

Desenvolvimento de um jogo Sérioso com Uso de Realidade Virtual Aplicado ao Ensino da Matemática

Bruna V. Frade
Universidade Federal de Viçosa
Brasil

Bruno F. Alixandre
Universidade Federal de Viçosa
Brasil

Pedro M. Sousa
Universidade Federal de Viçosa
Brasil

Resumo

Baseando-se no aumento da procura de jogos digitais para entretenimento e o baixo desempenho dos alunos em matemática, foi proposto um jogo educativo com uso de recursos de realidade virtual, servindo como ferramenta de ensino auxiliar ao professor. Com o objetivo de melhorar o rendimento escolar na disciplina, desenvolveu-se um jogo plataforma, onde o aluno necessita acertar questões de matemática para vencer. Como resultado, percebeu-se uma alta receptividade ao jogo tanto por parte dos alunos quanto do professor, concluindo que o método, desde que bem planejado, possibilita a utilização de jogos educacionais como meio de ensino da matemática e de outras disciplinas.

Keywords: Realidade Virtual, Jogos Educacionais, Matemática, Jogos Digitais

Author's Contact:

{brunafrade29,bruno1501}@hotmail.com
pedromois@ufv.br

1 Introdução

O uso de jogos computacionais se posiciona como a quarta atividade mais praticada pelos jovens [BNDES 2015]. O BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social) realizou uma pesquisa sobre o uso de jogos digitais em 2014. Segundo seus dados, 35% das crianças e adolescentes com idades de 9 a 16 anos jogam diariamente, 45% jogam pelo menos uma vez por semana e 19% ao menos uma vez por mês.

Em contrapartida ao dados do BNDES, a educação básica está em declínio. De acordo com o teste de proficiência Prova Brasil gerenciado pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), aplicado aos alunos do 5º ano em 2011, 76,42% dos participantes estão abaixo do nível 5 de proficiência em matemática. Esse nível se inicia em 0, onde o aluno não possui qualquer domínio sobre o conteúdo e se finda no nível 10, no qual possui total domínio [INEP 2011].

Uma forma de se aproveitar o interesse nos jogos digitais por parte das crianças é aplicando essas tecnologias com conteúdos educacionais. De acordo a análise realizada por [Virvou and Katsionis 2008] com jogos que utilizam recursos de realidade virtual aplicados a educação, foi obtido a conclusão que esse método é atraente para os alunos na sala de aula e em casa.

Ao analisar o crescente interesse nos jogos digitais por parte das crianças, o declínio no desempenho da matemática básica e os dados de [Virvou and Katsionis 2008] com a usabilidade dos jogos na educação, foi proposto um jogo educacional utilizando recursos de realidade virtual aplicado ao ensino da matemática com intuito de aproveitar o lúdico dos jogos para estimular os alunos a aprender de forma divertida.

Com o intuito de chamar a atenção dos alunos, foi modelado um cenário 3D (três dimensões) no qual para interagir o aluno precisa se empenhar no conteúdo de matemática. Com esse método, o aluno fixa a matéria passada em sala de aula de forma dinâmica, na qual a criança é a principal responsável por seu conhecimento.

Para melhor explicar o desenvolvimento deste trabalho, foi dividido as seções da seguinte forma: seção 2,3 e 4 um breve embasamento teórico de conceitos cruciais para o entendimento do que foi desenvolvido; a seção 5 abordando trabalhos com temas semelhan-

tes a este além de uma breve comparação dos mesmos; seção 6 é abordado a metodologia utilizada no desenvolvimento; A seção 7 discorre sobre o funcionamento do sistema; A seção 8 se refere a implantação do sistema na escola, englobando os resultados bem como as dificuldades e desafios; Na seção 9 foi abordado propostas de trabalhos futuros percebidos no momento da implantação; por ultimo, na seção 10 foi destinado a conclusão obtida com o trabalho.

2 Realidade Virtual (RV)

A Realidade Virtual (RV) é uma geração de interface para representar objetos tridimensionais que aproxime da realidade do usuário. Esse recurso visa proporcionar interações mais realistas através de equipamentos de visualização aplicados em ambiente fechado como aplicação individual ou coletiva [Kirner and Siscoutto 2007].

O termo Realidade Virtual, surgiu após a segunda guerra mundial com os simuladores de voo da Força Aérea dos Estados Unidos. Na década de 50, através de experiências multimodais baseadas em técnicas cinematográficas surgiu o Sensorama, uma máquina desenvolvida por Morton Heiling na qual permitia a imersão do usuário em um passeio de motocicleta em Manhattan. Porém o conceito se popularizou após a década de 80 com Jaron Lanier, para diferenciar simulações tradicionais das que envolvem múltiplos usuários [Kirner and Kirner 2011].

2.1 Recursos de RV

Para o planejamento e desenvolvimento de um ambiente utilizando recursos de Realidade Virtual, deve ser levado em consideração quais os recursos de *hardware* serão necessários para a imersão no mesmo. Segundo [Gnecco et al. 2014] esses recursos podem ser:

- Ambiente Físico: Espaço de interação dentro desse ambiente de RV;
- Dispositivos de Entrada: Responsável pela forma de interação com o ambiente através da entrada de dados (capacete, luva, mouse, teclado);
- Dispositivos de Saída: Responsável pela saída da imagem, multimídia e visualização do ambiente (monitor, projetor, caixa de som);
- Dispositivos de Processamento: Recursos computacionais responsáveis por manipular e gerar imagens;

2.2 Tipos de Realidade Virtual

Com o desenvolvimento tecnológico surgiram diferentes tipos de ambientes virtuais e diferentes interação com esses meios. Com a finalidade de classificar as aplicações, [Pimentel and Teixeira 1993] definiu esses ambientes de acordo com os recursos de *hardware* utilizados, a finalidade do desenvolvimento e a forma de interação. Os tipos de RV são: Simulação, Projeção, Realçada, Telepresença e de Mesa.

A Realidade de Simulação é representada por objetos que imitam as ações e performasse de objetos do mundo real. Através de recursos como controles, tela de vídeo e monitores, o usuário interage com esses ambientes podendo obter respostas táteis e auditivas. Esse tipo de realidade é muito utilizada em aplicações de treinamento, como por é feito por exemplo com pilotos de aviões.

Com a interação em ambientes virtuais através de personagens, foi necessário a elaboração de um novo tipo de RV que englobasse

essa característica. Dessa forma surgiu a Realidade de Projeção, onde a imersão do usuário é de forma indireta e uma das grandes aplicações desse tipo de realidade são nos jogos.

Outro tipo de RV é a Realidade Realçada, que utiliza dispositivos de projeção com leve transparência possibilitando ao usuário a visualização dos dados projetados sem perder a percepção do mundo real simultaneamente.

Para a classificar aplicações com total imersão do usuário no ambiente, surgiu o termo Realidade de Telepresença. Nesse tipo de aplicação é utilizado recursos como câmeras e microfones remotos para percepções mais realistas. Atualmente essa Realidade tem sido utilizada em explorações planetárias e tem sido estudada formas de aplicação na medicina.

Com a utilização de tecnologias de projeção de alta resolução para apresentação do mundo virtual surgiu o conceito de Realidade Virtual de Mesa. Um exemplo dessas tecnologias são os óculos *lightweight*, dessa forma é possível a visualização desse ambiente como se o usuário estivesse imerso.

2.3 Aplicações de Realidade Virtual

Com o avanço das tecnologias de *hardware*, tornou-se a expansão da RV para outras áreas como entretenimento através de *games*, na saúde com cirurgias virtuais, nas construções civis através de maquetes eletrônicas e edificações realistas, treinamento com os simuladores, auxiliando também na educação através de jogos educativos e objetos de aprendizagens [Braga 2001].

3 Jogos Digitais

Antes de discorrer o conceito de jogos digitais deve-se ter em mente o conceito de jogo. Para [Huizinga 2014] jogos podem ser definidos como noções primitivas voluntárias relacionadas de forma cultural e ritual de maneira intensiva promovendo excitação. Uma outra definição complementar por [Kamii and Devries 1991] é o jogo como competição física ou mental respeitando um conjunto de regras na qual o jogador tem como objetivo ganhar ou impedir que o adversário ganhe.

Para distinguir um jogo de qualquer outra atividade lúdica é necessário que este possua algumas características [Huizinga 2014]:

- Ser uma atividade livre onde o jogador é responsável pelo seu tempo e permanência no jogo com livre arbítrio.
- Ser finito, através de limite de tempo e espaço.
- Possuir regras e penalidades para quando não respeitadas.

Segundo [Tori et al. 2007] Jogos digitais pode ser definido como qualquer jogo que utilize dispositivos eletrônicos (computador, *videogame*, celular) para permitir a interação, mostrar seu estado, regras de jogo, etc.

Existem diversas classificações dos jogos digitais em gêneros, [Marcelo and Pescuite 2009] propôs a seguinte classificação entre as mais comuns:

- Aventura: a partir de decisões tomadas dentro do jogo pelo jogador, é elaborado a história e pode ter diferentes versões para cada caminho escolhido;
- Labirintos: Cenário com um caminho correto levando ao objetivo final e múltiplos caminhos inconsistentes;
- Luta: Jogos que vislumbram combate entre jogadores ou máquinas;
- Plataforma: Jogos que anseiam vencer obstáculos, derrotar inimigos enquanto o jogador percorre o cenário visando alcançar o objetivo. Esse será o gênero correspondente a esse trabalho;
- Tiro: são jogos de ação que utilizam componentes de tiro para alcançar o objetivo;

- Simulação: Qualquer tipo de jogo que tenta fazer algum tipo de reprodução do mundo real;
- Estratégia: São jogos que geralmente representam batalhas baseadas em turnos ou tempo real;
- Esporte: Simulam esportes praticados no "mundo real";
- Corrida: Jogos que simulam competições entre veículos;
- RPG: São vivenciados com tramas, enigmas e situações com tomada de decisão;

Dentre essa classificação de gênero, o jogo digital pode assumir características de *single player* (único jogador) onde a interação e competição é com o próprio sistema ou *multiplayer* (dois ou mais jogadores) no qual o ambiente permite a imersão de mais usuários interagindo entre si dentro do mesmo ambiente virtual. Neste trabalho será abordado o tipo *single player* devido a viabilidade da aplicação em um ambiente escolar com poucos recursos de *hardware*.

Visando distinguir os jogos digitais que são comercializados e direcionados apenas para entretenimento, daqueles direcionados ao aprendizado e educação de um indivíduo, surgiu o termo *serious game* (jogos sérios), com características específicas para englobar jogos que proporcionam esse tipo de crescimento humano.

4 Serious Games

Jogos sérios podem ser definidos como aqueles que utilizam recursos artísticos dos jogos tradicionais com o intuito de passar uma mensagem, ensinar uma lição e agregar conhecimento ao jogador com finalidade educacional cuidadosamente elaborada [Michael and Chen 2005].

Não existe um histórico de surgimento, porém ao saber da características que levam um jogo a ser classificado nesse gênero e os relatos de surgimento das tecnologias ao longo da história, pode-se dizer que os jogos sérios surgiram na década de 80 com os simuladores e difundindo-se ao longo dos anos com diversas aplicações [Machado et al. 2009].

Esse tipo de jogo pode trazer uma série de vantagens quando bem elaborado. Pode funcionar como efeito motivador, divertindo e entretendo em um mundo cheio de fantasia e dinamismo ao mesmo tempo em que aprende o conteúdo [Hsiao 2007]. Outra vantagem pertinente, é a facilidade no aprendizado quando utilizado esses recursos, pois é mais interessante aprender de forma divertida onde o aluno é o protagonista do seu conhecimento, do que utilizando métodos com difíceis visualizações da aplicação do conteúdo [Savi and Ulbricht 2008].

Vale ressaltar que além do conhecimento que essa técnica visa passar, também é proporcionado ao indivíduo desenvolvimento motor, cognitivo, criatividade e pensamento crítico devido aos desafios e tomadas de decisão dentro do jogo [Valente et al. 1999].

Os *Serious Games* aplicados ao ambiente escolar deve ser utilizado apenas como um auxílio ao professor, que por sua vez será o intermediador do aprendizado, não precisando de conhecimento aprofundado em informática, apenas objetivos bem definidos para que a aula não se torne apenas descontraída, mas que agregue conhecimento ao aluno.

5 Trabalhos Relacionados

- O uso da realidade virtual como objeto de aprendizagem da matemática
Nesse trabalho [Frade et al. 2015] desenvolveram um jogo com recursos de Realidade Virtual, no qual o cenário simula um labirinto com aparência escolar. Com um personagem em terceira pessoa o aluno interage com os objetos desse ambiente com o intuito de responder questões de matemática da quarta série para dar prosseguimento no jogo. O trabalho citado diverge com o proposto por este artigo no ambiente, que por sua vez é aberto e dinâmico, não necessariamente tendo de seguir o mesmo caminho para prosseguir no jogo,

caracterizando-se como o gênero de plataforma. já no trabalho de [Frade et al. 2015], o ambiente é caracterizado por um labirinto, não permitindo ao aluno o poder de escolha de qual caminho seguir para atingir o objetivo. No trabalho citado as questões de matemática são estáticas, não podendo ser alteradas pelo professor após a implantação do sistema. No trabalho aqui proposto, o professor tem total autonomia para inserir o conteúdo de matemática.

- Subindo e escorregando: Jogo para introdução do conceito de adição de números inteiros [Bongiolo et al. 1998] trabalha com um jogo computacional de trilha onde o aluno deve percorrer o caminho através da adição de números inteiros. Através da simulação de dois dados rolando, a criança associa o valor do dado e sua cor com os valores e cores da trilha. Existe o dado vermelho que é a quantidade de casas que deve subir e o dado azul representando a quantidade de casas a recuar. O ambiente é uma representação 2D, diferente do proposto por este trabalho que por sua vez é 3D, possibilitando maior imersão do aluno nesse ambiente. [Bongiolo et al. 1998] Propõe o conteúdo matemático apenas na adição e subtração de forma estática no ambiente, porém neste trabalho o conteúdo é voltado para a turma do quinto ano do ensino fundamental, podendo ser utilizado diversos tipos de questões devido a sua dinamicidade e a área de acesso do professor.
- On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of VR-ENGAGE [Virvou and Katsionis 2008] realizou um trabalho de avaliação da usabilidade de jogos com recursos de Realidade Virtual aplicados à educação. Ao perceber o constante interesse dos alunos por jogos como atividade de lazer, realizou-se um experimento com 50 alunos para averiguar a distinção desse interesse entre os jogos em casa e na escola. Foi realizado também uma comparação entre um jogo simples e outro com recursos de Realidade virtual, ambos educativos aplicados a geografia, avaliando o interesse dos alunos para com os mesmos. Como resultado, [Virvou and Katsionis 2008] concluíram que os jogos com RV são mais atrativos e estimulantes para esses alunos do que os demais estudados. O trabalho aqui proposto também avaliou a usabilidade do jogo com recursos de realidade virtual, bem como o nível de dificuldade de interação. Porém não foi comparado o desempenho dos alunos ora com o jogo ora com os meios tradicionais.

- Jogo Educacional para o Ensino de Estatística [Bueno 2010] elaborou um jogo educativo que visa fixar o conteúdo da disciplina de estatística para alunos do primeiro período da graduação em ciências humanas. O principal objetivo do jogo é obter a maior pontuação com cinquenta tiros, dessa forma é trabalhado os conteúdos de velocidade média e o desvio padrão necessários para acertar o alvo, que por sua vez podem ser melhorados dentro do jogo de acordo com a quantidade de acertos do jogador. O trabalho de [Bueno 2010] se assemelha com o aqui proposto na especificação de um público alvo e na utilização do jogo como objeto de fixação do conteúdo visto em sala de aula. A divergência entre os trabalhos pode ser notado no ambiente, [Bueno 2010] desenvolveu um pequeno ambiente estático onde existe apenas o canhão e o alvo, neste artigo foi desenvolvido um ambiente um pouco mais robusto, onde existe um personagem que interage com diversos objetos do cenário.

6 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizando o software 3D *Studio Max* como ferramenta de modelagem, além da *engine Unity* na tarefa de estruturação do jogo. Como recursos de *hardware* para interação, o sistema faz uso de teclado e *mouse* como dispositivos de entrada e, monitor e caixa de som como dispositivos de saída.

Ao se propor o desenvolvimento de jogos com recursos de Realidade Virtual, é necessário assim como em qualquer outro *software*, a utilização de uma metodologia que organize esse processo. Visando um modelo que melhor se adéque a essa tecnologia, foi uti-

lizado nesse trabalho um processo baseado na metodologia elaborada para Sistemas de Realidade Virtual (SVR), como apresenta a Figura 1, proposto por [Mattioli et al. 2009]. Esta metodologia dividi-se em cinco etapas: I) *spike* de arquitetura, II) requisitos de interatividade, III) planejamento da interação, IV) desenvolvimento e, V) testes. Na etapa I, ocorre uma análise da viabilidade de implementação nos requisitos levantados, visando minimizar possíveis riscos. Na etapa II, o objetivo consiste em, através da análise dos requisitos de interatividade, validar tais formas de interação utilizando aplicações de testes. Já na etapa III, realiza-se o planejamento das interações do desenvolvimento, de forma que em cada interação seja possível a solução de eventuais problemas através da adaptação da mesma. Em seguida, na etapa IV, ocorre a implementação do plano de interação definido na etapa anterior e, por fim, na etapa V realiza-se os testes do sistema tanto sob ótica dos desenvolvedores quanto dos clientes.



Figura 1

Baseando-se nesta metodologia apresentada, e considerando as circunstâncias deste trabalho, propõem-se uma metodologia incremental, englobando as etapas de planejamento da interação, desenvolvimento e testes, conforme apresenta a Figura 2.

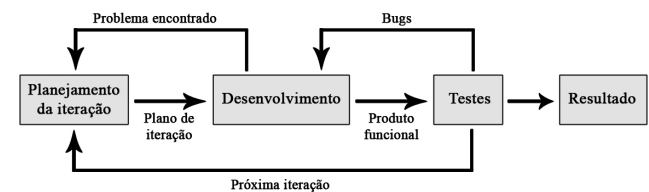


Figura 2

O desenvolvimento desse projeto foi dividido em cinco iterações, cujas quais serão descritas a seguir.

Iteração I - Desenvolvimento do ambiente e seus componentes estáticos

A partir de um *storyboard*, com uma prévia do que deverá ser desenvolvido, definiu-se o ambiente e seus componentes estáticos como conteúdo da primeira interação. O ambiente consiste no terreno cujo personagem controlado pelo usuário irá deslocar-se, além dos componentes estáticos, que são todos os componentes que permanecem sem interação com o usuário durante o deslocamento do mesmo. Visando obter um ambiente com opções de percursos não-lineares, optou-se por estabelecer um terreno aberto e com tema baseado no campo, visando uma melhor assimilação devido a possibilidade do público alvo já ter tido contato real com ambientes semelhantes. Verificou-se então a viabilidade de implementação do terreno e de seus componentes, definindo-se a utilização de objetos tais como árvores, cercas, rochas, entre outros obstáculos. Em seguida, utilizando as ferramentas apresentadas, modelou-se o terreno e seus componentes conforme apresenta a Figura 3 e Figura 4.

Iteração II - Desenvolvimento do personagem controlado pelo usuário

Nesta interação, definiu-se como objetivo a criação do personagem no qual será utilizado pelo usuário para interagir com o ambiente. Ao se avaliar as possibilidades, foi estabelecido um personagem baseado em animais, para melhor abstração junto ao cenário. Foi desenvolvido então um avatar inspirando em uma tartaruga, por causa de sua simplicidade e aparência amigável. Este personagem, como apresentado na Figura 5, possui feições baseadas neste animal, porém com estrutura física bípede, o que possibilita melhores animações de seus movimentos e reações ao interagir com o ambiente. Na elaboração das animações, criou-se padrões para os seguintes estados: correr e pular, para deslocamento sobre o ambiente



Figura 3



Figura 4

e seus obstáculos e, estado de espera e de decepção, nos casos do usuário não interagir com o personagem e atingir alguma situação na qual ele perca o jogo respectivamente.

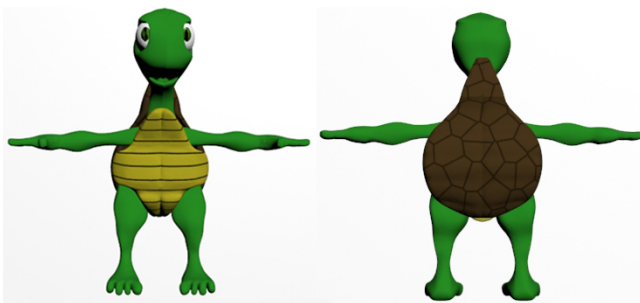


Figura 5

Iteração III - Desenvolvimento dos objetos de interação do ambiente

Nesta iteração, realizou-se o desenvolvimento dos objetos dinâmicos presentes no ambiente. Estes objetos são representados por elementos de trajetória determinística, como as plataformas que permitem acesso ao personagem à novas áreas e, obstáculos esféricos que percorrem o ambiente. Têm-se também, objetos considerados inimigos, nos quais sua trajetória possui influência direta com o posicionamento do personagem do usuário. Estes objetos inimigos, com aspectos inspirados em uma lesma conforme apresentado pela Figura 6, permanecem inicialmente em posições fixas, tendo suas animações desencadeadas baseado na proximidade do personagem do usuário. No desenvolvimento dessas animações, criou-se os seguintes estados: esperar e andar, relacionados ao caso

do personagem aguardar aproximação do personagem e, correr, atacar e desmaiar, que ocorrem quando há interação com o personagem do usuário.

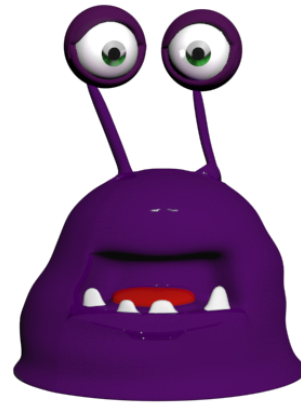


Figura 6

Iteração IV - Elaboração dos scripts de controle

Nesta etapa, houve a codificação dos scripts pertinentes ao controle de tudo que ocorre no sistema. Estes scripts foram desenvolvidos na linguagem C#, e interpretados pela *engine* Unity. Dentre suas aplicações, destaca-se o controle de cada uma das animações de tanto do personagem quanto do inimigo, gerenciando quando e como estas irão ocorrer; o controle geral do sistema, gerenciando o menu inicial, o arquivo com a base de questões, e o áudio do jogo; o controle das condições de vitória e derrota, gerenciando os pontos de vida e o tempo regressivo, e consequentemente as trocas de cenas quando alguma dessas condições são atingidas.

Iteração V - Incorporação do conteúdo de ensino de matemática ao ambiente do jogo

Por fim, nesta etapa realizou-se primeiramente a seleção de questões compatíveis com a grade curricular de matemática para o quinto ano do ensino fundamental. Estas questões foram baseadas no conteúdo programático do quinto ano definido pelo Instituto Natural de Desenvolvimento Infantil (INDI) encontrado em <http://www.indi.com.br/page/conteudo-programatico-5-ano>. Em seguida, houve a avaliação destas questões com o auxílio de uma pedagoga, verificando a condizência das mesmas em relação ao padrão do INDI. Com a base de questões definidas, desenvolveu-se também uma funcionalidade que permite ao usuário inserir novas questões conforme sua necessidade. Estas questões adicionadas, juntamente com as demais questões já utilizadas, são armazenadas em arquivo de texto controlados pelo sistema.

7 Funcionamento do Jogo

O sistema, como apresentado pela Figura 7, inicialmente apresenta uma tela de menu com três opções para o aluno: jogar, instruções e sair, além do *login*, destinado ao professor.

Na opção de instruções, como apresentado pela Figura 8, o usuário tem acesso a uma tela que apresenta uma breve descrição, além de explicar as regras, comandos e objetivos do jogo. Ao pressionar o botão "menu", o usuário retorna ao menu inicial.

Já a opção *login*, destinada aos professores, exige uma senha para que este possa prosseguir na ação. Esta senha é padrão do sistema, sendo repassada somente aos professores e, quando validadas, permitem ao mesmo o acesso à uma tela com função de adicionar novas questões de seu gosto à base de questões já existente. Esta tela possui seis campos de textos rotulados, como pode-se observar na Figura 9, sendo o primeiro campo corresponde ao enunciado da questão, seguido de quatro campos correspondentes às quatro alternativas, e o sexto campo onde se repete a alternativa correta. Ao pressionar no botão de confirmação, a questão é adicionada à base, retornando à tela com os campos vazios, permitindo assim sucessivas adições. Quando satisfeito, o usuário poderá pressionar o botão "voltar" para assim retornar ao menu inicial, sendo que as questões adicionadas poderão ser utilizadas imediatamente,

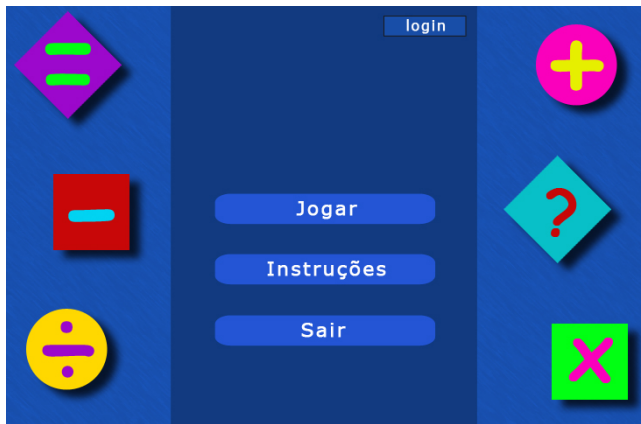


Figura 7

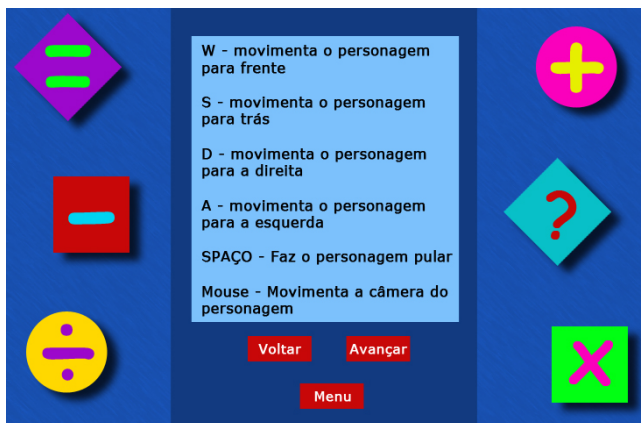


Figura 8

não necessitando a reinicialização do sistema. Deve-se ressaltar a importância do usuário adicionar questões do mesmo nível pedagógico já utilizado no sistema, evitando assim discrepâncias de conteúdo.

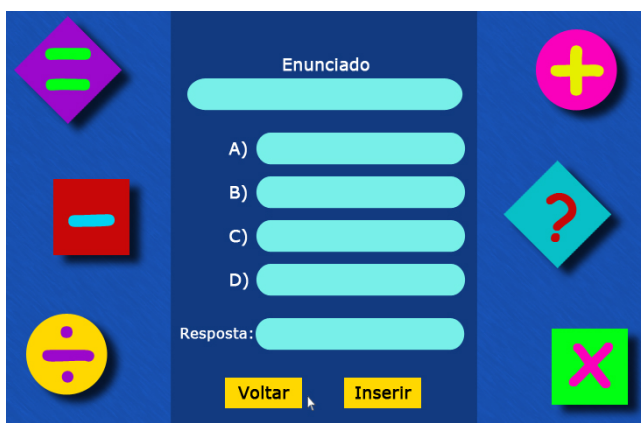


Figura 9

Na opção jogar, o usuário é redirecionado ao ambiente do jogo, caracterizado pelo campo. Seu objetivo consiste em coletar o máximo de moedas no menor tempo possível. O ambiente possui diversos obstáculos, além de áreas que, para serem acessadas, demandam ao usuário a destreza de esperar e pular entre plataformas no momento adequado. Para concluir a coleta das moedas, é necessário que o usuário responda corretamente a uma questão de matemática selecionada aleatoriamente na base de questões. Caso o usuário responda corretamente, a moeda é computada na contagem total, presente no canto superior direito da tela. Caso contrário, o personagem é penalizado, sendo redirecionado à posição inicial no ambiente. A figura 10 apresenta esta interação.

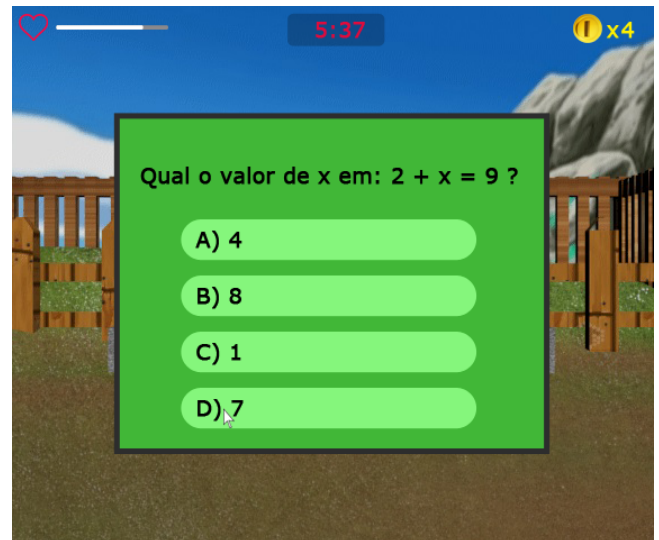


Figura 10

O ambiente possui diversas moedas dispostas ao longo do terreno e sobre objetos estáticos, sendo de responsabilidade do usuário percorrer e identificar a localização das mesmas. Os inimigos, caracterizados pelas lesmas, estão posicionados em lugares específicos do ambiente, espalhados próximos às moedas ou aos principais percursos do ambiente. Estes inimigos inicialmente realizam ações de patrulha, que consiste nas animações de andar por uma área delimitada e esperar alguns segundos em cada extremidade alcançada. Ao se aproximarem do personagem, inicia-se o estado correr, ocasionando a perseguição ao personagem dentro de sua área de alcance. Caso o personagem se afaste o suficiente, o inimigo retorna à rotina de patrulha, finalizando assim a perseguição. Outra alternativa para desvencilhar-se dos inimigos, consiste em o personagem executar a ação de pulo, visando atingir o inimigo por cima. Isso acarretará no desmaio do inimigo, causando a interrupção da perseguição por cinco segundos. Caso o inimigo alcance o personagem, este perderá vida gradativamente a cada contato e, caso sua vida se esgote, o usuário perde o jogo, sendo imediatamente redirecionado para uma tela de fim do jogo. Caso o usuário não realize a coleta de todas as moedas antes do término do tempo, ocorrerá também o redirecionamento à tela de fim do jogo. Já no caso do usuário completar a coleta de todas as moedas sem esgotar o tempo nem os pontos de vida, o jogo é redirecionado para uma tela de jogo completado, que parabeniza o usuário além de exibir a pontuação final. Esta pontuação é composta por duas partes: I) o número total de moedas multiplicado por 50, somado à II) o total de tempo restante, em segundos, multiplicado por 5. Ambas as telas de fim do jogo e jogo completado, possibilitam posteriormente a opção de retornar ao menu principal.

8 Implantação

8.1 Resultados

A implantação do sistema ocorreu em uma escola pública com alunos do quinto ano. Primeiramente houve a instalação do sistema no laboratório de informática da escola e, posteriormente aplicou-se o teste do mesmo. Esse teste contou com a participação de 35 alunos pertencentes à mesma sala, garantindo assim que todos tenham recebido igualmente a mesma quantidade e qualidade de ensino de matemática do quinto ano. Devido às condições do laboratório da escola, que não possuía computadores suficientes para todos os alunos, necessitou-se aplicar o jogo em dupla. Ao iniciar-se o teste, primeiramente houve uma etapa de instruções básicas, explicando aos alunos que a atividade se tratava de um jogo, com conteúdo matemático, e que os mesmos deveriam se revezarem sempre que o jogo terminasse além de que deveriam fazer uso do sistema sem a interferência externa, garantindo assim uma maior veracidade do *feedback* obtido ao término da aplicação do jogo. Esse *feedback* se deu via questionário, contendo seis questões de múltiplas esco-

lhas relacionadas à satisfação e opinião dos alunos em relação ao jogo. As opções de escolha são categóricas, cabendo ao aluno escolher entre "não", "mais para não", "mais para sim" e "sim". Este questionário se encontra em uma linguagem formal, necessitando assim a leitura e explanação prévia de cada uma das questões para os alunos. A Figura 11 apresenta os resultados desse questionário.

	Sim	Mais para sim	Mais para não	Não
Facilidade na interação com objetos no cenário	25	7	3	0
Manuseio do personagem	23	9	2	1
Facilidade ao entender os objetivos no jogo	20	11	3	1
Satisfação com o novo método de ensino	34	1	0	0
Compreensão das perguntas no jogo	15	9	8	3
Cenário e objetos atrativos	30	5	0	0

Figura 11

No quesito "Facilidade na interação com objetos no cenário", percebe-se que grande maioria concluíram os testes sem maiores problemas, além do quesito "Cenário e objetos atrativos" que em sua totalidade obteve respostas parcial ou inteiramente positivas. Acredita-se que estes resultados sejam consequência da utilização de uma temática amigável e jogabilidade simplificada, minimizando a utilização de atalhos no teclado. Já nos quesitos "Facilidade de manuseio do personagem" e "Facilidade ao entender os objetivos no jogo", apesar de majoritariamente obterem resultados positivos, pode-se observar uma maior variação dos resultados, chegando a ocorrer casos negativos. Acredita-se que estes valores se dão ao fato de este ter sido um dos primeiros contatos de alguns alunos com computadores e, conseqüentemente jogos digitais. O quesito "Compreensão das perguntas no jogo" foi o que obteve maiores índices negativos, apesar de também ser majoritariamente positivo. Acredita-se que estes resultados possam ser explicados pelo fato de que os alunos deveriam responder as questões em certo limite de tempo, devido a estes estarem sendo perseguidos pelos inimigos. Isso, junto ao fato de que os alunos não dispunham de papel e lápis para cálculos, pode ser uma das razões que explicam essa dificuldade. Como solução, propõem-se uma seleção mais apurada da base de questões, priorizando os enunciados de raciocínio rápido. Em contrapartida, o quesito "Satisfação com o novo método de ensino" obteve somente resultados positivos, evidenciando a importância de se buscar novas ferramentas de auxílio à educação, devido a alta receptividade dos alunos a estes meios não-tradicionais.

Considerou-se também o *feedback* do professor, mensurado através de um questionário com oito quesitos categóricos de múltiplas escolhas, sendo as opções: "não", "mais para não", "mais para sim" e "sim", como apresenta a Figura 12.

Pode-se observar que de forma geral, o jogo obteve resultados favoráveis quanto à avaliação do professor, sendo alguns resultados "Mais para sim" podendo ser explicados pelas adversidades encontradas, tais como laboratório de informática sem infraestrutura ideal para aplicação do jogo, além de dificuldades já citadas encontradas pelos alunos.

8.2 Problemas e Desafios

Ao desenvolver esse trabalho foi encontrado uma série de problemas ao tentar implantar esse tipo de tecnologia como método de ensino em um ambiente escolar público.

Inicialmente os problemas encontrados são relacionados a *hardware*, sendo que cada escola possui uma quantidade diferente de recursos, em sua maioria faltantes. A escola escolhida para esse trabalho possui alguns recursos básicos, porém os alunos nos dias normais não possuem acesso ao laboratório, portanto a implantação de métodos mais atrativos com uso de tecnologias se torna distante.

Outro fator que é decorrente do primeiro, é a falta de acesso de algumas crianças para com esse tipo de tecnologia, que por sua vez, acarretou em um pouco de dificuldade dos alunos ao manusear o jogo em relação as demais crianças que estão em constante contato com o mundo tecnológico. Portanto foi necessário um intervalo de

	Sim	Mais para Sim	Mais para não	Não
Os objetivos de aprendizagem foram alcançados com o jogo?		X		
O conteúdo abordado foi relevante?	X			
O grau de dificuldade do jogo foi adequado para os alunos?		X		
A duração do jogo foi adequada?		X		
O cenário, temática e personagens são adequados para os alunos?	X			
O método de ensino é adequado?	X			
Os alunos se sentiram motivados com o novo método de ensino?	X			
Pretende utilizar esse recurso como ferramenta de ensino futuramente?		X		

Figura 12: Professor

tempo a mais para esses alunos familiarizarem-se com o computador e seus recursos.

9 Trabalhos Futuros

Visando aproveitar o entusiasmo dos alunos com as tecnologias e principalmente com os jogos, tem-se como um futuro trabalho a implementação de fases no jogo para a inserção de novos conteúdos. Professores de diferentes disciplinas poderiam aproveitar deste recurso, necessitando assim de um cenário maior, com diferentes interações e temáticas.

Poderá ser abordado também, um novo método de avaliação através dos alunos, obtendo dados comparativos do ensino com e sem o jogo, permitindo analisar a margem de acertos dos alunos e o interesse dos mesmos para com a disciplina. Esse método proposto é semelhante ao de [Virvou and Katsionis 2008] em seu trabalho, porém adaptando para esse jogo em específico e aplicado a matemática.

10 Conclusão

Através dos resultados obtidos, fica evidente o quanto a proposta de utilização de jogos na educação foi bem aceita. Acredita-se que esta abordagem, devidamente explorada, poderá alcançar resultados satisfatórios em geral, abrindo a possibilidade futura de incorporação à metodologia tradicional de ensino. Porém, para isto, há um longo caminho a se percorrer. Constatou-se a extrema importância em se refinar algumas situações, das quais destacamos a escolha de conteúdo adequado, tanto ao ano de ensino aplicado quanto ao jogo utilizado, evitando assim complicações aos alunos. Outro fato importante, consiste na escolha de cenários atraentes e de fácil assimilação, principalmente se aplicados a alunos de menor faixa etária. Apesar das vantagens de se utilizar recursos cada vez mais realísticos, é de suma importância que estes não tirem o foco do aluno, delegando assim, como principal foco do jogo, a ótica pedagógica. Vale atentar também que, em caso de outros públicos-alvos e/ou disciplinas diferentes, cabe aos desenvolvedores refinar estes pontos observados. Todavia, conclui-se que jogos sérios possuem um alto potencial como ferramenta de auxílio no ensino da matemática básica, e possivelmente nas demais áreas, desde que estes possuam um desenvolvimento adequado, respeitando as adversidades e limitações de nosso contexto educacional.

Referências

- BNDES, B. N. D. D. E. E. S., 2015. Mapeamento da indústria brasileira e global de jogos digitais, junho.
- BONGIOLO, C. E. F., BRAGA, E. R., AND SILVEIRA, M. S. 1998. Subindo e escorregando: jogo para introdução do conceito de adição de números inteiros. In *Congresso da Rede Ibero-Americana de Informática na Educação*, vol. 4.
- BRAGA, M. 2001. Realidade virtual e educação. *Revista de biologia e ciências da terra* 1, 1, 1–13.
- BUENO, F. 2010. Jogo educacional para ensino de estatística. *Proceedings do SBGames 2010*.
- FRADE, B. V., GONDOM, P. H. C. C., AND SOUSA, P. M. 2015. O uso da realidade virtual como objeto de aprendizagem da matemática. *Symposium on Virtual and Augmented Reality* 17.
- GNECCO, B. B., GUIMARÃES, P., AND DAMAZIO, R. 2014. Ambientes de hardware e software para aplicações de realidade virtual e aumentada. *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações*, 73.
- HSIAO, H.-C. 2007. A brief review of digital games and learning. In *Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 2007. DIGITEL'07. The First IEEE International Workshop on*, IEEE, 124–129.
- HUIZINGA, J. 2014. *Homo Ludens* IIs 86. Routledge.
- INEP, I. N. D. E. E. P. E. A. T., 2011. Resultado prova brasil 2011, junho.
- KAMII, C., AND DEVRIES, R. 1991. Jogos em grupo. *São Paulo: Trajetória Cultural*.
- KIRNER, C., AND KIRNER, T. G. 2011. Evoluções e tendências da realidade virtual e da realidade aumentada. *Symposium on Virtual and Augmented Reality* 13, 10–25.
- KIRNER, C., AND SISCOOTTO, R. A. 2007. Fundamentos de realidade virtual e aumentada. *IX Symposium on Virtual and Augmented Reality*.
- MACHADO, L. S., MORAES, R. M., AND NUNES, F. L. 2009. Serious games para saúde e treinamento imersivo. *Abordagens Práticas de Realidade Virtual e Aumentada* 1, 31–60.
- MARCELO, A., AND PESCUITE, J. 2009. Fundamentos de design para jogos: um guia para o projeto de jogos modernos reais e virtuais. *Rio de janeiro: Brasport*.
- MATTIOLI, F. E. R., LAMOUNIER JR., E. A., AND CARDOSO, A. 2009. Uma proposta para o desenvolvimento agil de ambientes virtuais. *Anais Workshop de Realidade Virtual e Aumentada*.
- MICHAEL, D. R., AND CHEN, S. L. 2005. *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- PIMENTEL, K., AND TEIXEIRA, K. 1993. Virtual reality through the new looking glass.
- SAVI, R., AND ULBRICHT, V. R. 2008. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *RENOTE* 6, 1.
- TORI, R., NAKAMURA, R., BERNARDES JR, J. L., BIANCHINI, R. C., JACOBBER, E. C., CALIFE, D., AND TOMOYOSE, A. N. 2007. Jogos e entretenimento com realidade virtual e aumentada. *Realidade Virtual: Conceito, Projeto e Aplicações. Cap 10*, 192–222.
- VALENTE, J. A., ET AL., 1999. O computador na sociedade do conhecimento.
- VIRVOU, M., AND KATSIONIS, G. 2008. On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of vr-engage. *Computers & Education* 50, 1, 154–178.