estudantes com diferentes graus de conhecimento.

O efeito lúdico e a competição fornecidas por um jogo também são fatores importantes, pois eles podem aumentar o interesse do estudante pelo estudo do assunto abordado. Papert⁸, criador do LOGO, ressalta que muitos jogos sofisticados de grande aceitação no mercado apresentam alguns conceitos de razoável complexidade e que usuários mais jovens desenvolvem caminhos para aprendê-los rapidamente. O interessante é que não se nota esta rapidez de aprendizado no estudo de conceitos similares presentes em disciplinas do curso do usuário.

Outro ponto interessante a ser analisado são os ambientes virtuais. Pantelidis⁹ enumera as seguintes razões para o uso de um ambiente virtual 3D na educação: (1) promover motivação, (2) permitir que o aprendiz imprima seu próprio ritmo de aprendizado, (3) encorajar participação ativa e (4) permitir múltiplas visões do objeto na cena.

A construção de ambientes 3D pode usar algumas peculiaridades presentes em jogos de computador¹⁰. Jogos podem ter visão em primeira ou terceira pessoa. Na visão em terceira pessoa, a relação entre usuário, personagem e mundo permite mais opções de interação, pois o usuário se vê como personagem na cena. Tal ambiente aumenta o nível de interação do usuário, facilita a navegação, permite que o estudante contraponha gráficos 2D e 3D e propicia a prática de navegação em ambiente 3D (importante quando o estudante tem que selecionar e manipular objetos 3D).

O *lay-out* da interface deve oferecer navegação e interação intuitiva já que a maioria dos usuários não tem o costume de ler manuais antes de começar a usar um programa. E ainda, a interface deve encorajar a descoberta e a exploração.

O usuário deve ter o controle da cena, com total compreensão do local ao qual ele está indo e por qual razão. Guias indicativas são usadas para conduzir o usuário através do ambiente para locais específicos. Quando os locais corretos são alcançados, o usuário pode ser recompensado de alguma forma (por exemplo, aumentando o placar). Adotada essa estratégia, o progresso positivo do usuário deverá ser sempre recompensado e ele estará aprendendo a realizar as ações corretas.

Com base nos conceitos e características apresentados acima, surgiu a idéia de desenvolver um software educacional de ensino de computação gráfica, o Edugraph.

3 Edugraph - um software educacional

A área educacional de interesse é o ensino de computação gráfica devido, basicamente, a quatro fatores: (1) a experiência de um dos autores no ensino dessa

disciplina em cursos de graduação, (2) o uso de recursos gráficos em diversos programas populares, (3) o aprendizado de conceitos referentes a esses recursos se baseia na filosofia "a necessidade gera o aprendizado" e (4) a possibilidade do uso dos conceitos em questão no desenvolvimento de software educacional.

Muitos usuários de computadores usam, rotineiramente, conceitos gráficos. Por exemplo, ao desenhar uma casa através de um conjunto de linhas, o usuário de um simples programa gráfico, como o Power Point da Microsoft, usa o comando group para agrupar as linhas num objeto único. Essa operação diminui o esforço de manipulação de todas as primitivas do objeto, facilitando operações de seleção, escalonamento, rotação, etc. Esse fato prova que usuários de diferentes programas usam conceitos gráficos e que muitos aprendem esses conceitos de maneira específica para a aplicação em questão. Isso não permite o aprendizado de conceitos similares existentes em outros programas, o que diverge da idéia de se ter usuários que dominem conceitos e sejam independentes de interfaces e funções. Então, surge a idéia da elaboração de um sistema de ensino de conceitos de computação gráfica que seja capaz de fazer os usuários aprenderem e aplicarem funções gráficas de maneira eficiente e portátil.

Quanto ao ensino de computação gráfica, a abordagem tradicional adota a seguinte linha de exposição: hardware e software gráficos, primitivas gráficas de entrada e saída, transformações bi e tridimensionais, projeções, renderização, etc. O aprendizado de conceitos de computação gráfica dá-se através de extensões, ou seja, primeiro aprende-se transformações afins (rotação, escalonamento, translação) no espaço 2D e depois é feita a extensão para o espaço 3D. Extensões podem ser usadas na exposição de outros conceitos, como modelagem de sólidos. Assim, a operação de união *booleana* de objetos 3D [Fig. 1], que pode consistir da geração de um objeto através da união (subtração ou interseção) de outros dois objetos, pode ser ensinada pelo conceito de colagem de formas com diversos formatos para gerar uma forma final.

Outro ponto interessante é que tal ensino pode adquirir um caráter lúdico facilmente. Por exemplo, o estudante pode aprender modelagem de sólidos [Fig. 4] montando objetos simples ou até mesmo sofisticados em um ambiente 3D. Esse ambiente pode contar com recursos visuais e sonoros que auxiliem no aprendizado dos conceitos. Além disso, as tarefas podem ser projetadas para serem desenvolvidas de forma cooperativa. Resumindo, um software educacional de conceitos de computação gráfica deve considerar os seguintes fatores:

- criar um ambiente que permita correlacionar conceitos adquiridos empiricamente no mundo real com aqueles aprendidos formalmente;
- propiciar alto nível de experimentação, de forma que aprender rotação signifique usar rotação;
- a possibilidade de se estender os conceitos abordados no espaço 2D para o 3D;
- explorar o potencial lúdico envolvido nesse tipo de ensino e seu ambiente de trabalho;
- expor os conceitos através de um conjunto de mídias integradas de acordo com critérios cognitivos.

3.1 Desenvolvimento

O desenvolvimento do Edugraph envolveu as seguintes questões: a) o que ensinar, b) a quem ensinar e c) como ensinar. A área educacional, com já foi dito, é o ensino de

computação gráfica. O público alvo são pessoas que tenham pouco conhecimento em computação gráfica, mas que já saibam como usar um computador. Isso define um público com o perfil de pré-adolescentes com alguma noção do uso de computadores. Baseado em a) e b), foi estipulado que a metodologia de ensino contaria com um ambiente baseado em computador e que fizesse uso de várias mídias e de interatividade.

Ambiente lúdico com interface altamente interativa e aparência sofisticada composta por mídias integradas são características encontradas em jogos por computador. O estudo de técnicas envolvidas no desenvolvimento de jogos por computador e a atração exercida nos usuários torna possível e interessante incorporar aspectos lúdicos a um software educacional para tornar o processo de ensino algo prazeroso.

3.2 Descrição do Ambiente

Edugraph tem um ambiente virtual 3D com visão em terceira pessoa. O ambiente foi definido como uma espécie de túnel 3D [Fig. 2]. O túnel é formado por paredes angulares que mudam de direção simulando um "zig-zag". A idéia é associar cada alteração dos ângulos das paredes com o nível de um jogo, no qual o jogador passa para o próximo nível somente após completar o nível anterior.

Em uma das paredes do túnel há um portão com um botão [Fig. 3]. O disparo desse botão abre o portão e transporta o usuário para "outro mundo". Uma determinada tarefa executada corretamente nesse novo mundo traz o usuário de volta ao nível do túnel no qual ele se encontrava e possibilita que o usuário vá para o próximo nível. Então, a concepção do túnel serve para guiar o estudante durante o período de treino no qual ele está, sem permitir a mistura entre nível de aprendizado e tarefas a serem executadas; assim como, ao gerar o desafio, há um estímulo para o progresso no estudo.

Após ativar o procedimento associado ao portão, há uma justificativa na tela da área interna do portão, que abre e ativa uma nova tela, para dar a sensação de que o estudante entrou em um novo ambiente, iniciando a exibição de hipertextos, vídeos e animações gráficas ou a inserção do estudante em ambientes 2D ou 3D para praticar os conceitos ensinados.

O uso combinado das mídias (hipertexto, vídeo, áudio, animação) deve considerar todos os aspectos cognitivos que se referem ao uso de múltiplas modalidades para o ensino. Por exemplo, a exposição de um conceito pode ser feita conjugando som e texto.

O áudio, além de complementar a exposição de conceitos, será usado em associação com textos ou gráficos para avisar a realização de uma operação correta. Áudio é um elemento importante em jogos no sentido de tornar a imersão no ambiente mais real. Geralmente, jogos usam três tipos de áudio: digital, interativo e 3D. O áudio digital é a base para a geração dos efeitos sonoros usuais. O áudio 3D, devido a sua complexidade, será usado de maneira simples nos ambientes 3D de teste para simular som de colisão ou para reforçar a percepção de profundidade. O áudio interativo será usado em uma versão futura multiusuário para realçar a interação entre vários usuários do sistema.

O uso de vídeo em jogos tem crescido significativamente ¹¹. Quando bem empregado, o vídeo pode aumentar o prazer e o entendimento da trama do jogo, reforçar a narrativa, introduzir um personagem, etc. Não é recomendado o uso de vídeos longos porque diminui o prazer gerado pela interação com o usuário. Num contexto de

software educacional, os vídeos podem ser usados basicamente para introduzir conceitos.

A produção e a edição de vídeo são as tarefas mais complexas relacionadas às aplicações no Edugraph. Um professor será filmado em um espaço com parede de fundo azul apresentando conceitos. Através da técnica de "cromaqui" ¹¹, o fundo será substituído por gráficos, quadros ou animações relacionadas ao conceito mostrado.

Após a fase de exposição, o estudante será submetido a testes. Os testes são divididos em duas partes: 1) perguntas e respostas e 2) montagem e movimentação de formas ou objetos. A parte 1 pode ser implementada via HTML ou páginas em Flash. A parte 2 será implementada via cenas especiais, 2D ou 3D, nas quais o usuário poderá editar ou mover formas ou objetos. A cena 3D será um ambiente no qual o usuário seleciona objetos e aplica operações a eles. Note-se que geralmente o estudante aprende um conceito no espaço 2D, executa testes nesse espaço e depois passa para o estudo no espaço 3D.

3.3 Implementação

Na área de jogos, motores são conhecidos como plataformas de desenvolvimento. Seu uso elimina o trabalho de desenvolver novamente funções básicas (manipulação de entrada, detecção de colisão, gráficos 3D, etc). Charles ¹² analisou alguns desses motores, tais como Genesis3D, Crystal Space e Golgotha. Todos esses motores apresentaram, segundo Charles, algum problema. Por exemplo, um quarto motor, o Fly3D, requer o uso de uma placa gráfica, o que seria inadequado para um software educacional de propósito geral.

Devido aos problemas detectados nos motores e alguns aspectos especiais do Edugraph, decidiu-se por desenvolver o sistema a partir do zero. A implementação do Edugraph utiliza a biblioteca gráfica OpenGL e componentes do pacote DirectX da Microsoft, tais como DirectSound e DirectShow, para reprodução de áudio e vídeo. Programas de modelagem ajudam a geração e exportação do ambiente tridimensional. Como a OpenGL e o DirectX têm suas rotinas escritas em C, a linguagem de programação escolhida foi a C++.

A implementação ficou dividida em duas partes: ferramentas e conteúdo. As ferramentas são os aspectos básicos que o sistema necessita para se tornar operacional. O conteúdo diz respeito às informações sobre os conceitos a serem ensinados. Atualmente, o trabalho está concentrado no desenvolvimento das ferramentas. Quanto ao conteúdo, a parte descritiva dos conceitos em HTML já está pronta, entretanto, ainda será necessário complementar o material com animações, que poderiam ser produzidas em GIF animada ou Flash, assim como a adição de áudio. A tarefa mais complexa é a produção de vídeo, porque será necessário integrar atores com outras cenas através da técnica de "cromaqui".

O sistema já mostra um túnel 3D, movimentação de personagem com detecção de colisão e animação hierárquica (movimento de pernas e braços), exibição de vídeo, os recursos de áudio e chamada a um *browser* para exibição de hipertexto. A implementação dos cenários de trabalho 2D e 3D [Fig. 4], no qual o estudante executa as atividades propostas, ainda está em período de produção.

Os cenários 2D e 3D serão implementados em OpenGL. O cenário 2D permitirá que o estudante exercite os conceitos aprendidos em 2D, antes de estender esses conceitos para o espaço 3D. O cenário 3D permitirá, entre outras funções, que o estudante

exercite as operações para modelagem de sólidos (esse é a tarefa mais complexa), porque é impraticável implementar um modelador para o sistema. A solução será manter algumas malhas poligonais pré-definidas e permitir que o estudante execute somente operações específicas, ou seja, se o estudante deve juntar um cilindro e um cubo, isso somente será possível se os objetos estiverem nas posições permitidas. Técnicas específicas permitem que as malhas sejam definidas e armazenadas de maneira otimizada ¹³, permitindo alta interatividade.

Uma versão do Edugraph deverá estar disponível até o segundo semestre de 2002 e já existem estudos para uso de seu ambiente no ensino de conceitos de outras áreas, tais como, biologia.

3.4 Versão WEB

No meio do segundo semestre de 2001, foi lançado o Macromedia Director 8.5 ¹⁴ (um poderoso software para a criação multimídia integrada em ambiente 2D ou 3D e passível de publicação na WEB com interação mono ou multiusuário).

Alguns dos importantes recursos do Director são: uso de XML para a criação de páginas dinâmicas, uso de recursos de *streaming* do Real Audio e Real Video, integração de filmes com tecnologia Flash dentro da aplicação, criação e importação de modelos 3D, recursos multiusuário, uso de placas gráficas 3D para renderização, interatividade, animação por *bones*, detecção de colisão, uso de WAV, MP3 e AVI, etc.

Levando-se em consideração os aspectos do Director 8.5 citados acima, uma equipe está estudando a implementação do Edugraph usando esse pacote. Nas experimentações feitas até o momento no Director 8.5 já é possível visualizar o ambiente 3D do Edugraph (túnel com as texturas), o personagem 3D, animação do personagem (importada do 3D Studio Max) e movimentação de câmera através do ambiente [Fig. 5].

4 Conclusão

Até o presente momento, não foi detectado nenhum software educacional com os aspectos do Edugraph, o que o torna pioneiro na área. A desvantagem é não haver parâmetros de comparação para avaliar a sua funcionalidade. Breve, o objetivo é elaborar um processo detalhado de avaliação baseado no desempenho de seus usuários. A indústria de jogos tem usado métodos para avaliar esse tipo de software ¹⁵. Entretanto, no caso de software educacional, certamente o correto é recorrer aos métodos de avaliação recomendados por psicólogos e pedagogos. Assim, a avaliação do Edugraph será feita com o auxílio desses profissionais.

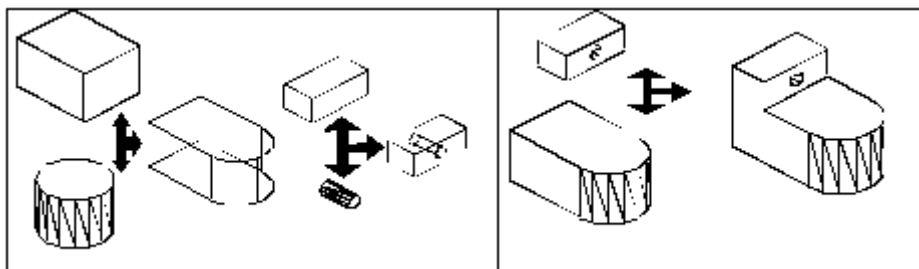


Figura 1: exemplo de modelagem de sólido



Figura 2: ambiente do Edugraph



Figura 3: portão para outro ambiente



Figura 4: cenário para edição de objetos e formas

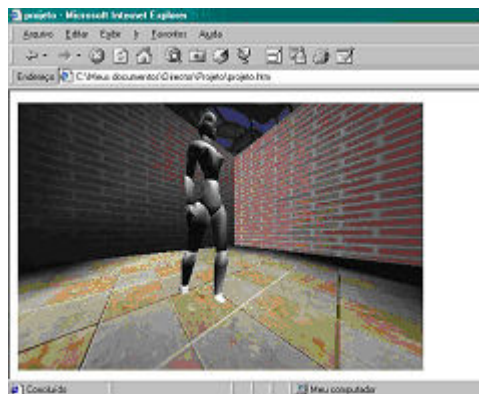


Figura 5: Edugraph desenhado no Director

5 Referências Bibliográficas

1. Slavik, P. et al. - *Cheap Production of Multimedia Programs. Design and Management of Multimedia Information Systems: Opportunities and Challenges*, Idea Group Publishing, 2001.
2. Mousavi, S., Low, R. & Sweller, J. - Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 1995.
3. Tindall-Ford, S., Chandler, P. & Sweller, J. - When two sensory modes are better than one. *Journal of experimental psychology: Applied*, 3(4), 1997.
4. Tuovinen, J. E. - *Cognition Research Basis for Instructional Multimedia. Design and Management of Multimedia Information Systems: Opportunities and Challenges*, Idea Group Publishing, 2001.
5. Mayer, R.E. & Moreno, R. - A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 1998.
6. Lowe, R. K. - Extracting information from an animation during complex visual learning. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 1999.
7. Ollernshaw, A., Aidman, E. & Kidd, G. - Is an illustration worth a thousand words? Effects of prior knowledge, learning style and multimedia illustration on text comprehensions. *International Journal of Instructional Media*, 24(3), 1997.
8. Papert, S. - Does Easy, Do It? Children, Games, Learning. *Game Developer*, June 1998.
9. Pantelidis, V.S. Reasons to Use Virtual Reality in Education, 1992
eastnet.educ.ecu.edu/vr/reas.html.
10. Clarke-Willson, S. *Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology*. ACM Press, 1998.
11. Waggoner, B.; York, H. - Video in Games: The State of Industry. *Game Developer*, March 1999.
12. Charles, A. G. M. - FORGE V8: A framework to develop computer games and multimedia applications. In Portuguese. Master dissertation, Cin/UFPE, Recife, 2001.
13. Battaiola, A. L.; Optimization of the Poly-Triangle Strip Generation Process. In Portuguese. XXIV Latin-American Conference of Informatics CLEI, 1998, Quito, Ecuador.
14. Catanese, Paul - *Director's third dimension fundamentals of 3D programming in Director 8.5*.
15. Geiger, B. J. - Psychological Research Methods for Game Design. *Game Developer*, May 1998.

