

# Desenvolvimento de um Software Educacional com base em Conceitos de Jogos de Computador

André Luiz Battaiola<sup>1</sup>, Nassim Chamel Elias<sup>1</sup>, Rodrigo de Godoy Domingues<sup>1</sup>, Rodrigo Assaf<sup>1</sup>, Geber Lisboa Ramalho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Computação – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
Caixa Postal 676 – 13565-905 – São Carlos – SP – Brasil

{andre,nassim,rodrigod,rodassaf}@dc.ufscar.br

<sup>2</sup> Centro de Informática - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Caixa Postal 7851 - 50732-970 - Recife - PE

glr@cin.ufpe.br

**Resumo.** As interfaces de jogos de computador evoluíram de ambientes 2D baseados em texturas para ambientes 3D sofisticados que contam com objetos poligonais, animações gráficas, vídeos e áudio. O desafio proporcionado pela trama, a compatibilização da interface com a trama, a sofisticação das cenas, a performance e a facilidade de interação são fatores críticos para o sucesso de um jogo atual. Estes critérios também podem ser considerados para o desenvolvimento de um software educacional de sucesso. Este artigo discute o desenvolvimento da interface do Edugraph, software de ensino de conceitos de computação gráfica, com base em critérios de interfaces de jogos de computador.

**Palavras Chave:** Relação das palavras chaves separadas por vírgulas.

## 1. Introdução

O esquema tradicional de ensino ignora, em geral, um fator importante para o aprendizado: a motivação. As pessoas preferem, usualmente, realizar atividades que lhes tragam prazer e divertimento. Assim, não se pode ignorar um parâmetro como este na determinação de critérios eficientes para o ensino de massa, especialmente, quando se considera o uso de softwares educacionais.

Jogos de computador são exemplos de software para entretenimento que atraem milhões de pessoas e movimentam bilhões de dólares por ano. A empresa de consultoria americana Datamonitor ([www.datamonitor.com](http://www.datamonitor.com)) divulgou que as vendas de software de jogos para

computador e consoles no mercado americano e europeu alcançara a cifra de US\$ 10,9 bilhões em 2002. Em seu relatório Wireless Gaming, a Datamonitor informa que 4 em 5 usuários de celulares estarão jogando jogos em celulares em 2005, o que representa um universo de 200 milhões de consumidores na Europa Ocidental e Estados Unidos.

Além da questão comercial, um outro aspecto pode ser considerado em relação à atração exercida pelos jogos. Papert, o inventor da linguagem Logo, destaca que, atualmente, no mercado, se encontram jogos sofisticados que envolvem conceitos complexos até para um adulto [Pape 1998]. Apesar disto, adolescentes com faixa de idade entre 10 e 15 anos, motivados pela possibilidade de competirem com seus colegas, não só são capazes de aprenderem estes

conceitos, bem como de desenvolverem métodos para otimizar este aprendizado, tendo em vista que quem aprende mais rápido, mais rápido atinge as melhores marcas em competições. Por outro lado, é interessante notar que é nesta faixa de idade que os jovens começam a perder o interesse por temas escolares.

Estes fatos apontam para a seguinte consideração: por que não utilizar alguns dos princípios que norteiam o desenvolvimento de jogos para a implementação de software educacional, de forma a torná-los tão atrativos quanto os jogos?

Neste contexto, este artigo discute no item 2 o que são jogos de computador, no sub-item 2.1 como se classificam a suas interfaces, no sub-item 2.2 critérios de navegação em ambientes de jogos, no item 2.3 enredo, no item 3 critérios cognitivos a serem considerados em sistemas multimídia para ensino e no item 4 o software de ensino de computação gráfica Edugraph, com considerações sobre a sua implementação nos sub-itens 4.1 e 4.2.

## 2. Jogos de Computador

Ao contrário do produto, as características técnicas dos jogos de computador são pouco conhecidas. Um jogo de computador é um produto composto de três partes principais: enredo ou trama, motor e interface interativa [Feij e Batt 2001]. O enredo define os objetivos do jogo e a sua definição pode requerer a participação de diferentes especialistas, tais como, escritores, psicólogos, historiadores, etc. O motor controla a interação entre o usuário e a sua interface. A implementação do motor pode envolver conceitos presentes em diversas áreas da computação, tais como, computação gráfica, inteligência artificial, redes de computadores, engenharia de software, etc. A interface interativa apresenta o estado corrente do jogo e viabiliza a interação entre o jogo e o usuário. A sua implementação pode envolver aspectos artísticos, cognitivos e técnicos.

### 2.1 Interface dos Jogos de Computador

As características relevantes da interface de um jogo são o atrativo visual, a compatibilidade com a trama e o alto nível de jogabilidade, o qual representa a capacidade do usuário de fácil e rapidamente se movimentar pelo ambiente do jogo e acionar os recursos necessários para realizar uma nova jogada.

Crerios para se medir o nível de compatibilização de uma interface a trama de um jogo envolvem a definição dos diversos tipos de jogos e de ambientes que eles usualmente requerem. Os principais tipos de jogos são os de: estratégia, simulação, aventura, esporte, RPG, passatempo, educação/ treinamento e infantil [Feij e Batt 2001].

Jogos de passatempo (cartas, xadres, damas, etc) usualmente requerem interfaces 2D simples baseadas em sprites (texturas que se movimentam sobre a tela sem deixar marcas sobre o plano de fundo) [Feij e Batt 2001]. Jogos de simulação (corrida de carro ou moto, pilotagem de avião, etc) usualmente requerem realismo, por isto utilizam interfaces baseadas em ambientes 3D e objetos poligonais sofisticados. A sofisticação visual, o nível de realismo e a flexibilidade de interação baseada em diversas formas de navegação no ambiente, fazem das interfaces 3D as preferidas para o desenvolvimento dos jogos modernos.

Apesar de diversas características de um jogo serem imprevisíveis, analisando-se as peculiaridades dos títulos mais famosos [Hist. Consoles], [Hist. Videogames], é possível se estabelecer os seguintes critérios gerais para a classificação de suas interfaces 3D: 1) visão do jogador, 2) ambiente e 3) projeção.

Dependendo da trama do jogo, a visão do jogador pode ser em 1º (primeira) ou 3º (terceira) pessoa. A visão em 1º pessoa torna a tela do computador o olho do usuário, ou seja, o jogador tem a mesma visão do personagem do jogo, o que cria uma grande sensação de imersão. Jogos de combate em ambientes 3D fechados usualmente utilizam este tipo de visão. Note-se que a característica visual dos jogos em 1º pessoa requer interfaces 3D. A visão em 3º pessoa permite que o jogador se enxergue no cenário do jogo, sendo ele, por exemplo, apenas um soldado, um exército ou um veículo. Esta visão é também conhecida como God's eyes porque o usuário tem uma visão completa do mundo e do(s) objeto(s) que cercam o(s) personagem(s). Note-se que jogos 2D com personagens e ambientes limitados apresentam interfaces com visão em 3º pessoa, porque, neste caso, o usuário tem visão total de sua localização no ambiente do jogo, para onde e como ele pode ir e de qualquer alteração na área de interesse do ambiente. Todas estas características tornam a interface do jogo atrativa e facilitam a interação. Outras considerações são mencionadas no sub-item 2.2.

Os ambientes dos jogos podem ser classificados como: a) internos, b) externos e c) siderais, sendo que podem ser criados ambientes mistos formados pelo uso alternado dos tipos básicos. Os ambientes internos [Figura 1] são fechados, constituídos de salas e suas interconexões, tais como, corredores e portas, de forma similar à planta de uma casa. Normalmente, estes ambientes são conhecidos como *dungeons* (masmorras) e são freqüentemente encontrados em jogos em 1ª. pessoa, tais como o *Quake* e o *Doom*, da *ID Entertainment*. A iluminação é nitidamente artificial e geralmente estática porque provém de fontes de luz como tochas ou *spotlights*. Os ambientes abertos [Figura 2] são criados a partir de geradores de terreno ou por um mapa de altitude (malha triangular ou quadrangular, onde a coordenada “z” dos vértices representa altura). Usualmente, a iluminação é natural, mas pode haver outras fontes de luz. Geralmente, os ambientes externos simulam o céu através de uma caixa mapeada com texturas denominada de *SkyBox*. Esse tipo de recurso é muito utilizado em jogos de simulação, em especial, com aqueles que operam com aviões, tal como o *F1 World Grand Prix* da *Eidos Interactive*. Os ambientes siderais [Figura 3] simulam o espaço sideral através da exibição de estrelas, planetas, nebulosas e outros objetos espaciais. Geralmente, possuem iluminação variável de acordo com as fontes de iluminações (sóis) disponíveis no sistema sideral em que o jogo se desenrola. Exemplos de jogos que se caracterizam por essa ambientação são *Privateer I e II* da *Origin Systems*.



Figura 1 – Ambiente Interno



Figura 2 – Ambiente Aberto



Figura 3 – Ambiente Sideral

Ambientes tridimensionais são visualizados no computador através de projeções. Em jogos, dois tipos de projeções se destacam: 1) a perspectiva e 2) a axonométrica [Batt e Erth 1998]. A projeção perspectiva é natural ao sistema ótico humano e é gerada através de raios projetores que partem de um centro de projeção localizado no finito, o que acarreta a perda de paralelismo entre linhas e é essencial para transmitir a noção de profundidade. Por exemplo, ao entrar em um túnel longo, uma pessoa vê a porta de saída com dimensão menor que a porta de entrada e, conseqüentemente, observa uma perda de paralelismo das linhas laterais do túnel. A projeção perspectiva é praticamente uma exigência em jogos em 1º pessoa, pois a visualização do ambiente tem de ser compatível com o que é natural ao olho humano. Alguns jogos em 3º pessoa e projeção perspectiva, como os da série *Tomb Raider* da *Eidos Interactive*, posicionam a câmera atrás do personagem de forma a aumentar o campo de visão do jogador e transmitir a sensação de um jogo em 1º pessoa. A projeção paralela ortográfica axonométrica apresenta raios projetores que partem de um centro de projeção no infinito e incidem paralelamente ao plano de projeção. Os objetos são rotacionados antes da sua projeção no plano, de forma a assegurar que se tenha uma visão tridimensional do mesmo. Como este tipo de projeção não acarreta a perda de paralelismo entre linhas, não se tem a noção de profundidade natural ao ser humano. Jogos baseados em texturas e conhecidos como jogos 2D/2D utilizam a projeção axonométrica para simular a noção de tridimensionalidade. Jogos 3D reais utilizam usualmente este tipo de projeção quando a trama do jogo se desenrola sobre planos onde mapas cartográficos ou vias são traçados. Neste caso, o plano é visualizado de forma inclinada e de uma certa altura, não havendo, assim, a necessidade da noção de profundidade. Dentre os jogos nessa categoria encontram-se jogos recentes de estratégia em tempo real, tais como *Emperor - Battle for Dune* da *Westwood e*

*Star Trek Armada* da *Interplay*. Note-se que bibliotecas gráficas 3D, como a *OpenGL* e o *Direct3D* da *Microsoft*, permitem que se trabalhe tanto com projeções perspectivas quanto com paralelas ortográficas, bem como se movimente e posicione a câmera para que se obtenha o tipo de visualização desejado.

## 2.2 Critérios de navegação em ambientes de jogos

A incorporação de ambientes 3D aos jogos por computador levou a uma série de questionamentos que se aplicam usualmente a ambientes virtuais. A causa principal deste questionamento é o fato de que “dispor de um ambiente 3D não significa aumentar a sensação de imersão do usuário no ambiente”. Um bom jogo 2D pode oferecer uma sensação maior de imersão que um 3D, no sentido de que ele é capaz de envolver mais o jogador em seu ambiente. Assim, é preciso se discutir os fatores-chaves para a implementação de interfaces 2D e 3D de jogos (critérios a-h), bem como aqueles específicos para jogos 3D (critérios i-k) [Clar 1998].

- a) Exploração e descoberta: A maioria dos usuários de jogos não lê os manuais quando começam a jogar. Eles esperam que a interface do jogo possibilite uma navegação intuitiva que os capacite a descobrir e explorar recursos e funções.
- b) Controles ao Alcance do Usuário: Em um ambiente virtual é desejável que o usuário tenha controle sobre a cena, com total compreensão sobre o lugar ao qual ele está se dirigindo e porque. Quando o ponto de vista é em 3ª pessoa, o usuário é capaz de se ver na cena e determinar como ele se move em relação a outros objetos, o que aumenta a sua sensação de controle.
- c) Guias: As guias são necessárias para conduzir o personagem para lugares específicos do ambiente. O ambiente virtual 3D requer bons pontos de referência para tornar a navegação fácil sem o auxílio de recursos adicionais como os mapas presentes em determinados jogos de corrida, onde uma janela exibe a visão do motorista e outra a posição do carro na pista.
- d) Limites do Ambiente: Em jogos em ambientes abertos é importante que todos os lugares visitáveis sejam interessantes e que os

não passíveis de visitação fiquem fora dos limites do mundo.

- e) Reforço Positivo e Negativo: Uma ação correta realizada pelo usuário pode ser notificada e resultar em algum tipo de recompensa, o que o incentiva a aprender como realizar uma ação correta. Outra possibilidade é reportar uma ação incorreta, entretanto, em muitos casos, é mais fácil reportar as ações corretas. Além disso, o usuário poderá se sentir desafiado a sempre empreender uma ação errada.
- f) Movimentação versus Animação: Um ambiente virtual pode dispor de um grande conjunto de objetos, mas os objetos de relevância na cena são aqueles que têm significado para a ação que o usuário deve realizar. Assim, não compensa associar visual sofisticado e animações complexas a objetos sem significado para a movimentação do personagem.
- g) Nível de Complexidade da Reação: Um erro comum e grave ao se definir um jogo é exigir uma reação do usuário a cada objeto que surge na cena. Muitos jogos de computador impõem limites ao número de objetos ativos na cena por razões de performance, mas estes limites estão sendo superados pela evolução do hardware. Assim, o número de objetos na cena deve ser limitado por razões psicológicas porque o usuário pode se sentir “inundado” de informações se houver muitos objetos ativos simultaneamente na cena de um jogo, não importando quão lentos e irrelevantes eles sejam.
- h) Visão do Jogador: A maioria dos jogos adota o ponto de vista em 1ª pessoa devido a dois fatores principais: facilidade de implementação e maior nível de incorporação. A implementação é mais fácil porque o gerenciamento da percepção de profundidade é bastante simples, pois associa tamanho à profundidade, ou seja, se está perto, é grande, se está longe, é pequeno. O nível de incorporação é maior porque a visão em 1ª pessoa é natural ao ser humano. Em um jogo em 3ª pessoa, a experiência é mais complexa. A relação entre o usuário, o personagem e o mundo permite mais oportunidades de interação.
- i) Falta de Percepção de Profundidade: A estereoscopia é um processo de percepção de profundidade baseado no fato do ser humano

ter dois olhos separados por uma pequena distância. Este método é mais eficiente para se determinar a profundidade de objetos próximos ao observador. Para objetos distantes, as pessoas usualmente determinam a profundidade com base em outras referências, como, por exemplo, a linha de horizonte, nuvens, etc. No entanto, se um observador subir e abaixar a cabeça suavemente, buscando criar um contraste entre objetos, ele poderá distinguir melhor o posicionamento relativo de objetos distantes. Um recurso do jogo *Doom* permite que o personagem se mova levantando e abaixando a cabeça, de forma a aumentar o senso de profundidade.

- j) Gerenciamento do Ponto de Vista do Jogador: Em um mundo virtual 3D, o usuário pode tentar ver a parte de trás da cena. Para uma apresentação em 3ª pessoa, pode-se considerar a possibilidade de travar a câmera, mas os usuários logo desejarão movê-la. Assim, ao se construir a cena, o recomendado é posicionar e apontar a câmera para lugares passíveis de visualização e adicionar algumas restrições.
- k) Suporte à Navegação e ao Direcionamento: Em mundos virtuais com liberdade total ou parcial de movimentação, uma questão importante a ser considerada é como especificar a ação: “quero ir até lá”. Outra é: se o usuário aponta para um lugar e diz “vá para aquele local”, o sistema deve levá-lo até o local e deixá-lo virado de frente para um objeto daquele local? Se sim, corre-se o risco do usuário ficar boa parte do tempo olhando paredes. Uma solução para estes problemas é a criação de um sistema de navegação com alvo que, quando ativado, direciona o personagem para um local, mas que, durante o deslocamento, permita que ele realize, com menor ou maior amplitude, alguns outros movimentos, como, por exemplo, rotação em torno do seu eixo. Neste caso, se desejar liberdade com facilidade de movimentação. Além disso, alvos secundários ou um esquema alternativo podem ser utilizados para movimentar rapidamente o personagem para um local específico.

### 2.3 Enredo

O sucesso de um jogo é uma combinação perfeita de seus três componentes, ou seja, o aspecto lúdico e desafiador de um jogo não pode ficar centrado em sua interface, pois não é uma

garantia de estímulo ao usuário. Um enredo que proporcione desafios e divertimento ao jogador é fundamental para o sucesso do jogo. Mesmo jogos educacionais adotam enredos atraentes ao jogador [Amor 2001].

A criação de um enredo pode seguir algumas orientações para a elaboração de roteiros para cinema e teatro, no entanto, como um jogo é interativo e a trama pode enveredar por diversos caminhos, não é fácil de se assegurar emoção e diversão a cada vertente do jogo [Litt 2001].

### 3. Conceitos cognitivos em sistemas multimídia de ensino

Os jogos modernos utilizam diversas mídias integradas, como texto, animação, vídeo, áudio, etc, logo, o desenvolvimento de um jogo ou de um software educacional deve considerar conceitos cognitivos que orientem a combinação destas várias mídias.

A relevância de apresentações multimodais é baseada no fato de que o uso de símbolos com explicações verbais mostrou ser mais efetivo do que apresentações visuais (gráficos e/ou texto) ou explicações verbais em separado. Este efeito é justificado em termos de um modelo para a memória humana que indica que ela é capaz de processar paralelamente informações apresentadas em dois modos diferentes: visual e sonoro [Mous 1995], [Tind *et al.* 1997].

Apresentações multimídia transmitem um conjunto de informações que variam em termos de importância para o aprendizado [Tuov 2001]. Um conjunto de regras cognitivas que envolvem, por exemplo, formas, tamanhos e cores, pode ser considerado na classificação da informação em uma escala de prioridades de assimilação.

Mayer e Moreno [Mayer e Moreno 1998] têm examinado a integração de som, texto e animação em um sistema multimídia de aprendizado. Eles concluíram que a animação com som (informação visual e sonora) têm se apresentado mais eficiente do que animação com texto (informação visual apenas).

Lowe [Lowe 1999] estabelece quatro pontos importantes a serem considerados na mudança de sistema educacional baseado em figuras estáticas para outro baseado em animação: a) animações apresentam um maior conteúdo de informações; b) durante a animação, o observador tem pouco tempo para observar e processar informações; c)

animações complexas requerem mais atenção para integrar informações refletidas em muitas mudanças em diferentes partes de cada quadro da animação; e d) o observador necessita armazenar informações dos quadros anteriores e posteriores em uma memória de trabalho limitada durante um intervalo de tempo substancial, o que divide a sua atenção entre diferentes partes da transmissão.

#### 4. Edugraph

Edugraph [Batt, Goyos e Araujo 1999] é um software em desenvolvimento para o ensino de computação gráfica. O foco de interesse é computação gráfica devido aos seguintes fatores: 1) o grande uso de recursos gráficos em diversos programas populares e 2) o aprendizado de conceitos referentes a esses recursos se baseia na filosofia “a necessidade faz o aprendizado”, o que não garante o aprendizado e torna o usuário dependente de pacotes.

Uma análise dos principais conceitos abordados em um curso introdutório de computação gráfica indica que um sistema de ensino destes conceitos deve considerar os seguintes fatores:

- a) a possibilidade de se estender os conceitos abordados de forma mais simples no espaço 2D para o 3D;
- b) propiciar alto nível de experimentação e interatividade, ou seja, o processo de aprendizagem de rotação é facilitado pelo uso de rotações;
- c) criar um ambiente que permita ao aluno correlacionar conceitos adquiridos empiricamente no mundo real com aqueles aprendidos formalmente, por exemplo, transladar um carrinho de plástico no chão é similar operacionalmente a transladar um carro no mundo virtual;
- d) explorar o potencial lúdico envolvido neste tipo de ensino e no seu ambiente de trabalho para otimizar o processo de aprendizado;
- e) expor os conceitos neste ambiente através de uma série de mídias integradas de acordo com critérios cognitivos;
- f) possibilitar trabalho colaborativo entre os estudantes.

A menos da questão educacional, jogos por computador satisfazem muitos destes critérios, ou seja, jogos usualmente fornecem um ambiente lúdico dotado de interface com alta interatividade e visual sofisticado composto por várias mídias integradas e, em alguns casos, esquema multiusuário de interação que pode envolver colaboração entre jogadores. Logo, programas educacionais podem referenciar técnicas

envolvidas no desenvolvimento de jogos e, assim, a definição do Edugraph se orientou por esta concepção de unir métodos educacionais com técnicas de jogos por computador.

O Edugraph opera com uma interface interativa com acesso a diferentes mídias (vídeo, hipertexto, áudio, animação) e imersão em um ambiente 3D. Para garantir que este sistema tenha o almejado valor pedagógico, a sua interface foi definida considerando-se os tópicos abordados nos itens 2.1, 2.2 e 3.

O Edugraph opera com um ambiente 3D com visão em 3º pessoa, onde um personagem representa o aluno. O objetivo com este tipo de ambiente é aumentar o nível de interação do aluno, favorecer a navegação e permitir que o aluno contraponha gráficos 2D com 3D, o que é um fato relevante em cursos de computação gráfica. Além disso, este tipo de ambiente propicia treino em navegação em ambientes 3D, fato importante quando o aluno tiver que trabalhar com objetos 3D. O processo de navegação considera as questões mencionadas no item 2.2, e utiliza, por exemplo, guias sonoras e visuais para orientar o aluno no ambiente.

O ambiente do Edugraph foi definido como uma espécie de túnel 3D formado por paredes angulares que mudam de direção, simulando um “zigue-zague” [Figura 4]. A idéia é associar alterações de ângulos de parede a níveis de um jogo, no qual o jogador só passa para o próximo nível se completar o anterior.



Figura 4 – Túnel

Em uma das paredes de cada nível do túnel há uma porta com um botão. O acionamento deste botão abre uma porta e transporta o aluno para um outro mundo. Uma determinada tarefa realizada com sucesso neste novo mundo faz com que o aluno volte para o nível do túnel em que se encontrava e o capacita a prosseguir para o próximo nível. Assim, a concepção do túnel serve

para orientar o aluno sobre o estágio em que se encontra, não permitindo que ele misture o nível de aprendizado com as tarefas a serem realizadas, bem como para desafia-lo e incentiva-lo a progredir no estudo.

Ao ativar o procedimento associado a uma porta, há um enquadramento na tela da área interna da porta, a qual se abre e ativa uma nova tela, de forma a dar a sensação ao aluno de que está entrando em um novo ambiente. Este outro mundo significa a ativação de programas que exibem páginas com hipertextos, vídeos e animações gráficas, ou então a inserção do aluno em ambientes 2D ou 3D, onde ele poderá exercitar os conceitos aprendidos. O ambiente 3D de teste irá permitir, por exemplo, que o aluno modele sólidos e o 2D que ele resolva questões em hipertexto.

O vídeo será utilizado basicamente para introduzir conceitos [Wagg e York 1999]. Sua produção será baseada na técnica de cromaqui, o que significa filmar um palestrante em cenário com fundo azul ou verde apresentando conceitos e substituir o fundo por gráficos, imagens ou animações relacionadas ao conceito apresentado [Figuras 5].

O áudio, além do uso na exposição de conceitos, será também utilizado em conjunto com informações visuais para notificar a realização de operação correta ou errônea. Áudio 3D [Grah 1997] será utilizado de forma simples nos ambientes 3D de teste para, por exemplo, simular som de colisão ou reforçar a percepção de profundidade. Áudio interativo [Mill 1997] só deverá ser utilizado em uma futura versão multiusuário.

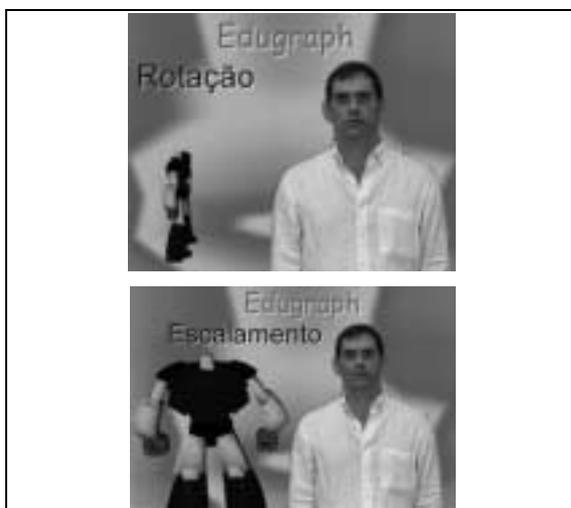


Figura 5 – Produção de vídeo usando cromaqui.

Todo este ambiente comporta um enredo sofisticado, no entanto, por se tratar de um protótipo, se optou por implementar um enredo simples. Dois robôs descem em um planeta desconhecido para eliminar os planos de um inimigo de invadir o planeta deles. Ao chegarem nesse planeta, um dos robôs é capturado e desmontado. A função do robô sobrevivente é encontrar o seu companheiro e remontá-lo. Para reconstruir o robô danificado, o robô-usuário deve utilizar os conceitos aprendidos durante sua busca, enquanto percorre o túnel à procura de seu companheiro. Os conceitos envolvem noções de computação gráfica, como rotação, translação e escalonamento. Ao encontrar o robô danificado, o robô-usuário deve juntar as peças espalhadas do companheiro até reconstituí-lo completamente e então sua missão estará realizada [ Figura 7].

#### 4.1 Implementação do Edugraph

A implementação do Edugraph está baseada na biblioteca gráfica OpenGL [Wrig 1996] e em módulos do DirectX da Microsoft [Parb 2000], tais como o DirectInput para gerenciar a interatividade via mouse e teclado, o DirectSound para a reprodução de áudio e o DirectShow para a reprodução de vídeo. Programas de modelagem foram utilizados para a geração e exportação do ambiente tridimensional. Como a OpenGL e o DirectX têm suas rotinas escritas em C, a linguagem de desenvolvimento escolhida foi a C++.

A escolha deste ambiente de implementação foi baseada em uma análise de motores de jogos disponíveis no mercado. Estes motores (frameworks) disponibilizam uma estrutura mínima para a implementação de jogos [Char 2001]. Tamanho, confiabilidade, performance e documentação de código, além de restrições técnicas, como a obrigatoriedade do uso de placas gráficas, foram fatores que induziram a implementação do Edugraph a partir do zero, desconsiderando o uso destes motores.

A implementação ficou dividida em duas partes: 1) funções (recursos básicos que o sistema necessita para se tornar operacional) e 2) conteúdo (informações sobre os conceitos a serem ensinados). Até o presente momento, a maior parte do esforço se concentrou no desenvolvimento das funções do sistema. Ele já conta com o túnel 3D, deslocamento de personagem com detecção de colisão, exibição de vídeo, acionamento de navegador para a exibição de hipertexto e recursos mínimos de áudio. Além

disso, o personagem já se desloca movimentando braços e pernas (animação hierárquica). Alguns cenários de trabalho em 2D e 3D já foram desenvolvidos. Em termos de conteúdo, a descrição dos conceitos em páginas HTML já está pronto, no entanto, ainda falta complementar o material com animações, produzidas em GIF animado e/ou em Flash, vídeo e áudio. A produção de vídeo fará uso extensivo da técnica de cromasqui.

Os cenários de trabalho 2D e 3D serão implementados em OpenGL. O cenário 3D permitirá que o estudante exercite conceitos de modelagem de sólidos através de malhas poligonais e operações pré-definidas [Figuras 6 e 7]. Face a dificuldade, a intenção não é implementar um modelador de sólidos, logo, malhas pré-definidas serão armazenadas de forma que o aluno possa manipular objetos em um esquema de posicionamentos e operações que resultem em um novo objeto, cuja malha também já esteja armazenada. Técnicas específicas permitem que as malhas sejam definidas e armazenadas de maneira otimizada [Batt 1998], permitindo alta interatividade.

No final de agosto de 2002 foi apresentada uma versão protótipo do Edugraph.



Figura 6 – Área de trabalho

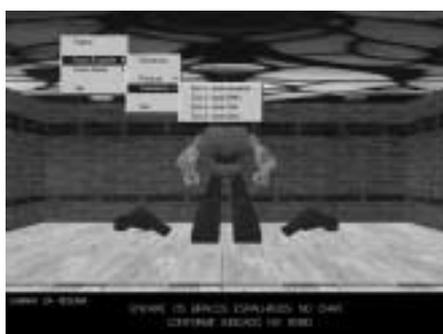


Figura 7 – Área de trabalho

## 4.2 Versão Web do Edugraph

No meio do segundo semestre de 2001, após o começo da implementação do Edugraph, foi lançado o Macromedia Director 8.5 [Robb 2001], um poderoso software para a criação multimídia integrada em ambientes 2D ou 3D e passível de publicação na WEB com interação mono ou multiusuário.

Levando-se estes aspectos do Director 8.5, uma equipe começou a estudar o porte do Edugraph para o seu ambiente. Nas experimentações feitas até o momento é possível visualizar o ambiente 3D do Edugraph (túnel com as texturas), o personagem 3D com animação (importada do 3D Studio Max) e movimentação de câmera através do ambiente [Figura 8]. Futuramente, será possível migrar todo o sistema para a Web, o que amplia o público alvo e facilita o acesso ao software, bem como possibilita que algumas tarefas, como aquelas desenvolvidas nos cenários de trabalho 3D, possam ser realizadas de forma colaborativa. Além disso, o esforço de desenvolvimento fica concentrado em recursos específicos do aplicativo, ao invés de recursos básicos.

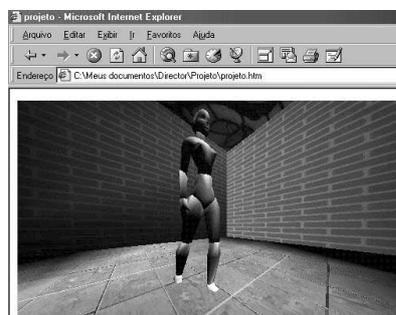


Figura 8 – Ambiente Edugraph em Director

## 5. Conclusão

Até o presente momento, não foi detectado nenhum software educacional com os aspectos e objetivos do Edugraph, o que o torna pioneiro na área, mas dificulta avaliações.

A avaliação também deve ser realizada em termos do nível de aprendizagem dos usuários do software, o que implica em definir e aplicar um processo de avaliação.

A indústria de jogos tem usado métodos para avaliar seus produtos [Geig 1998], 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, no entanto, como a prioridade atual é o desenvolvimento da versão Director, o processo de avaliação será postergado.

## Referências

- [Amor 2001] AMORY A. "Building an educational adventure game: theory, design and lessons". *Journal of Interactive Learning Research*, 2001, 12 (2/3) 249-263.
- [Batt, Goyos e Araujo 1999] BATTAIOLA, A. L.; GOYOS, C; ARAUJO, R. B.; "EduGraph – Sistema para aprendizado de conceitos de computação gráfica", WISE-99, Workshop Internacional sobre Educação Virtual, UECE, UNESCO e IFIP, 1999, 15-23.
- [Batt 1998] BATTAIOLA, A. "Otimização do Processo de Geração de Malhas Triangulares a partir de Polígonos". XXIV Latin-American Conference of Informatics CLEI, 1998, Quito, Equador.
- [Batt e Erth 1998] BATTAIOLA, A., ERTHAL, G. "Projeções e o seu Uso em Computação Gráfica". *Anais do JAI98/SBC*, agosto de 1998.
- [Char 2001] CHARLES, A. "FORGE V8: Um framework para o desenvolvimento de jogos de computador e aplicações multimedia". Dissertação de Mestrado, Cin/UFPE, Recife, 2001.
- [Clar 1998] CLARKE-WILLSON, S. "Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology". ACM Press, 1998.
- [Feij e Batt 2001] FEIJÓ, B., BATTAIOLA, A. et al. "Jogos em Computador e Celular". *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, Vol. 8, outubro de 2001.
- [Geig 1998] GEIGER, B. "Psychological Research Methods for Game Design". *Game Developer*, maio de 1998.
- [Grah 1997] GRAHAM, G. "Exploring Surround Sound Using DirectSound3D". *Game Developer*, janeiro, 1997.
- [Hist. Consoles] *Historia dos Consoles: outerspace.terra.com.br/retrospace/materia s/consoles/historiadosconsoles1.htm*
- [Hist. Videogames] *Historia dos Videogames: www.videotopia.com*
- [Litt 2001] LITTLEJOHN, R. "The Need to Adapt the Tools of Drama to Interactive Storytelling". *Gamasutra*, setembro de 2001. [www.gamasutra.com/features/20010914/littlejohn\\_01.htm](http://www.gamasutra.com/features/20010914/littlejohn_01.htm)
- [Lowe 1999] LOWE, R. K. "Extracting information from an animation during complex visual learning". *European Journal of Psychology of Education*, 14, 1999.
- [Maye e More 1998] 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.
- [Mill 1997] MILLER, M. S. "Producing Interactive Audio: Thoughts, Tools, & Techniques". *Game Developer*, outubro, 1997.
- [Mous 1995] MOUSAVI, S.; LOW, R.; SWELLER, J. "Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes". *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 1995.
- [Pape 1998] PAPERT, S. "Does Easy, Do It? Children, Games, Learning". *Game Developer*, junho de 1998.
- [Parb 2000] PARBERRY, I. "Learn Computer Game Programming with DirectX". Wordware Publishing, 2000.
- [Robb 2001] ROBBINS, C. et al. "Director 8.5 Studio: with 3D, Xtras, Flash and Sound". Friends of, agosto de 2001.
- [Tind et al. 1997] TINDALL-FORD, S.; CHANDLER, P. & SWELLER, J. "When two sensory modes are better than one". *Journal of experimental psychology: Applied*, 3(4), 1997.
- [Tuov 2001] TUOVINEN, J. E. "Cognition Research Basis for Instructional Multimedia". *Design and Management of Multimedia Information Systems: Opportunities and Challenges*, Idea Group Publishing, 2001.
- [Wagg e York 1999] WAGGONER, B.; YORK, H. "Video in Games: The State of Industry". *Game Developer*, março de 1999.
- [Wrig 1996] WRIGHT, R., Sweet, M. "OpenGL SuperBible". Waite Group Press, 1996.