

Um jogo educacional para o auxílio do aprendizado de Geometria Espacial

Alana M. de Morais¹, Daniel P. de S. Medeiros², Liliane dos S. Machado³,
Ronei M. de Moraes⁴, Rogéria G. do Rego⁵

Universidade Federal da Paraíba

^{1,2,3,4}Laboratório de Tecnologias para o Ensino Virtual e Estatística, LabTEVE

⁵Laboratório de Estudos e Pesquisa da Aprendizagem Científica, LEPAC

{alanam2; danielpiressm}@gmail.com,
{liliane@di; ronei@de; rogeria@mat}.ufpb.br

Abstract. *This paper presents the GeoEspaçoPEC, an educational game developed to explore concepts of 3D geometry that uses virtual reality concepts. In order to stimulate students from 5th to 6th grades of Brazilian schools, the game uses an RPG approach to provide a challenging adventure.*

Resumo. *Este trabalho apresenta o GeoEspaçoPEC, um jogo educativo desenvolvido para explorar conceitos de geometria 3D com elementos da realidade virtual. A fim de estimular os alunos do 5º e 6º ano das escolas brasileiras, o jogo apresenta o formato de um RPG eletrônico proporcionando uma abordagem desafiadora da aventura.*

1. Introdução

O potencial pedagógico dos jogos eletrônicos vem sendo cada vez mais explorado. Por desenvolverem habilidades como memória, atenção e raciocínio, os jogos deixaram de fazer parte apenas do lazer e hoje também são considerados importantes ferramentas no processo de treinamento de tarefas, sendo esta categoria renomeada como *serious games*. Os jogos educacionais computacionais aliaram a sedução que os jogos eletrônicos exercem com o intuito explícito de oferecer aprendizado ao jogador em determinada área. Estes permitem a visualização, a experimentação de conceitos e possuem ambientes que despertam a criatividade dos jogadores [Computação Brasil 2001]. A Realidade Virtual (RV) é utilizada no contexto dos jogos com o objetivo de aumentar a interação, explorar os sentidos do jogador e tornar o ambiente tridimensional mais participativo. Várias são as definições sobre a RV, mas em geral, estas se referem a uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D geradas em tempo real por computador [Netto, Machado and Oliveira 2002].

Os jogos, se convenientemente planejados, são um recurso pedagógico eficaz para a construção do conhecimento [Computação Brasil 2001]. Eles podem auxiliar na aquisição de conhecimento de disciplinas básicas, como a matemática, para estimular a fixação dos conteúdos [Lara 2004]. Um motivo para a introdução de jogos eletrônicos nas aulas de matemática é a possibilidade de diminuir bloqueios apresentados por

muitos estudantes que temem a Matemática e sentem-se incapacitados para aprendê-la. Entretanto, dentro de uma situação de jogo, na qual é pouco provável uma atitude passiva, observou-se motivação e um melhor desempenho dos alunos, com atitudes mais positivas frente aos processos de aprendizagem desta ciência [Borini 2002].

Há várias classificações para os jogos educativos computacionais. Sob o ponto de vista do enredo, os jogos do tipo RPG (Role Playing Game) eletrônico apresentam características oriundas do RPG convencional. Dentre elas pode-se destacar: o jogador interpreta um personagem dentro de um determinado cenário, há regras que devem ser seguidas, situações de tomada de decisão estão presentes ao longo do jogo e há possibilidade de interação com outros personagens. Muitas vezes o RPG eletrônico utiliza-se da RV para aumentar a imersão no jogo. Recentemente, ambientes de RV semi-imersivos têm experimentado uma rápida expansão por todo o mundo, devido ao seu baixo custo e à sua facilidade de uso [Leite et.al. 2001]. A utilização destes ambientes aliados à temática dos jogos já proporcionou diversos resultados na literatura, por exemplo, a utilização de jogos educacionais semi-imersivos para reabilitação de pacientes com danos cerebrais em pesquisas realizadas na Suécia [Broeren et. al. 2008].

É no contexto de jogos educativos computacionais que o GeoEspaçoPEC foi desenvolvido. Este jogo tem como temática atividades voltadas a conteúdos de Geometria Espacial para alunos do 5º e 6º ano do ensino fundamental brasileiro. Os conteúdos matemáticos são apresentados para o jogador sob a forma de passatempos e dicas que o mesmo receberá ao longo do jogo. O enredo transcorrerá de acordo com as características de um RPG eletrônico, utilizando-se de técnicas de RV. Esta ferramenta foi desenvolvida para auxiliar o professor durante a aula e possibilitar a revisão dos conteúdos por parte dos alunos. O presente artigo pretende apresentar o jogo eletrônico GeoEspaçoPEC e as suas etapas de desenvolvimento.

2. Roteiro, narrativa e cenário

Durante a elaboração do jogo GeoEspaçoPEC, algumas etapas foram definidas antes da implementação do jogo em si. São elas:

1. Definição dos conteúdos pedagógicos;
2. Elaboração do roteiro, considerando elementos de RV;
3. Construção da narrativa do jogo;
4. Modelagem dos ambientes;
5. Construção dos passatempos;
6. Implementação da Máquina de Estados.

O GeoEspaçoPEC foi baseado no jogo GeoEspaço, atividade não eletrônica que aborda conteúdos relacionados a Geometria Espacial, desenvolvido pelo Laboratório de Estudos e Pesquisa da Aprendizagem Científica na UFPB. Durante a fase de análise dos conteúdos foi definido, junto a professores da área de matemática, quais os conteúdos dentro da Geometria Espacial deveriam ser abordadas no jogo para PC. Após a definição do conteúdo pedagógico, iniciou-se a etapa de elaboração do roteiro do jogo. O roteiro foi o documento chave para as próximas fases do desenvolvimento, servindo

como guia para a elaboração das etapas. No roteiro, três elementos fundamentais foram definidos: personagem, estrutura e enredo [Alves et. al. 2006].

No enredo foi definido que o principal objetivo do GeoEspaçoPEC seria encontrar um “Livro Raro”, procurado por ladrões, escrito por Leonardo da Vinci e escondido em uma biblioteca circundada de lendas e repleta de ambientes secretos. O aluno obterá pistas matemáticas e passatempos para ajudá-lo a alcançar o objetivo final e demonstraria seu conhecimento de geometria espacial a cada novo nível de dificuldade. O personagem principal, chamado GeoBoy, é o próprio aluno (jogador) do ensino fundamental que precisa ir à biblioteca com o intuito de estudar para a prova de matemática que ocorrerá durante a semana.

Para a construção de uma narrativa interativa, foi levado em consideração o conceito de unicidade, ou seja, uma narrativa com início, meio e fim. Sendo assim, é preciso que a narrativa reaja ao jogador não só em determinados aspectos estéticos como também em determinado padrão que permita ao jogador entender, aprender e eventualmente dominar o jogo [Araújo and Ramalho 2006].

A etapa posterior consistiu na definição do cenário do jogo. A biblioteca foi composta por vários ambientes, entre eles: catacumbas e salas secretas. Sua forma foi baseada na Biblioteca Joanina de Coimbra (Figura 1), pela sua beleza e amplitude, fatores considerados favoráveis e motivadores para a exploração. Ao jogador é permitido explorar todos os ambientes da biblioteca ao longo dos níveis. A modelagem dos ambientes foi realizada com o intuito de deixar o usuário imerso no ambiente virtual, aumentando seu envolvimento com a atividade. A navegação pelo cenário se dará pelo teclado do computador.



Figura 1 – A biblioteca Joanina de Coimbra - Portugal.

Outro aspecto observado durante o desenvolvimento do GeoEspaçoPEC foi o fator imersividade, uma vez que desejava-se oferecer ao jogador a sensação de “fazer parte” da aventura apresentada pelo jogo. A análise da interatividade, por sua vez, não foi relacionada apenas à capacidade de andar no cenário, mas também com a capacidade de interagir com os objetos dentro do mundo virtual [Clua and Bittencourt 2004]. Por estas razões, optou-se por utilizar uma visualização em primeira pessoa, onde o jogador

encarna o personagem e pode explorar livremente o ambiente virtual tridimensional: dentro da biblioteca virtual o jogador pode interagir com diversos objetos, abrir portas e navegar entre ambientes ao longo dos níveis.

O jogo buscou apresentar uma série de elementos desafiadores ao aluno, como: a busca por um livro secreto, a solução de charadas para chegar aos desafios (charadas matemáticas), a solução de desafios para obter pistas, a descoberta de ambientes secretos e o limite de tempo para realizar ações (erros decrementam o tempo da busca) e encontrar o livro antes dos ladrões.

As etapas de elaboração do roteiro, construção da narrativa e definição do cenário foram inseridas no Design Bible, que pode ser definida como uma espécie de manual de instruções para os desenvolvedores do jogo [Rollings and Morris 2004].

3. Desafios

A elaboração dos desafios teve a colaboração de professores da área de matemática do 5º e 6º ano do ensino fundamental. Estes desafios foram organizados em oito níveis. Cada nível abordou um aspecto diferente da Geometria Espacial sendo que se o jogador errar um passatempo duas vezes ele perde o jogo. Os tópicos de geometria espacial ficaram dispostos da seguinte maneira:

- o **Nível 1** – Identificação de figuras planas;
- o **Nível 2** – Perímetro de figuras planas;
- o **Nível 3** – Apresentaremos o elemento face de um sólido geométrico;
- o **Nível 4** – Conceito de área da base será explorado nesta etapa do jogo;
- o **Nível 5** – O elemento vértice será apresentado;
- o **Nível 6** – O cálculo de área total será cobrado nesta fase do jogo;
- o **Nível 7** – O elemento aresta será apresentado e explorado;
- o **Nível 8** – Questões envolvendo volume de um sólido espacial.

Adicionalmente, propôs-se que o jogo deveria abordar um novo conhecimento, trazendo ao aluno a introdução de algum conceito novo. Neste aspecto, foi selecionado o conceito de volume para integrar a fase final do jogo. Crianças do 5º e 6º ano não aprendem sobre volume e este só será apresentado de forma introdutória aos jogadores que chegarem ao último nível do jogo.

Ao iniciar o jogo, o aluno receberá um passatempo que aborda a identificação de figuras planas. Ao resolver o passatempo uma dica matemática será dada ao jogador, esta dirá o posicionamento do próximo passatempo sob a forma de uma charada matemática. A dica matemática explorará elementos do próprio cenário. Por exemplo, ao resolver o primeiro desafio aparecerá a seguinte charada matemática: “Muito Bem, você conseguiu entrar na biblioteca! O desafio começa agora: Seu próximo passo será localizar um objeto que possua uma figura plana hexagonal”. Para chegar ao próximo passatempo o aluno deverá saber o que é um hexágono e tentar identificar este polígono dentro do cenário. No jogo o hexágono aparecerá no tecido do acento de uma das

cadeiras do cenário. Ao chegar no local correto o jogador deverá apertar a tecla “espaço” e a ViewPort do passatempo será aberta e um novo elemento da geometria espacial será explorado. As dicas são modificadas a cada novo jogo. Ao final de todos os passatempos, o jogador chegará ao Livro Raro.

4. Implementação do Jogo

A fase de implementação do jogo foi baseada no Design Bible definida anteriormente. Nesta fase houve a escolha das ferramentas que foram utilizadas durante o processo de desenvolvimento.

Existem vários motores gráficos para o desenvolvimento de jogos no mercado atual de trabalho. Merece destaque: Panda3D, Ogre3D e Crystal Space. A Panda3D e a Crystal Space são livres e podem ser utilizadas sem custo para o desenvolvedor ressalta que pode-se dizer que um motor gráfico é uma, ou um grupo, de bibliotecas que contém um apanhado de procedimentos, que realizam vários tipos de funções, alguns deles descritos nas sessões anteriores (iluminação, sombreamento e leitura e carregamento de modelos). Alguns motores de jogo usualmente fornecem abstração de hardware, permitindo um mesmo jogo, ser executado em diferentes plataformas, incluindo consoles e sistemas operacionais. Por isso, utilizou-se a Engine Panda3D associada com a linguagem Python, uma linguagem script de alto nível multiplataforma que agilizou o processo de implementação da aplicação. Outro ponto importante na escolha do Panda3D foi o fato de possuir também a possibilidade de utilização da estereoscopia pelos métodos anaglifo e obturação da luz, ou seja, utilizando óculos com filtros azul e vermelho ou Shutter Glasses [Lara 2004].

Para a modelagem, texturização e renderização do cenário foi utilizada a ferramenta Blender 3D. Esta foi escolhida por sua facilidade de uso, qualidade no desempenho gráfico, pelo fato de possuir scripts compatíveis com o Panda3D e por ser livre. A figura 2 ilustra um dos ambientes modelados no jogo GeoEspaçoPEC com a ferramenta. Dentro deste ambiente o jogador encontra uma série de desafios matemáticos definidos para abordar o tema específico do jogo. A figura 3 exemplifica um dos desafios encontrados ao longo do jogo. Nesta tela o jogador pode manipular livremente o objeto gráfico para identificar a forma geométrica espacial e responder questões sobre ela.



Figura 2 – O ambiente do jogo GeoEspaçoPEC.

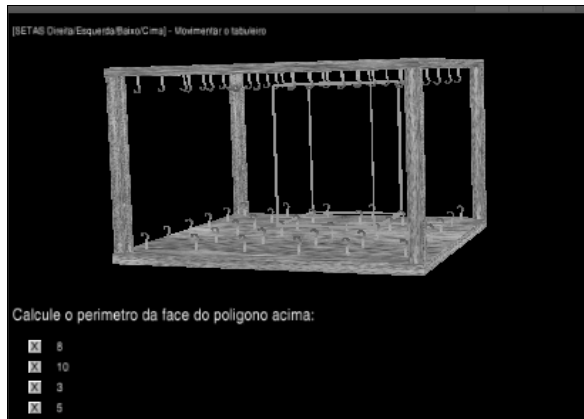


Figura 3 -Tela de desafio.

Para o fluxo do jogo, utilizou-se o conceito de máquina de estados finita, ou seja, um modelo computacional que tem um número finito de estados e, de acordo com um conjunto de entradas/condições, pode mudar de estado. No caso do GeoEspaçoPEC, os estados são os desafios e as transições de estados ocorrem quando o jogador fornece uma resposta. Se o jogador acertar ele passa para o nível seguinte mas, se ele errar, receberá um novo desafio do mesmo nível. No segundo erro em um mesmo nível do jogo o usuário perde. Um caso especial ocorre no estado final do jogo, quando o jogador ganha ao fornecer a resposta correta. Um modelo simplificado da máquina de estados do jogo se encontra na figura 4.

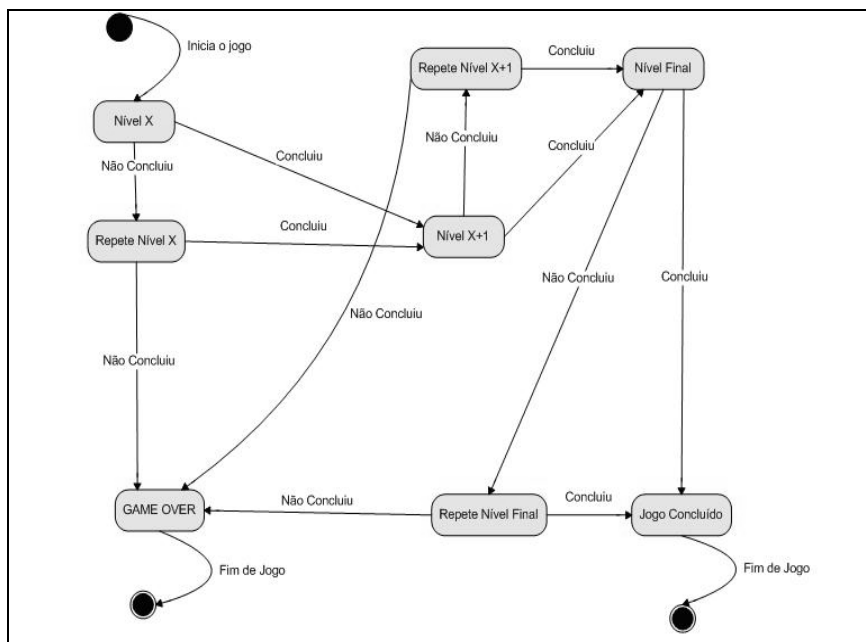


Figura 4 - Modelo simplificado da Máquina de Estados do Jogo.

5. Conclusão

Este artigo apresentou o processo de concepção e desenvolvimento do jogo educacional GeoEspaçoPEC. O jogo teve como intuito explorar e integrar a temática de RPG eletrônico e RV na linha de jogos educacionais. Assim, pretendeu-se aliar um objetivo pedagógico à diversão e à educação com o intuito de motivar os alunos no processo de aprendizado. Assim, o jogo GeoEspaçoPEC foi desenvolvido para abordar conceitos de geometria espacial no formato de um RPG eletrônico. O público alvo do GeoEspaçoPEC são alunos de 5ª e 6ª anos do ensino fundamental. É importante ressaltar que o jogo não pretende ensinar, mas ser utilizado como uma ferramenta adicional na consolidação do aprendizado, uma vez que exige que o aluno já tenha recebido os conceitos nele apresentados.

A visão em primeira pessoa visou prover imersividade e envolvimento do jogador/aluno com a atividade. Ao mesmo tempo, a interatividade foi explorada com a possibilidade do jogador percorrer o ambiente virtual e interagir com seus objetos. A ferramenta utilizada na implementação do jogo permite o uso de estereoscopia por anaglifo ou obturação da luz.

Atualmente o jogo encontra-se em fase final de testes com professores e alunos, para o processo de validação do jogo. Os resultados iniciais mostraram uma boa aceitação por parte de alunos e professores. Após a fase de testes o jogo GeoEspaçoPEC será disponibilizado gratuitamente na página do LabTEVE (<http://www.de.ufpb.br/~labteve>).

6. Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pela FINEP (Convênio 01.06.1172.00).

7. Referências

- Computação Brasil (2001), Impresso Especial N° 0327/2001- DR/RS. Diversão que Ensina.
- Borini, J. (2002) Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática. 4ª edição. São Paulo: IME-USP.
- Rollings, A. and Morris, D. (2004) Game Architecture and Design: A New Edition. New Riders Publishers.
- Clua, E. W. G. and Bittencourt, J. R. (2004) Uma Nova Concepção para a Criação de Jogos Educativos. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2004. 9 a 12 de nov. Manaus-AM.
- Araújo, R. M. and Ramalho, G. L. (2006) Narrativa e Jogos Digitais: Lições do RPG de Mesa, Anais do SBGames 2006, 22-29 nov. Recife.
- Santana, C., Sena, G., Moura, J. and Alves, L. (2006) Tríade: delineando o processo de construção de um roteiro de um jogo eletrônico. Anais do VI SBGames. 7 a 9 nov. São Leopoldo - Brasil.
- Panda 3D. Disponível em: <http://www.panda3d.org>. Acesso em: 13 de jan. 2009.

- Ogre, Open Source Graphics 3D Engine - <http://www.ogre3d.org/> - Acesso em : 13 de janeiro de 2009.
- Main Page Crystal Space 3D s- http://www.crystalspace3d.org/main/Main_Page – Acesso em: 13 de janeiro de 2009.
- Netto, A. V., Machado, L. S. and Oliveira, M. C. F. (2002) Realidade Virtual: Fundamentos e Aplicações, Santa Catarina, Editora: Visual Books, Agosto.
- Lara, I.C.M.(2004) Jogando com a Matemática de 5a a 8a série. São Paulo: Rêspel.
- Leite Jr, A. J. M.; Vidal, C. A.; Almendra, C.C. e Santos, E.M.(2001) “Construção de Sistemas de Realidade Virtual Semi-imersivos Voltados para Educação a Distância”, em Anais do 4th Symposium on Virtual Reality, pp. 258-269, Florianópolis, SC, 16-19 de outubro, 2001. ISBN: 85-88442-11-6
- Broeren J, Johansson B, Bellner A-L, Pettersson K, Göransson O, Fogelberg M, Goude D, Larsson P A, Rydmark M. (2008) “Exploration of computer games in rehabilitation for brain damage”. Proceedings of the 7th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies. September 8-11, Oporto, Portugal Pp 75-80.