



MAISA SOUZA BARROS

**ESTUDO DE USABILIDADE EM JOGOS
EDUCATIVOS 3D: UM ESTUDO DE CASO**

Lavras – MG

2011

MAISA SOUZA BARROS

**ESTUDO DE USABILIDADE EM JOGOS EDUCATIVOS 3D: UM
ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Departamento de
Ciência da Computação da Universidade
Federal de Lavras como parte das exigências
do curso de Sistemas de Informação para
obtenção do título de Bacharel em Sistemas
de Informação.

Orientadora:

Ms. Juliana Galvani Greggi

LAVRAS – MG

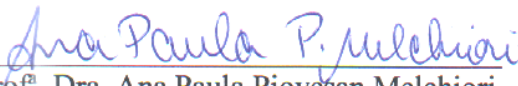
2011

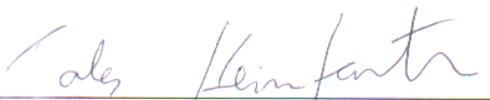
MAISA SOUZA BARROS

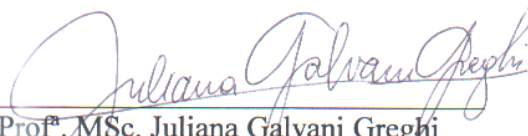
**ESTUDO DE USABILIDADE EM JOGOS EDUCATIVOS 3D: UM
ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciência da Computação
da Universidade Federal de Lavras como
parte das exigências do curso de Sistemas
de Informação para obtenção do título de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em 15 de junho de 2011.


Prof.^a. Dra. Ana Paula Piovesan Melchiori


Prof. Dr. Tales Heimfarth


Prof.^a. MSc. Juliana Galvani Greghi
(Orientador)

**LAVRAS - MG
2011**

Aos meus pais José Bernaedes e Maria de Lourdes.

Ao meu irmão Henrique.

A minha tia Marilda.

Aos meus avôs.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a professora Juliana, que aceitou o desafio de me orientar e confiou em mim.

A minha família que me apoiou em todos os momentos.

Aos meus amigos que ficaram do meu lado durante toda esta etapa.

A minha amiga Luci que sempre me aconselhou, me deu suporte e me ajudou nos momentos difíceis.

RESUMO

As tecnologias educacionais estão evoluindo e se tornando cada vez mais procuradas por educadores e alunos, os jogos educacionais são um exemplo dessa tecnologia. Para uma boa aceitação do público é necessária uma boa interface: a usabilidade pode interferir no aprendizado do aluno e fazer com ele perca o interesse pelo jogo. O presente trabalho irá identificar a diferença que uma mudança de padrão de interface gráfica pode causar aos jogadores, baseado em um jogo educacional desenvolvido pelos alunos do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O jogo analisado apresenta plataforma bidimensional e será comparado a um protótipo em plataforma tridimensional com relação à usabilidade e relações com o aprendizado.

Palavras-chave: Jogos educacionais. Jogos 3D. Usabilidade em jogos educacionais.

ABSTRACT

Educational technologies are getting upgrades and becoming more and more searched by educators and students: educational games are examples of this technology. A good public acceptance requires good interface: usability can interfere in student learning and make him lose the interest in the game. This study aims to identify the consequences that a change in the standard graphic interface can cause in players, based in an educational game developed for students of Information Systems from Universidade Federal de Lavras (UFLA). The game analyzed presents two-dimensional platform and will be compared to a prototype in a three-dimensional platform related to usability and learning relationships.

Keywords: educational games. 3D games. Usability in educational games.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 O jogo 2D.....	36
Figura 2 O protótipo do jogo 3D.....	37

GLOSSÁRIO

Multiplataforma: programa que é executável em mais de um sistema operacional.

Renderizar: processo onde se pode obter uma imagem 2D à partir de um objeto 3D.

Plugins: programas utilizados para acrescentar funcionalidades a outro programa.

Texturizar: mapear em superfícies 3D imagens 2D.

Hello World: gíria utilizada quando se quer testar alguma linguagem ou programa de computador.

DOS: sistema operacional em disco.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Interfaces e Usabilidade.....	16
2.2 Desenvolvimento de software.....	17
2.3 Desenvolvimento de jogos.....	19
2.3.1 Jogos 3D	23
2.3.1.1 <i>Blender</i> 3D	24
2.3.2 Desenvolvimento de Jogos educacionais.....	25
2.4 Jogos educativos e o <i>design</i>	27
2.4.1 Jogos 3D e educação	29
2.5 Implicações da interface gráfica 3D no processo educacional.....	30
3 O REINO DA PORTUMÁTICA 2D	31
3.1 O jogo 2D	31
3.1.1 Papéis e responsabilidades.....	31
3.1.2 Análise do perfil do usuário do jogo 2D.....	31
3.1.3 Desenvolvimento do jogo 2D.....	32
3.1.4 Requisitos Funcionais.....	33
3.1.5 Regras do jogo 2D.....	34
4 METODOLOGIA	36
4.1 Desenvolvimento do protótipo.....	39

4.2 Regras do jogo	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
6 CONCLUSÕES	45
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
APENDICE A.....	53

1 INTRODUÇÃO

É importante que todo software tenha usabilidade, ou seja, que seja fácil de utilizar, eficiente e agradável. Preece, Roogers e Sharp (2007) dividem a usabilidade nas seguintes metas: ser eficaz, eficiente e segura no uso, ser de boa utilidade, fácil de aprender e de lembrar como se usa.

Estas metas, porém, eram consideradas secundárias: o desempenho era o foco principal no desenvolvimento de software por ser considerado o aspecto mais relevante no desenvolvimento. De acordo com Pressman (1997) o desenvolvimento de software conta com uma série de etapas a serem seguidas chamadas de processos de software. Os processos são conjuntos de ações que direcionam e organizam o desenvolvimento do software e são importantes para manter controle no desenvolvimento.

Porém, segundo Ribeiro (2000), esta visão foi mudando aos poucos a partir do reconhecimento de que o desempenho de sistemas, isoladamente, não é suficiente para ter aplicações interativas, que garantam a simplificação das tarefas dos usuários e a redução de erros dos usuários ao interagir com o computador.

A partir desta percepção, o design de interface passou a ser parte fundamental no desenvolvimento de software, tendo toda sua elaboração ligada ao usuário. Criar um software com uma interface exagerada e cheia

de funcionalidades pode não ser agradável aos olhos do usuário e, conseqüentemente, ocasionar insatisfação e falta de interesse no produto.

Buscando criar formas adequadas e interessantes para o ensino a educação tem feito uso constante das tecnologias digitais, sendo uma das modalidades procuradas os jogos. Estes têm se mostrado boas ferramentas de ensino, principalmente para crianças, tornando o aprendizado mais divertido, possibilitando que o conteúdo transmitido seja fixado mais facilmente. Sendo a interface a base para interação entre o homem e a máquina, é importante que o jogo tenha uma interface intuitiva, usual, clara, consistente e atrativa para obter a aceitação dos usuários.

Como afirma Giraffa (2009) os ambientes, ferramentas e plataformas necessitam ser de fácil manuseio e devem permitir criar aplicações de aparência "profissional", assim como os serviços, que precisam ser flexíveis.

A questão da usabilidade em jogos é um ponto importante a ser tratado: os usuários apreciam um jogo por ser fácil de entender e também porque é atrativo. De acordo com Alves e Padovani (2006) os conceitos atuais de usabilidade não abordam todas as características dos jogos, mas a definição é a mesma, variando apenas, o contexto de uso específico.

Sendo a interface um dos focos para os desenvolvedores de jogos, os jogos em plataforma 3D estão se tornando cada vez mais freqüentes e são mais procurados por seus jogadores devido ao fato de se adequarem

mais à realidade dos mesmos. (BEN, 1999)¹ citado por Clua e Bittencourt (2005) afirma que, as interfaces gráficas 3D facilitam a interação entre homem-máquina considerando aspectos cognitivos e perceptivos.

Visando melhorar as formas de ensino por meio dos jogos, quatro alunos de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Lavras (UFLA) desenvolveram um jogo educacional 2D para crianças entre terceira e quarta séries do ensino fundamental, cujo objetivo é auxiliar o aprendizado das novas regras da língua portuguesa e das operações elementares da matemática.

A partir dos conceitos descritos, o objetivo deste trabalho foi fazer uma análise das implicações de um jogo 3D no processo educacional. Depois de feita esta análise, foi desenvolvido um protótipo de interface gráfica 3D para o jogo, analisou seu processo de desenvolvimento comparado aos processos de desenvolvimento de software mais conhecidos da área. Por fim, de acordo com as métricas de usabilidade da ISO 9241-11, foi realizada uma avaliação com a equipe de desenvolvimento do jogo 2D e os usuários potenciais e relatou as vantagens e desvantagens que o protótipo 3D possui sobre o jogo 2D.

As seções abordadas no presente trabalho são: i) referencial teórico, contendo informações de embasamento científico sobre o tema discutido; ii) o reino da Portumática, apresentando o desenvolvimento do jogo 2D e suas regras; iii) metodologia, explicando como foi o

¹ BenHajji, Farid; Erik, Dybner. 3D Graphical User Interfaces. Estocolmo: Universidade de Estocolmo, Relatório Técnico, 1999, 50 p.

desenvolvimento do trabalho e a ferramenta utilizada iv) resultados e discussões, contendo os resultados alcançados com o desenvolvimento do protótipo 3D; v) conclusões, relatando todas as conclusões obtidas a partir do estudo, desenvolvimento do protótipo e análise.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Interfaces e Usabilidade

A interface é importante para o software por ser o primeiro aspecto analisado pelo usuário, um software com uma má qualidade pode prejudicar o funcionamento da aplicação e muitas vezes gerar a não aceitação pelo usuário. O presente trabalho estuda a importância que a interface exerce sobre o usuário e o desenvolvimento de software.

Segundo Rocha e Baranauskas (2003) a interface influencia a vida de muitas pessoas, pode trazer tanto pontos positivos como também negativos. Uma interface mal elaborada pode levar à frustração do usuário, medo e falha. A interface é projetada para o usuário que vai utilizá-la e, portanto, não deve-se deixar de considerar o usuário e a interação que ele vai ter com o sistema.

A interface funciona como um sistema de comunicação entre o usuário e o software, determina o nível de comunicabilidade que o sistema possui, ou seja, determinando se ele é capaz de transmitir de forma eficiente e eficaz suas intenções. (SOUZA et al., 1999)

Segundo Preece, Rogers e Sharp (2007) desenvolver produtos fáceis de aprender, eficazes e que proporcionam experiência agradável ao usuário faz parte do design de interação, que significa proporcionar ao usuário facilidades em seus trabalhos cotidianos, onde seu principal objetivo é desenvolver produtos utilizáveis que leva em consideração

quem e onde o produto será utilizado, assim como as atividades que serão executadas pelos usuários.

O fato de a interface precisar ser a mais “amigável” possível ao usuário foi abordado por Ribeiro (2000). Isso faz com que haja boa interação entre interface e usuário e o auxilie no desempenho de suas tarefas. Estes requisitos que compõe o aspecto de usabilidade tratam a aceitação dos usuários quanto ao software; este grau de aceitação cresce à medida que a interface se aproxima do perfil do usuário.

Da mesma forma a interface é um fator importante para que um jogo obtenha sucesso entre os jogadores: ela precisa ser atrativa, tem que estar de acordo com a história do jogo e possuir alto nível de jogabilidade. (BATTAIOLA et al., 2002)

Para Gurgel (2006) a usabilidade em jogos tem um impacto muito importante: a falta dela pode levar à frustração do jogador, provocando levando a queda no rendimento e motivação. O jogo educativo com uma interface mal elaborada pode prejudicar o jogador, conseqüentemente, a diversão e o aprendizado.

2.2 Desenvolvimento de software

O enfoque desta seção é a área de Engenharia de Software, cita as etapas importantes para o desenvolvimento de software para que depois possa ser comparadas ao processo utilizado no desenvolvimento do protótipo do jogo 3D.

De acordo com Pressman (1997) a área de Engenharia de Software auxilia na construção de softwares mais confiáveis, econômicos e de qualidade. Além da qualidade, foca-se também nos processos, métodos e ferramentas.

Segundo Sommerville (1996) um conjunto de atividades e resultados que geram um produto de software definem um processo de software. São definidas quatro atividades fundamentais: especificação, desenvolvimento, validação e evolução do software. Simplificando esse processo de software existem os modelos de processo, como o desenvolvimento evolucionário, que engloba as atividades de especificação, desenvolvimento e validação; e o modelo em cascata que incorpora as quatro atividades principais e as representa como fases separadas do processo.

Os modelos de processo definem as atividades, ações e tarefas que serão executadas. Os modelos evolucionários são designados a projetos que sofrem alterações a todo o momento, dificultando sua finalização: eles são interativos e evoluem com o passar do tempo. Um exemplo é a prototipagem: inicialmente o cliente define os objetivos gerais para o software, e a partir destes é feita a modelagem e construído um protótipo. Esse protótipo é avaliado pelo cliente e sofre alterações até ficar adequado (PRESSMAN, 1997).

2.3 Desenvolvimento de jogos

Assim como no desenvolvimento de software, o desenvolvimento de jogos conta com uma série de etapas importantes para desenvolver um jogo de qualidade.

Segundo Velasquez (2009) os modelos de processo da Engenharia de Software e o modelo utilizado no desenvolvimento de um jogo são semelhantes, i) concepção de jogo, ii) ideia do jogo e seu enredo, iii) Documento de Design do Jogo, contendo todos os detalhes necessários para o desenvolvimento do jogo, iv) escolha da plataforma e tecnologias de apoio, v) codificação, vi) a manutenção.

De acordo com Bezerra et al (2005) o processo de desenvolvimento de jogos possui quatro etapas:

- i) Primeira fase: reunião criativa, onde as ideias do jogo são expostas e discutidas.
- ii) Segunda fase: *Game design*, onde descreve principais características do jogo, como: jogabilidade, controles, interfaces, personagens, entre outros aspectos.
- iii) Terceira fase: *Level design*, que constitui um mapa geral com os desafios e missões que o jogador deve cumprir.
- iv) Quarta à Sexta fases: versões intermediária, Beta e, para finalizar, versão *Gold*.

A fase de *design* de jogo é responsável por criar um contexto ao jogador, objetos, espaços, narrativas ou comportamentos, que podem ser explorados pelos usuários. Esta fase possui três conceitos agregados: i) o *design* de produto, devido ao fato de utilizar um dispositivo eletrônico para que possa jogar, ii) *design* gráfico, por causa da comunicação visual que existe e iii) *design* digital, devido aos recursos audiovisuais disponíveis. Os *designers* de jogos se especializam na área de criação de motores, que determina as regras do jogo, ações, entre outros. (GULARTE, 2008).

Para Malfati, Dihl e Brancher (2004) motor é um conjunto de funcionalidades de alto nível, que pode ser utilizado várias vezes e auxilia o programador no desenvolvimento do jogo, tornando-o mais ágil e padronizado. O motor pode ser implementado com o Java3D, biblioteca de classes que disponibiliza recursos tridimensionais às aplicações Java (trata-se de uma API (*Application Programming Interface*) multiplataforma).

Manssour (2003) afirma que Java 3D é uma API que permite o desenvolvimento de jogos em terceira dimensão e possui uma hierarquia de classes Java que serve como interface para esse desenvolvimento. Seu objetivo é a criação de objetos e posicionamento destes objetos em um grafo em cena. O grafo em questão é a combinação desses objetos em uma estrutura, que descreve o universo virtual (objetos 3D, luzes, som e outros elementos) e como este será visualizado pelos jogadores.

De acordo com Ribeiro (2003) é mais prático utilizar um motor já testado, que apresente as características e funcionalidades úteis para o projeto, do que desenvolver um motor novo. Com o motor já escolhido, pode-se dar início a fase de desenvolvimento de gráficos e sons. Alguns motores como o *Quake III Engine* e o *UnrealEngine2* são muito procurados devido ao fato de controlar jogos famosos como *Quake III*². Os motores *Crystal Space 3D*, *Ogre 3D* e *Reality Factor* podem ser utilizados de forma gratuita. Eles acumulam uma quantidade de características aceitáveis e possuem uma comunidade de desenvolvedores que estão sempre promovendo as atualizações necessárias.

Ribeiro (2003) descreve um pouco mais sobre os motores citados anteriormente:

- *Crystal Space 3D*: mais conhecido, suporta cinco plataformas. Possui motor de física que simula a física utilizando massa, velocidade, entre outras variáveis e detecta colisão, som e um limitado motor para jogos em rede.
- *Ogre 3D*: motor gráfico com suporte multiplataforma.
- *Reality Factory*: base para vários motores por ser o mais completo, não necessita programar para construir um jogo

² Mais informações em: <http://www.quake.com>. Acessado em: 11 de maio de 2011.

simples, mas seu rendimento cai em relação ao desempenho.

Outros autores descrevem outros tipos de motores, como o Nakamura, Bernardes e Tori (2006) que desenvolveram o *EnJine*. Este é um motor de código aberto baseado em Java3D e, portanto, partilha de características orientadas a objeto. É uma ferramenta didática que foi produzida para auxiliar no desenvolvimento de jogos educativos. Atualmente, o *EnJine* está sendo aplicado como ferramenta de auxílio ao ensino de Computação Gráfica.

Segundo Amazonas (2007) o *Irrlicht* é um motor desenvolvido em C++, fácil de aprender, mas não muito utilizado, possui código aberto, sua versão para Java é conhecida como *Jirr*, algumas características são: sombras dinâmicas, sistemas de partículas (efeitos como o fogo, nuvens e explosões), animação de objetos e detecção de colisão. Esse motor permite a criação de jogos de alta qualidade.

Outro motor de jogo de código aberto é o jME (*jMonkey Engine*) é um motor recente, orientado a objetos e escrito em linguagem Java; é um cenário gráfico de alta performance. Os dados do jogo são organizados em uma estrutura de árvore (o nó pai pode conter muitos filhos, mas o nó filho só pode estar ligado a um pai) (NUNES, 2009).

O programa proprietário 3D *Studio Max* permite criar e renderizar imagens, pode ser utilizado em produção de filmes, comerciais para TV e criação de jogos. A ferramenta e *plugins* utilizados apresentam grau de dificuldade de manipulação elevado (SALVI et. All, 2006).

2.3.1 Jogos 3D

O desenvolvimento de jogos 3D é o mesmo que o desenvolvimento de jogos 2D, o desenvolvimento de sua interface que é diferente, abaixo estão listadas as etapas principais.

De acordo com (ROL, 2004)³, citado por Clua e Bittencout (2005), a produção de um software 3D pode ser definido pelas seguintes etapas:

- *Design bible*: manual de instruções, onde é definido o roteiro, o *game design*, *game play* e interface gráfica.
- Produção de áudio e imagens 2D: *Cubase* e *SoundForge*, foram citadas pelo autor por ser as duas ferramentas de áudio mais utilizadas devido a sua grande variedade de funcionalidades. A *OpenAl* é uma ferramenta de áudio que possibilita a inserção de som 3D nos jogos. Imagens bidimensionais que compõem o jogo podem ser produzidas por editores gráficos como *Adobe Photoshop* ou *GIMP*.
- Modelagem 3D: criação de objetos geométricos das fases do jogo, que pelo autor, pode ser dividida em dois tipos: modelagem estrutural (não sofre alteração de posição) e modelagem de elementos dinâmicos. Os principais softwares

³ Rollings, Andrew and Morris, Dave. *Game Architecture and Design: A New Edition*. New Riders Publishers, 2004.

utilizados são *Discreet 3DS MAX*, *MAYA*, *Avid Softimage*, *Lightwave* e *Blender3D*.

- Escolha e/ou desenvolvimento do motor, que é um conjunto de funcionalidades que auxiliam o programador. Opera com a entrada de dados do jogador, processamento de baixo nível, entre outros aspectos.
- Integração dos aspectos artísticos com os aspectos computacionais.

2.3.1.1 Blender 3D

A escolha do motor de desenvolvimento do jogo é importante devido ao fato de que ele controla o jogo, a ferramenta Blender 3D é abordada nesta seção por ser uma ferramenta de código livre e possuir um motor de jogo.

A ferramenta *Blender* foi criada em Dezembro de 1993 com o objetivo de possibilitar a modelagem, texturização e animação. Pode ser usada para criar visualizações 3D, vídeos e criações interativas graças ao motor 3D que possui. Oferece suporte a multiplataformas e foi criado pela empresa « Not a Number » (NaN). A ferramenta ainda está em desenvolvimento como software livre, só que agora é guiado pela *Blender Foundation*. (BLENDER, 2011)

O *Blender* é uma ferramenta voltada para computação gráfica tridimensional, que possui vários recursos: possibilita a criação de modelagens complexas e animações avançadas, possui um editor de vídeo e um motor de jogo. É mantido pela *Blender Foundation*. Com essa

ferramenta foi possível criar a curta-metragem *Elephants Dream*, filmes como Homem Aranha 2 e Plumíferos e é muito utilizada por agências de publicidade (ANDRADE, 2008).

Segundo Clua e Bittencourt (2005) o *Blender 3D* é uma ferramenta de código aberto que auxilia a modelagem, animação, renderização, pós-produção e criação 3D, que suporta importação de diferentes formatos e criação de scripts em Python. A ferramenta também possui um motor para jogos que oferece tratamento de colisão, suporte a áudio e suporte a programação em Python.

2.3.2 Desenvolvimento de Jogos educacionais

Depois de especificar como é o desenvolvimento de software e o desenvolvimento de jogos, alguns aspectos são importantes para o desenvolvimento de jogos educacionais e não podem ser deixados de lado. Esta seção esses aspectos e as vantagens de desenvolver um jogo educacional.

Segundo Senna (2007) a alteração nas artes audiovisuais e educação causada pelos jogos desperta o interesse das pessoas e faz com que se torne importante para a cultura brasileira. Os jogos educacionais levam conteúdo pedagógico a um novo universo, onde crianças utilizam o computador cada vez com maior frequência. Segundo professores norte americanos, uma boa maneira de prender a atenção dos alunos e fazer com que entendam o conteúdo é através dos jogos que causam impactos e despertam a curiosidade. De acordo com Ke (2008) o jogo educacional

computadorizado aumenta a motivação do aluno, mas este tem que ser alinhado aos propósitos educacionais, sem perder o foco inicial.

Segundo Bittencourt e Giraffa (2003) não é fácil introduzir jogo de computador na educação. Muitos dos admiradores da tecnologia desacreditam no poder dos jogos para a aprendizagem. Um jogo educacional prepara o aluno para ser autônomo, criativo, capaz de cooperar e utilizar novas tecnologias. Os jogos computadorizados recebem destaque na educação por serem uma nova ferramenta de aprendizado que é capaz de ensinar através do lúdico.

De acordo com Giraffa (2009) jogos educacionais estão se tornando cada vez mais presentes no mercado, são projetados para que o usuário resolva problemas que podem ser explorados com uma abordagem construtivista. Os jogos fazem com que o aluno trabalhe com restrições, como limites de tempo e alcance dos objetivos, ou seja, vencer, a competição é outro fator que é explorado pelo jogo de forma positiva. Jogos de última geração, utilizando novas tecnologias e alta qualidade gráfica, como *The Sims*, são analisados na pesquisa de Krüger e Cruz (2004). Apesar de serem desenvolvidos para o comércio, podem ser utilizados para fins educacionais, bem como o *Second Life*, que não possui objetivos definidos, mas o usuário tem que seguir normas de conduta e regras de sobrevivência.

Os jogos computadorizados, como ressalta Tarouco (2004), proporcionam motivação na educação, ajudam o aluno a adquirir hábitos para superar desafios, proporcionam melhor flexibilidade cognitiva

funcionando como uma ginástica mental, o que pode aumentar a rede de conexões neurais alterando o fluxo sanguíneo no cérebro, mantêm a atenção do aluno nos objetivos do jogo, repassam conhecimento e não direcionam somente para a competição, mas também para aprendizado. Para o desenvolvimento dos jogos é necessário que se tenha um tema e objetivos, além de imagens e mídias que serão utilizadas.

"Os jogos podem ser ferramentas institucionais eficientes, pois eles divertem enquanto motivam, facilitam o aprendizado e aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado, exercitando as funções mentais e intelectuais do jogador." (TAROUCO et. al, 2004, pág. 2).

2.4 Jogos educativos e o *design*

Assim como nos demais softwares, esta seção aborda a importância de uma interface adequada para os jogos educacionais.

Melo, Baranauskas e Soares (2008) afirmam que todo desenvolvimento de sistemas de informação voltados ao público infantil necessita que o design esteja adaptado a esse público e as crianças precisam ser consultadas durante todo o processo de criação. O que acontece, de fato, na maioria das vezes é a participação destas somente em testes de uso do sistema.

Segundo Araujo, Battaiola e Goyos (1998) no processo de criação de jogos educacionais é necessário definir:

- i) um roteiro que descreve o tema e objetivos do jogo, que para ser definido precisa além de uma pesquisa detalhada, acompanhamento de pedagogos, psicólogos e demais especialistas;
- ii) um motor que é seu sistema de controle;
- iii) uma interface interativa que interliga o motor e usuário e deve seguir aspectos pedagógicos. Ela envolve aspectos artísticos, que valorizam a apresentação do jogo, cognitivos, como os usuários irão interpretar as ações do jogo, e técnicos, definindo performance, portabilidade e complexidade do gráfico do jogo.

Para cada tipo de jogo há uma interface diferente que determina como o usuário irá interagir com o jogo.

Santos (2004) cita uma série de diretrizes para desenvolver uma interface educacional adequada, sendo elas: i) a utilização de abordagens conceituais, ii) integração da tecnologia no projeto da interface, iii) permitir ao usuário a customização da interface, iv) adaptar a interface para o que os usuários já estão acostumados, v) considerar na interface os princípios de projeto de interface (funcionalidade, confiabilidade, disponibilidade, etc.) e por fim, vi) considerar regras básicas para formatação da interface, cores, janelas, formato, etc.

2.4.1 Jogos 3D e educação

Esta seção descreve a diferença e as vantagens que um jogo 3D pode causar na educação.

De acordo com Esteban Gonzalez Clua (CLUA, 2007) professor da Universidade Federal Fluminense, a motivação é um fator importante no ensino. Ele acredita que o aprendizado pode ser facilitado quando se utiliza ambiente e conceitos de jogos por possuírem grande apelo visual e interativo comparado as formas de ensino tradicionais. Em suas palavras:

“Um aluno certamente vai motivar-se muito mais ao fazer um *Hello World* com um personagem em 3D falando e mostrando expressões faciais do que ao imprimir uma mensagem textual, numa janela estilo DOS.”

Segundo Vendruscolo et. al (2005), interfaces tridimensionais possibilita o usuário interagir e navegar com o ambiente. Quando a plataforma tridimensional é utilizada na educação motiva e encoraja os alunos a utilizá-la.

2.5 Implicações da interface gráfica 3D no processo educacional

Segundo Braga (2001) um dos tipos de definição para realidade virtual é a experiência interativa utilizando imagens gráficas 3D geradas por um computador como nos jogos tridimensionais.

De acordo com Bittencourt e Giraffa (2003) os jogos facilitam a resolução de problemas de forma intuitiva e a realidade virtual se faz presente como outra forma de conhecimento, fazendo com que o jogador seja levado a uma nova realidade completamente diferente da real. Nesse tipo de modalidade de jogo, além do domínio cognitivo, o jogador também trabalhará com a coordenação motora e percepção visual acentuando seu domínio psicomotor.

Uma das principais diferenças entre as tecnologias 2D e tecnologias de realidade virtual para a educação é a possibilidade de interação do usuário em primeira pessoa. Com o auxílio da realidade virtual é possível tornar um problema mais real na visão tridimensional (LIMA, 1999).

Existem muitas razões para utilizar a realidade virtual na educação, sendo algumas delas: os estudantes ficam mais motivados, a realidade é mais bem ilustrada, permite que o estudante realize o trabalho no seu ritmo, permite que haja interação, une o aprendizado à diversão e desenvolve a coordenação motora e capacidade perceptual. (BRAGA, 2001).

3 O REINO DA PORTUMÁTICA 2D

3.1 O jogo 2D

O jogo Reino da Portumática foi desenvolvido como projeto de pesquisa por quatro alunos do curso de Sistemas de Informação, da Universidade Federal de Lavras sob a orientação da professora Juliana Galvani Gregghi. O objetivo do jogo é auxiliar na aprendizagem das novas regras da língua portuguesa e operações elementares da Matemática para alunos de 3ª e 4ª séries do Ensino Fundamental I. O jogo contou com o auxílio da pedagoga e professora Mônica Patrícia Bonini, que auxiliou o desenvolvimento da parte pedagógica do jogo.

3.1.1 Papéis e responsabilidades

O jogo foi desenvolvido pela equipe: Alexsandra Silva Lazaro, Carla Fernandes da Silva, Jesimar Arantes, Mariana de Azevedo Santos que ocuparam o cargo de desenvolvedores e foram orientados pela Juliana Galvani Gregghi.

3.1.2 Análise do perfil do usuário do jogo 2D

Para analisar o perfil do usuário, a equipe de desenvolvimento do jogo 2D fez uma entrevista com os alunos e professoras do Centro Educacional NDE/UFLA. Uma das questões foi a respeito do uso de

computador e Internet. A maioria dos alunos respondeu que possui acesso e que, frequentemente, utilizam para acessar redes sociais, sistemas de mensagens instantâneas, sites de revistas, músicas e jogos.

Os jogos preferidos dos alunos são: jogos de corrida, jogos violentos, *GuitarHero*, Nintendo Wii, e os jogos de tabuleiro, como: Jogo da Vida, War, Detetive, Ludo e um jogo educacional desenvolvido por uma professora da instituição. Com a entrevista, notou-se uma diferença entre gêneros: as meninas preferem jogos de paciência e moda, enquanto os meninos preferem jogos de futebol, estratégia e Grand Theft Auto (GTA).

As características positivas apresentadas pelos alunos a respeito dos jogos foram: muitas fases, tempo limite de jogo, jogos próximos da realidade, que mostram a posição do vencedor, jogos que entregam troféus, que permitem a criação de personagens, que sofra alterações em cada fase do jogo, misteriosos, coloridos e com muitos sons.

As características negativas apresentadas pelos alunos foram: muita infantilidade, repetição, níveis de dificuldade que não tenham tanta mudança, jogos que demoram a iniciar, erros, jogos que precisam ser instalados para jogar e jogos em que as ações não correspondam com as ações do usuário.

3.1.3 Desenvolvimento do jogo 2D

O desenvolvimento do jogo contou com: i) a definição da equipe de trabalho e suas responsabilidades; ii) um levantamento bibliográfico

para identificar os tipos de softwares educacionais existentes, importâncias dos jogos educacionais, entre outras informações relevantes para o projeto; iii) coleta de dados para adicionar informações sobre o público-alvo - esta etapa contou com a cooperação da diretoria, professoras e dos alunos do Centro Educacional NDE/UFLA, localizado no Campus da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no município de Lavras - MG. Foram entrevistados alunos de 3^a e 4^a séries do ensino fundamental I e professores responsáveis pelas turmas; iv) análise dos dados coletados; v) projeto do software, nesta etapa a equipe do projeto optou por desenvolver um jogo educacional de computador 2D *offline*.

3.1.4 Requisitos Funcionais

Foram determinadas as seguintes funções para o jogador:

[RF 01] O jogador pode escolher entre 5 personagens (Cavaleiro, Mago, Bobo da corte, Fada e Princesa) e definir um nome;

[RF 02] O jogador pode escolher a porta para responder a pergunta;

[RF 03] Cada pergunta tem 4 alternativas de resposta;

[RF 04] O jogador pode utilizar itens do personagem.

[RF 05] Pagamento de prenda;

E para o jogo foram determinadas as seguintes funções:

[RF 06] Escolha da pergunta à partir de um banco de dados;

[RF 07] Cálculo do total de perguntas respondidas corretamente;

[RF 08] Listagem dos itens pertencentes ao personagem escolhido pelo jogador.

A linguagem de programação utilizada para desenvolvimento do jogo foi a linguagem Java e o ambiente de desenvolvimento utilizado foi o Netbeans IDE 6.7. Para a implementação da base de dados, foi utilizada a linguagem SQL (Structured Query Language) e para realizar operações administrativas foi utilizado o programa MySQL Administrator.

3.1.5 Regras do jogo 2D

O objetivo do jogo é fazer com que o jogador se torne um grande escritor de contos heróicos (caso acerte mais perguntas de português) ou um grande gênio da alquimia (caso acerte mais perguntas de matemática). Caso o número de perguntas respondidas corretamente sobre a língua portuguesa e matemática sejam iguais, o jogador tornar-se-á um guerreiro que superou as duas grandes ciências.

O jogo possui 6 níveis que o jogador precisa passar, cada nível possui perguntas sobre a língua portuguesa ou cálculos matemáticos.

O jogo se passa em um castelo no período medieval, possui cavaleiros, guerreiros, reis, rainhas, princesas, entre outros personagens.

Os personagens do jogos são: o Bobo da Corte, o Cavaleiro, a Fada, O Mago e a Princesa.

Para avançar para o próximo nível, o jogador precisa escolher uma porta e responder a pergunta que aparecerá assim que a porta for aberta.

Caso acerte, ele irá prosseguir; caso erre, ele deverá voltar e escolher uma nova porta. Caso o jogador erre todas as portas de uma sala, ele terá de pagar uma prenda (exemplo: cair em um calabouço e responder uma pergunta. Caso erre a resposta o jogo termina, em caso de acerto, ele passa para o próximo nível).

Cada pergunta tem quatro alternativas com apenas uma correta. As perguntas são sorteadas da base de dados pelo próprio jogo, de acordo com o nível da pergunta.

Quando o jogador não souber responder uma pergunta, ele pode contar como auxílio de um item associado ao tipo de personagem. Assim que este item for utilizado, será subtraído da pontuação do jogador a pontuação associada ao item.

O jogo 2D foi finalizado e a equipe prepara a avaliação com os usuários potenciais.

4 METODOLOGIA

Foram realizados dois tipos de pesquisa no trabalho: uma pesquisa exploratória, que analisou influência que uma plataforma gráfica tridimensional pode causar no ramo educacional e também comparou os processos de software conhecidos da área de Engenharia de Software ao processo utilizado no desenvolvimento do protótipo; e uma pesquisa experimental, que foi desenvolvido um protótipo de interface gráfica 3D para o jogo em estudo e avaliação de usabilidade do mesmo.

O projeto seguiu as seguintes etapas: a) planejamento, indicando quais os fatos que deveriam ser abordados, b) identificação dos objetivos que deveriam ser alcançados, c) elaboração de uma pesquisa bibliográfica relatando: os aspectos importantes para o trabalho e as implicações de uma interface gráfica 3D para um jogo educacional, d) estudo do jogo 2D o Reino da Portumática, e) desenvolvimento do protótipo 3D para o jogo, f) análise do processo utilizado para o desenvolvimento do protótipo e g) análise de usabilidade de acordo com métricas pré-estabelecidas.

O trabalho foi realizado primeiramente fazendo uma análise da interface gráfica 3D para jogos educacionais relatando as implicações, vantagens e desvantagens que ela pode ter.

A partir deste estudo da interface gráfica 3D, foi proposta uma interface gráfica 3D para o jogo, aplicando os princípios de engenharia de usabilidade proposta por Rocha e Baranauskas (2003) cujo objetivo é

produzir um software que visa à facilidade de aprendizado, facilidade de uso e que sejam agradáveis aos usuários.

Tal abordagem possui quatro fases: a primeira é o pré-design, fase de busca de informação objetivando conhecer o usuário, no caso, as crianças. Nesta etapa foi analisado os dados coletados pela equipe do jogo 2D à respeito do público alvo.

Depois a fase de design inicial, que constitui na elaboração de uma especificação inicial da interface. Foi detalhado todos os aspectos importantes da interface 2D do jogo para, em seguida, desenvolver a interface gráfica 3D.

A terceira fase é a do desenvolvimento interativo, onde a interface foi testada até ficar adequada para o teste de usabilidade.

Por fim, a fase de pós-design que constituiu na finalização do projeto e coleta dos resultados, opiniões dos desenvolvedores do jogo educacional e diferenças levantadas em cima da troca de interfaces gráficas. Depois de feita a análise de usabilidade, o processo foi analisado de acordo com os processos de software mais conhecidos da literatura.

O desenvolvimento do protótipo da interface gráfica 3D, baseada no jogo em 2D, contou com o auxílio da ferramenta *Blender* 3D, de código aberto, que possui um motor eficiente - o *Blender Game Engine*. Apesar de seus scripts serem feitos na linguagem de programação Python, com a ajuda dessa ferramenta gráfica, é possível desenvolver um jogo simples sem utilizar nenhuma linha de código.

O processo de construção do protótipo não seguiu nenhuma prática comum à Engenharia de Software por não haver codificação e contato inicial com os usuários. Foi desenvolvido de acordo com as etapas:

i) Concepção da idéia a partir do jogo 2D;

A idéia inicial de criação do protótipo do jogo 3D se deu a partir das possibilidades de melhoria na forma de aprendizagem do aluno utilizando jogos educacionais.

ii) Planejamento do jogo;

De acordo com o jogo 2D, foi planejado o desenvolvimento do protótipo, seus níveis de perguntas, cenário e personagens. Como resultado, foram desenvolvidos 2 níveis de perguntas, cada nível com três perguntas. O cenário continua com o cenário antigo do castelo e foram escolhidos dois personagens para ser implementados: o bobo da corte e o cavaleiro.

iii) Escolha da ferramenta de desenvolvimento;

A ferramenta para o desenvolvimento do protótipo escolhida foi o *Blender* 3D por ser uma ferramenta de código aberto, que possui um motor de jogo eficiente e oferece suporte para o desenvolvimento de um jogo simples sem utilizar códigos.

iv) Modelagem dos personagens, adição de animação e controles;

Nesta etapa os personagens foram modelados de acordo com as especificações, adicionando as animações e controladores pelo teclado.

- v) Modelagem do cenário, nível um e dois e adição de animação e controles;

Os cenários foram modelados e adicionados os controladores e animação, como abrir e fechar as portas, passar de um nível pra outro, etc.

- vi) Fase de testes.

A fase de teste não seguiu nenhum padrão específico por ser um protótipo de jogo simples sem implementação de código.

Depois de desenvolvida a interface gráfica 3D, foi realizada uma comparação entre as interfaces gráficas, baseada nas métricas de usabilidade da ISO 9241-11, verificando os pontos positivos e negativos de cada uma.

A primeira etapa da medição de usabilidade foi realizada com os integrantes da equipe do jogo 2D.

4.1 Desenvolvimento do protótipo

A versão do *Blender* 3D utilizada foi a 2.4 e para que o programa seja executado de maneira adequada é necessário ter instalada a versão do Phyton 2.6.2.

O protótipo da interface 3D foi desenvolvido de acordo com os pontos chaves do jogo: o ambiente continua sendo um castelo da idade medieval, com dois níveis e seis perguntas. Foram desenvolvidos dois personagens: o bobo da corte e o cavaleiro.

Foram desenvolvidos três tipos de menus: o menu principal contendo as opções de jogar e sair do jogo, um segundo menu contendo a opção para escolha de personagens e um último menu com a história do jogo e as regras que poderão ser acessadas à qualquer momento teclando J.

O áudio utilizado no jogo 3D corresponde ao utilizado no jogo 2D em todas as telas, desde menu principal, escolha do personagem e até no jogo em si, apenas foi acrescentado o barulho da porta abrindo quando acerta a pergunta.

4.2 Regras do jogo

O jogador utilizará somente o teclado para comandar o jogo. Para que ele possa avançar para o próximo nível, é necessário que responda uma pergunta. Caso acerte, a porta será aberta. Caso erre, o jogador retornará ao começo do nível, mas a porta escolhida anteriormente estará bloqueada. Se o jogador errar todas as portas de um mesmo nível será apresentada uma mensagem indicando que o jogo será encerrado e o usuário poderá reiniciar o jogo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O protótipo do jogo 3D já foi desenvolvido, os dois personagens principais (bobo da corte e cavaleiro) e os dois níveis foram modelados com 3 perguntas cada, foi aplicado texturas para se assemelhar com o contexto do jogo e o jogo 2D e foi analisado e testado pela equipe do jogo 2D e está pronto para ser testado pelos usuários potenciais.

Abaixo são apresentadas as telas do jogo 2D (Figura 1) e do protótipo do jogo 3D (Figura 2).

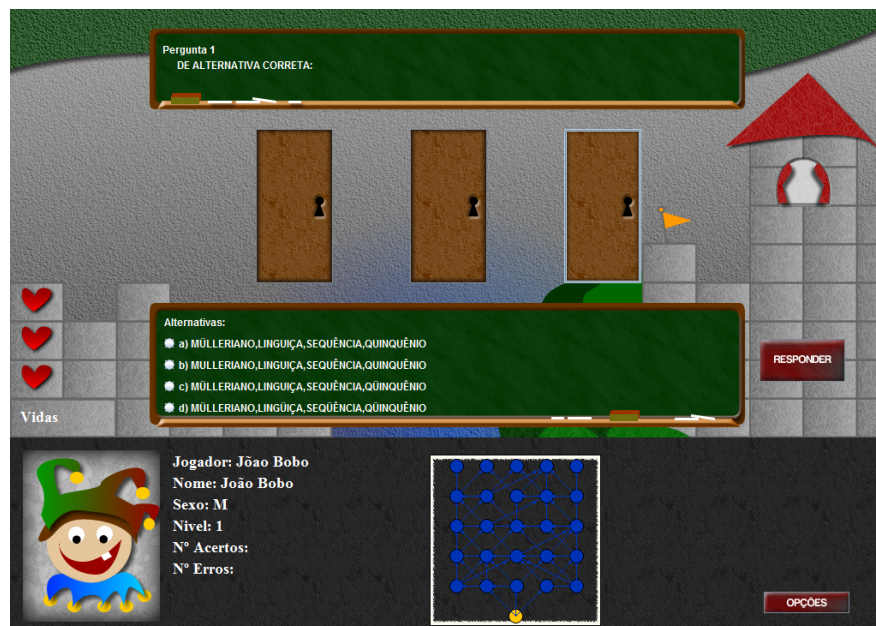


Figura 1: O jogo 2D

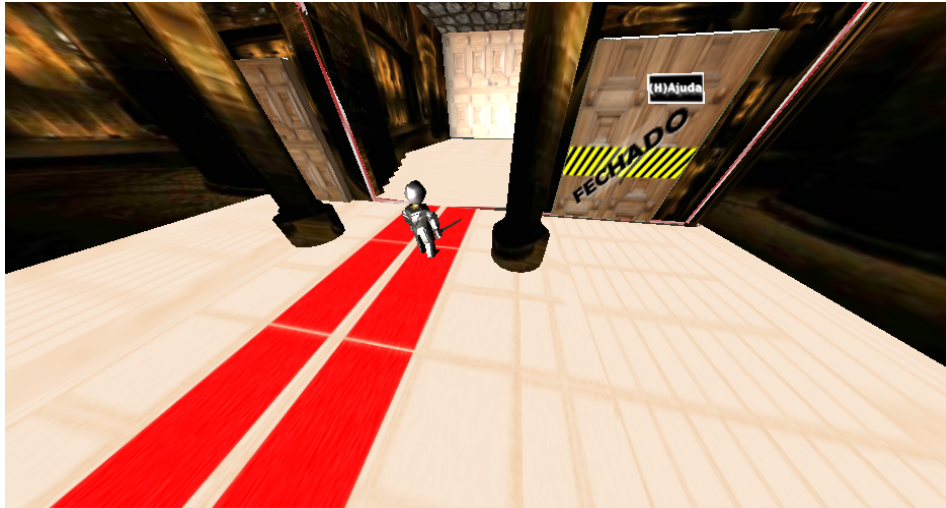


Figura 2: O protótipo do jogo 3D

Foi feita uma análise de usabilidade a partir de métricas pré-estabelecidas baseadas na ISO 9241-11, que relatou as vantagens e desvantagens do protótipo do jogo 3D em relação ao jogo 2D, verificando a facilidade de entender as etapas do protótipo, aprender a utilizar e cumprir as tarefas, entre outros aspectos.

A análise de usabilidade do protótipo do jogo 3D foi feita a partir da ISO 9241-11, que descreve orientações sobre usabilidade: são métricas para a usabilidade de acordo com o desempenho e satisfação do usuário.

O nível de usabilidade depende do contexto de uso do sistema, usuários, tarefas, equipamentos, entre outros aspectos que podem influenciar na medição.

De acordo com a ISO 9241-11 foi elaborado um documento (APENDICE A) para auxiliar a análise de usabilidade do protótipo.

Analisando as respostas obtidas a partir do questionário elaborado, pode ser identificado que os membros da equipe de desenvolvimento do jogo 2D encontraram pontos positivos e negativos no protótipo do jogo 3D: eles acharam interessante o jogador ter o controle do personagem no jogo, o que o torna mais real e conseqüentemente mais atrativo. Quanto à jogabilidade, os membros da equipe encontraram dificuldades em alguns pontos como: abrir portas, controlar a câmera, entre outros. Devido a essas dificuldades, alguns integrantes acharam o jogo 2D mais fácil de jogar que o protótipo 3D.

Conforme a avaliação feita pela equipe do jogo 2D, algumas sugestões e erros foram apontados como: aumento das letras dos menus, adição de mensagem quando o jogador errar alguma pergunta, melhorar a visualização das perguntas, entre outros, sendo assim, o protótipo foi atualizado para passar pela avaliação com os usuários potenciais.

Devido ao curto espaço de tempo, essa avaliação com os usuários finais está sendo proposta como um trabalho futuro.

Levando em consideração a área de Engenharia de Software, o desenvolvimento do protótipo seguiu seu próprio modelo de processo, apesar de ser semelhante à Prototipagem, devido à algumas etapas comuns, como o planejamento e desenvolvimento rápido do projeto para apresentar a idéia inicial, a construção do protótipo e as etapas de avaliação e refinamento do protótipo.

A diferença entre os processos de software padrões da Engenharia de Software e o processo utilizado no desenvolvimento do protótipo se dá

ao fato de que não houve contato com o usuário final para análise de perfil: esta etapa foi feita a partir dos dados coletados pela equipe do jogo 2D. A partir daí surgiram a idéia e objetivos iniciais para o desenvolvimento do protótipo.

O protótipo do jogo 3D foi planejado e modelado de acordo com a análise do perfil dos usuários, passou por uma fase testes do desenvolvedor para se adequar ao jogo 2D e, por fim, a avaliação e análise da equipe do jogo 2D.

De acordo com os estudos e análises realizadas, a interação do protótipo do jogo 3D já proporciona vantagens sobre o jogo 2D, como a melhoria no controle motor dos usuários e desenvolvimento da capacidade de memorização com comandos do personagem.

6 CONCLUSÕES

O processo educacional acompanha o desenvolvimento tecnológico e os jogos podem ser uma forte ferramenta utilizada na educação, apesar de enfrentar muitas dificuldades por ser conflitantes com os métodos convencionais.

O desenvolvimento de jogos possui um modelo de processo particular apesar de ser bastante semelhante com os processos conhecidos da Engenharia de Software e a parte de desenvolvimento da interface é importante por estar ligada diretamente com o estudo de perfil do usuário e ser fundamental para a interação entre o usuário e o jogo.

O objetivo de analisar e comparar o jogo 2D educacional desenvolvido por 4 alunos de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Lavras com o protótipo 3D desenvolvido no decorrer deste trabalho foi concluído, assim como as implicações que um jogo 3D pode causar no aprendizado.

De acordo com vários autores, um jogo educacional 3D pode ser mais interessante no aprendizado do aluno do que um jogo 2D, mas isto depende de sua interface. Caso ela não esteja adequada para os usuários finais pode perder sua funcionalidade, gerar frustração, erros e os objetivos iniciais, referentes ao aprendizado do aluno, não serão atendidos.

De acordo com o documento elaborado (Apendice A) onde explica a ISO 9241-11 e relata as métricas utilizadas para a avaliação da usabilidade do protótipo e elaboração do questionário, foi realizada a avaliação do protótipo 3D com os membros da equipe do jogo 2D. As sugestões e erros encontrados na avaliação foram levados em consideração para melhor atender os usuários potenciais.

A avaliação com as crianças deverá ser realizada em uma etapa posterior. Poderão ser utilizadas as recomendações da ISO 9241-11 através do questionário proposto ou poderá ser definido um método de avaliação mais adequado para a aplicação com crianças.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D.M.; PADOVANI, S. Estabelecendo Relações entre Critérios de Avaliação Ergonômica em HCI e Recomendações de Game Design, [SBGAMES] - *Simpósio Brasileiro de Jogos de Computador e Entretenimento Digital*, V : 2006 nov. 22-29 : Recife - PE - ISBN 857669098-5.

AMAZONAS, D. S. *Desenvolvimento de Jogos 3D em Java com a utilização do Motor Gráfico Irrlicht*. 2007. 61 p. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) - Faculdade Lourenço Filho, Fortaleza, 2007.

ANDRADE, B. M. *Guia do Usuário para uso do Blender 3D aplicado a Design*. Disponível em: <<http://blenderufpe.wordpress.com/>>. Acesso em: 06 jun. 2011.

ARAUJO, R. B. ; BATTAIOLA, A. L. ; GOYOS, C. . Aplicação e avaliação do uso integrado das tecnologias de realidade virtual e hipermídia em sistemas de aprendizado. *In: V Congresso Internacional de Educação à Distância*, 1998, Fortaleza. Anais do V Congresso Internacional de Educação à Distância, 1998.

BATTAIOLA, A. L.; ELIAS, N. C.; DOMINGUES, R. G.; ASSAF, R.; RAMALHO, G. L. Desenvolvimento da Interface de um Software Educacional com base em Interfaces de Jogos. *IHC Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, 5., 2002, Fortaleza.

BARANAUSKAS, M. C. C.; ROSSLER, F.; OLIVEIRA, O. L. de. Uma Abordagem Semiótica à Análise de Interfaces: um estudo de caso. *IHC'98 - I Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais: Compreendendo Usuários, Construindo Interfaces*. Rio de Janeiro: 31 ago. 1998. Disponível em <

<http://www.unicamp.br/~ihc99/Ihc99/AtasIHC99/AtasIHC98/Baranauskas.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2010.

BEZERRA, L. N. M.; SILVA, L.; SILVEIRA, I. F.; KUMA, T. H.; ARAUJO JUNIOR, C. F. Experiências no Ensino de Projeto de Jogos Digitais, [SBGAMES] - *Simpósio Brasileiro de Jogos de Computador e Entretenimento Digital*, V : 2006 nov. 22-29 : Recife - PE - ISBN 857669098-5

BITTENCOURT, João R., GIRAFFA, Lucia M.M. A Utilização dos Role-Playing Games Digitais no Processo de Ensino-Aprendizagem. Porto Alegre: PPGCC/PUCRS, 2003b, 62pp. (Relatório Técnico)

BITTENCOURT, João R.; GIRAFFA, Lucia M. M. Modelando Ambientes de Aprendizagem Virtuais utilizando Role-Playing Games In: *XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Rio de Janeiro: SBC, 2003a.

BLENDER. *User Manual*. Disponível em: <<http://wiki.blender.org/index.php/Doc:Manual>>. Acesso em: 06 jun. 2011.

BRAGA, Mariluci. “Realidade Virtual e Educação”. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. Campina Grande. v. 1, n. 1, EDUEP, 2001.

CLUA, E. G., *Diversão que Ensina Computação Brasil*, Revista da Sociedade Brasileira de Computação, Jun/Jul/Ago, 2007.

CLUA, E., BITTENCOURT, J. Desenvolvimento de Jogos 3D: Concepção, Design e Programação. *Anais da XXIV Jornada de*

Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, pp. 1313-1356, São Leopoldo, Brazil, Julho de 2005.

GIRAFFA, L. M. M.; Uma odisséia no ciberespaço: O software educacional dos tutoriais aos mundos virtuais, *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 17, n. 1, 2009.

GULARTE, D. M. Os cinco pilares - métodos e processos no design de conceito de jogos eletrônicos triple-play aplicado ao jogo Kamur. 2008. 167 p. *Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Design Digital - Faculdade Integrada do Ceará*, Fortaleza, 2008.

GURGEL, I.; ARCOVERDE, R. L.; ALMEIDA, E. W. M.; SULTANUM, N.; TEDESCO, P. A Importância de Avaliar a Usabilidade dos Jogos: A Experiência do Virtual Team, [SBGAMES] - *Simpósio Brasileiro de Jogos de Computador e Entretenimento Digital*, V : 2006 nov. 22-29 : Recife - PE - ISBN 857669098-5

KE, F. (2008). Alternative goal structures for computer game-based learning. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 3(4), 429-445. doi: 10.1007/s11412-008-9048-2.

KRÜGER, F. L.; CRUZ, D. M. Jogos (virtuais) de simulação da vida (real): o The Sims e a geração Y. *Ciberlegenda (UFF)*, v. 9, p. 1-19, 2007

LIMA, Claudia Regina Uchôa. O Estado da Arte da Realidade Virtual. *Informática na Educação: teoria & prática*. v. 2. n. 1, maio, 1999.

MALFATTI, S.M.; DIHL, L.L.; BRANCHER, J.D. J3DTOOL – Um Motor para o Desenvolvimento de Jogos Educacionais em Java3D. *Anais do III WJogos e 1º Simpósio Brasileiro de Jogos de Computador e Entretenimento Digital*. Curitiba: Unicenp, 2004. Rollings, Andrew and MORRIS, Dave. *Game Architecture and Design: A New Edition*. New Riders Publishers, 2004.

MANSSOUR, I. H. 2006. *Introdução a Java 3D*. Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/~manssour/Publicacoes/TutorialSib2003.pdf>>. Acessado 9 Junho 2010.

MELO, A. M.; BARANAUSKAS, M. C. C.; SOARES, S. C. M. Design com Crianças: da Prática a um Modelo de Processo, *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v16, n1, Jan/Abr, 2008.

NAKAMURA, R.; BERNARDES, J.; TORI, R. enJine: Architecture and Application of an Open-Source Didactic Game Engine, [SBGAMES] - *Simpósio Brasileiro de Jogos de Computador e Entretenimento Digital*, V : 2006 nov. 22-29 : Recife - PE - ISBN 857669098-5

NUNES, L. Motores para Desenvolvimento de Jogos Digitais. Relatório da Disciplina de Projecto Engenharia Informática Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2009.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. *Design de Interação: Além da interação homem-computador*, Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRESSMAN. R.S. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, McGraw Hill, New York (1997).

RIBEIRO, D. F. R. Especificação e projeto de interfaces com o usuário. 2000. 78 p. *Monografia (Curso de Ciência da Computação) - Centro Universitário do Triângulo*, Uberlândia, 2000.

RIBEIRO, P. Motores 3D para Jogos. *Universidade de Coimbra. Departamento de Engenharia Informática*, Coimbra, 2003.

ROCHA, H. V. da; BARANAUSKAS, M. C. C. *Design e avaliação de interfaces humano-computador*. Campinas, SP: UNICAMP-IC-NIED, 2003. 244 p. ISBN 85-88833-04-2

SALVI, J. L., SANTOS, M. C., TORTELLI, D. M. E BRANCHER, J. D. 2006. Utilizando o 3D Studio Max como Level Editor para Construção de Cenários para Ogre3D. In: V Workshop Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital parte do SBGames 2006, 8-10 Nov. Recife

SANTOS, N. Design de interfaces de software educacional. Rio de Janeiro/RJ: Ieditora Livros Eletrônicos, 2004. Disponível em www.ieditora.com.br. Consultado em 11/05/2004.

SENNA, O. Arte Interativa *Computação Brasil*, Revista da Sociedade Brasileira de Computação, Jun/Jul/Ago, 2007.

SENNA, O. Diversão que Ensina *Computação Brasil*, Revista da Sociedade Brasileira de Computação, Jun/Jul/Ago, 2007.

SOMMERVILLE, I. Software Engineering. *New York: Addison-Wesley*, 1996.

SOUZA, C. S. de; LEITE, J. C.; PRATES, R.O.; BARBOSA, S.D.J. - Projeto de Interfaces de Usuário: Perspectivas Cognitiva e Semiótica,

Anais da Jornada de Atualização em Informática, *XIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, Rio de Janeiro, julho de 1999.

TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. J. M.; KONRATH, M. L. P. 2004. Jogos educacionais. *Novas Tecnologias na Educação*, Rio Grande do Sul, v. 2, n. 1, Março 2004.

Vendruscolo, F.; Dias, J. A.; Bernardi, G.; Cassal, M. L. Escola TRI-Legal - Um Ambiente Virtual como Ferramenta de Apoio ao Ensino Fundamental através de Jogos Educacionais, *Colabor@ -Revista Digital da CVA - Ricesu*, v. 3, n. 9, Julho de 2005 - ISSN 1519-8529.

VELASQUEZ, C. E. Lé. *Modelo de Engenharia de Software para o Desenvolvimento de Jogos e Simulações Interactivas*. 2009. 105 p. Dissertação (Mestre em Computação Móvel) - Universidade Fernando Pessoa, Fernando Pessoa, 2009.

APENDICE A

Para medir a usabilidade do protótipo desenvolvido, foi elaborado o seguinte documento para testar as métricas de usabilidade propostas pela ISO 9241-11: eficiência, eficácia e satisfação do usuário.

Objetivo do jogo

Desenvolver uma nova ferramenta de aprendizado para as novas regras da língua portuguesa e questões matemáticas utilizando jogos em terceira dimensão.

Contexto de uso

Usuários

Primeiramente o protótipo será avaliado pela equipe de desenvolvimento do jogo 2D para depois ser avaliado pelas crianças.

Os usuários primários que realizarão as tarefas de medição serão os alunos de 3ª e 4ª séries do Ensino Fundamental I. A maioria destes alunos possuem acesso ao computador e Internet, utilizam para: redes sociais, sistema de mensagens instantâneas, sites de música, sites de revistas e jogos.

Os jogos preferidos dos alunos são: jogos de corrida, jogos violentos, GuitarHero, Nintendo Wii e jogos de tabuleiro, como: Jogo da Vida, War, Detetive, Ludo e um jogo educacional desenvolvido por uma professora da instituição. Existe uma grande diferença de preferência

entre os gêneros: as meninas preferem jogos de paciência e moda, já os meninos, jogos de futebol, estratégia e Grand Theft Auto (GTA).

Tarefas realizadas

Os usuários terão que manipular o protótipo, através da interação com o jogo. Em cada fase, o usuário deverá escolher a porta que deseja entrar; caso acerte a pergunta, ele poderá passar para o próximo nível; se errar ele retornará no mesmo nível tendo que escolher uma porta diferente. O tempo de execução irá depender da quantidade de acertos e erros do usuário teve e se ele conseguirá chegar ao final do jogo.

Equipamentos

O protótipo do jogo é recomendado para instalar em máquinas que possuem suporte para jogos 3D, será instalado a última versão do protótipo do jogo 3D para que os estudantes possam jogar e relatar as dificuldades que tiveram a cada nível de pergunta com relação a jogabilidade, facilidade de manuseio, cores e fontes.

Objetivos da medição

Com a medição da usabilidade do protótipo do jogo 3D, pretende-se relatar as vantagens ou desvantagens que um jogo educacional 3D pode causar no aprendizado do aluno, implicações, facilidades de utilização e satisfação do usuário.

Medidas de Usabilidade

Para analisar o jogo, será adotada as medidas de usabilidade baseadas na eficácia, eficiência e satisfação do usuário perante o protótipo do jogo 3D, como:

- Porcentagem de usuários que conseguiram chegar ao final do jogo.
- Tempo médio que os usuários demoraram em finalizar o jogo.
- Porcentagem de usuários que tiveram dificuldades em coordenar o personagem no protótipo.
- Porcentagem de usuários que encontraram dificuldade em visualizar as perguntas.
- Porcentagem de vezes em que o usuário precisou de acessar a ajuda.
- Porcentagem de usuários que encontraram dificuldades nos pontos:
 - __ Subir as escadas;
 - __ Abrir as portas;
 - __ Controlar a câmera;
 - __ Nos controles do teclado;
 - __ Outros. Quais? _____
- Com relação à facilidade de jogar:
 - __ Porcentagem de usuários que preferem o jogo 2D.
 - __ Porcentagem de usuários que preferem o protótipo 3D
- Porcentagem de usuários que gostaram do:
 - __ Cenário

- __ Personagens
- __ Níveis do castelo
- __ Sons
- __ Controladores do personagem
- __ Outros. Especifique: _____

- Porcentagem de usuários que encontraram erro no protótipo.

Onde foi encontrado o erro: _____

- O que o usuário não gostou e poderia ser modificado?

De acordo com a análise feita na seção 2.4, uma análise comparativa entre as interfaces gráficas 2D e 3D, e os resultados gerados das perguntas acima, pode-se relatar os impactos que uma interface gráfica 3D pode causar nos usuários do jogo de acordo com os aspectos de usabilidade (facilidade de uso, eficiência, eficácia, satisfação, entre outros).

Questionário utilizado para avaliação de usabilidade

Abaixo encontra o questionário utilizado para a análise de usabilidade realizada com os membros da equipe de desenvolvimento do jogo 2D.

Questionário para análise de usabilidade do protótipo do jogo 3D - O Reino da Portumática 3D

1. Você conseguiu chegar ao final do jogo?

() Sim () Não

2. Quanto tempo demorou para finalizar o jogo?
____ minutos.
3. Você teve dificuldades em coordenar o personagem no protótipo?
 Sim Não
4. Você encontrou dificuldade em visualizar as perguntas?
 Sim Não
5. Quantas vezes você precisou acessar a ajuda?
____ vezes.
6. Você encontrou dificuldades nos pontos:
__ Subir as escadas;
__ Abrir as portas;
__ Controlar a câmera;
__ Nos controles do teclado;
__ Outros. Quais? _____
7. Com relação à facilidade de jogar:
 Prefiro o jogo 2D.
 Prefiro o protótipo 3D.
8. Você gostou do:
__ Cenário
__ Personagens
__ Níveis do castelo
__ Sons
__ Controladores do personagem
__ Outros. Especifique: _____
9. Você encontrou erro no protótipo?
 Não.

() Sim. Onde foi encontrado o erro?

10. O que você não gostou e poderia ser modificado?
