



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**FRANCISCO DAS CHAGAS OLIVEIRA**

**FÍSICA MEDIEVAL: UMA PROPOSTA DE JOGO DIGITAL PARA ENSINAR  
QUEDA LIVRE**

**TERESINA**

**2019**

**FRANCISCO DAS CHAGAS OLIVEIRA**

**FÍSICA MEDIEVAL: UMA PROPOSTA DE JOGO DIGITAL PARA ENSINAR  
QUEDA LIVRE**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Ildemir Ferreira dos Santos

**TERESINA**

**2019**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco  
Serviço de Processos Técnicos

O48f Oliveira, Francisco das Chagas.  
Física medieval : uma proposta de jogo digital para ensinar queda livre / Francisco das Chagas Oliveira. -- 2019.  
114 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Teresina, 2019.  
“Orientador: Prof. Dr. Ildemir Ferreira dos Santos.”

1. Cinemática. 2. Movimento unidimensional. 3. Jogos digitais. 4. Física medieval. 5. Física - Estudo e ensino. I. Santos, Ildemir Ferreira dos. II. Título.

CDD 531.112



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI  
e-mail: mnpef@ufpi.edu.br

**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
DE FRANCISCO DAS CHAGAS OLIVEIRA**

Às quatorze e trinta horas do dia oito de novembro de dois mil e dezenove, reuniu-se no auditório do Departamento de Física do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, no Campus Ministro Petrônio Portella, a Comissão Julgadora da dissertação intitulada "**UMA PROPOSTA DE JOGO DIGITAL PARA ENSINAR QUEDA LIVRE**" do aluno Francisco das Chagas Oliveira, composta pelos professores Ildemir Ferreira dos Santos (orientador, UFPI), Marcos Antônio Tavares Lira (UFPI), Maurisan Alves Lino (UFPI) e José Ricardo Rodrigues Duarte (UFPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof. Ildemir Ferreira dos Santos, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado **APROVADO**, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, a Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 08 de novembro de 2019.

Profa. Ildemir Ferreira dos Santos	<i>Ildemir Ferreira dos Santos</i>
Prof. Marcos Antônio Tavares Lira	<i>Marcos Antonio Tavares Lira</i>
Prof. Maurisan Alves Lino	<i>Maurisan Alves Lino</i>
Prof. José Ricardo Rodrigues Duarte	<i>José Ricardo Rodrigues Duarte</i>

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui!

A minha mãe, Maria de Fátima Oliveira por toda a dedicação e paciência contribuindo diretamente para que eu pudesse ter um caminho mais fácil durante esses anos.

Agradeço aos meus irmãos Karina, Andréa e Ronaldo por terem me acompanhado na minha caminhada.

Agradeço aos meus tios Juvêncio, Manoel e Albertina por terem contribuído na minha formação como pessoa.

Agradeço a minha namorada Laide Danielle, pelos conselhos e apoio incondicional durante a jornada de formação acadêmica.

Aos meus amigos, Gerson James, Moises Carvalho, Júlio Gutemberg e Samore Ellen pelas colaborações e conselhos no desenvolvimento do produto educacional.

Aos meus colegas de trabalho do IFMA – Campus Caxias pelo apoio e contribuições na produção de um trabalho melhor.

Agradeço também a minha instituição por ter me dado à chance e todas as ferramentas que permitiram chegar hoje ao final desse ciclo de maneira satisfatória.

Agradeço aos professores do mestrado que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir com o meu aprendizado, em especial o meu orientador Prof. Dr. Ildemir Ferreira dos Santos.

## RESUMO

Este trabalho tem como objeto de estudo os novos paradigmas da educação ligados ao uso de jogos aplicados ao ensino de Física no ensino médio (BRASIL, 2002). Iniciamos nossa pesquisa movidos pelo questionamento: qual a relevância da aplicação de um jogo digital como estratégia, no ensino de Física? A hipótese levantada, é de que o uso da sistemática aplicada em jogos poderia potencializar o aprendizado. Com o objetivo de usar a atenção e persistência que um jogo pode exigir, aliada a satisfação e aprendizado que ele pode proporcionar, criamos o jogo Física Medieval. O jogo, criado no Game Maker, é uma ferramenta projetada para auxiliar no ensino da cinemática. Neste jogo, o jogador precisa acertar seus inimigos com projéteis para pontuar e vencer. Saber aplicar as equações que regem o movimento em uma dimensão, é fundamental para o êxito. Para tornar o estudo exequível, o jogo foi usado com alunos do ensino médio, que foram reunidos em grupos. Os alunos eram livres para interagir, debater e agregar conhecimentos acerca da atividade desenvolvida, uma vez que a sequência didática foi estruturada pedagogicamente na perspectiva da teoria da aprendizagem de Vygotsky (SOUZA e ROSSO, 2011). As turmas que participaram das atividades responderam a questionários e relataram a experiência de estudar Física usando um recurso diferente. Os resultados obtidos, revelam evolução do processo de ensino, mostrando que a aplicação de jogos digitais no ensino de Física pode ser eficaz. Podemos entender com os resultados, que a intervenção do professor ainda é determinante para que o aluno tenha melhor desempenho.

**Palavras-chaves:** Cinemática. Movimento Unidimensional. Jogos digitais. Física Medieval.

## ABSTRACT

This work has as object of study the new paradigms of education related to the use of games applied to the teaching of Physics in high school (BRASIL, 2002). We started our research driven by the question: what is the relevance of the application of a digital game as a strategy in the teaching of physics? The hypothesis lifted is the use of the systematic applied in games could enhance learning. In order to use the attention and persistence that a game may require, coupled with the satisfaction and learning which can provide, we created the game Medieval Physics. The game, created in Game Maker, is a tool designed to assist in teaching kinematics. In this game, the player needs to hit his enemies with projectiles to score and win. Knowing how to apply the equations that govern motion in one dimension is critical to success. In order to become the study feasible, the game was used with high school students who were gathered in groups. Students were free to interact, debate and aggregate knowledge about the activity developed since the didactic sequence was pedagogically structured from the perspective of Vygotsky's theory of learning (SOUZA and ROSSO, 2011). The classes that participated in the activities answered questionnaires and reported the experience of studying physics using different resources. The results show the evolution of the teaching process, showing that the application of digital games in physics teaching can be effective. We can understand from the results that the teacher's intervention is still decisive for the student to perform better.

Key-Words: Kinematics. One-dimensional motion. Digital games. Medieval Physics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema que descreve o paradoxo de Galileu .....	27
Figura 2 - Esquema para a solução do paradoxo aparente de Galileu. ....	28
Figura 3 - Variação da posição de uma partícula em vários instantes .....	30
Figura 4 - A medida que o intervalo de tempo diminui, a velocidade torna-se a inclinação da reta tangente ao ponto .....	31
Figura 5 - Resumo dos gráficos das equações da Cinemática .....	33
Figura 6 - Representação vetorial do movimento vertical .....	35
Figura 7 - a) Posição como função do tempo no movimento vertical e b) velocidade como função do tempo no movimento vertical .....	36
Figura 8 - Pano de fundo do céu .....	39
Figura 9 - Castelo.....	40
Figura 10 - Tela de menu .....	40
Figura 11 - Botão Iniciar .....	41
Figura 12 - Botão Ranking.....	41
Figura 13 - Botão Sair .....	42
Figura 14 - Botão Salvar .....	42
Figura 15 - Botão Voltar .....	43
Figura 16 - Tela inicial do Jogo .....	43
Figura 17 - Tela do Castelo e seus personagens.....	44
Figura 18 - Personagem Principal.....	45
Figura 19 - Inimigo .....	46
Figura 20 - Bomba.....	46
Figura 21 - Flecha .....	47
Figura 22 - Besta.....	47
Figura 23 - Você Ganhou .....	48
Figura 24 - Você Perdeu .....	48
Figura 25 - Barra de Velocidade Inicial .....	49
Figura 26 - Script para o Botão Iniciar.....	50
Figura 27 - Script para criar o Movimento do Texto Física Medieval.....	50
Figura 28 - Script para movimento do nome Física Medieval .....	51
Figura 29 - Script da tecla F8.....	51
Figura 30 - Script para o Botão Ranking .....	52
Figura 31 - Script para o Botão Sair .....	52
Figura 32 - Script para o Botão Voltar .....	53
Figura 33 - Script para o Botão Salvar .....	53
Figura 34 - Script para o Movimento do Inimigo na Primeira Fase.....	54
Figura 35 - Script do Cenário Primeira Fase .....	55
Figura 36 - Script do Personagem Principal.....	56
Figura 37 - Script do Personagem Principal na Primeira Fase.....	56
Figura 38 - Script do Personagem Principal na Primeira Fase.....	57
Figura 39 - Script de Interação da Bomba com o Cenário .....	58
Figura 40 - Script para a Bomba .....	58
Figura 41 - Script para interação da Bomba com o Personagem Principal .....	59
Figura 42 - Script Interação entre bomba e cenário .....	60

Figura 43 - Script para o Inimigo .....	60
Figura 44 - Script de interação do Inimigo.....	61
Figura 45 - Script para os parâmetros iniciais do Cenário da Segunda Fase ..	62
Figura 46 - Script para as definições de Cenário na Segunda Fase .....	62
Figura 47 - Script do Personagem Principal na Segunda Fase.....	63
Figura 48 - Script para o Personagem Principal na Segunda Fase – Parte 1 ..	63
Figura 49 - Script para o Personagem Principal na Segunda Fase – Parte 2 ..	64
Figura 50 - Script para o Personagem Principal na Segunda Fase – Parte 3 ..	65
Figura 51 - Script para configuração da tecla F9.....	65
Figura 52 - Script do Inimigo na Segunda Fase .....	66
Figura 53 – Script da interação do Inimigo com o Cenário.....	66
Figura 54 - Script para destruição do inimigo .....	67
Figura 55 – Script da parada do Inimigo para Atirar Flecha .....	67
Figura 56 - Script para velocidade do Inimigo na Segunda Fase .....	68
Figura 57 - Script da Bomba na Segunda Fase .....	68
Figura 58 - Script da Bomba com seu Comportamento com Cenário .....	69
Figura 59 - Script para Atirar a Bomba.....	69
Figura 60 - Script para Interação da Bomba e Flecha.....	70
Figura 61 - Script da interação da Bomba com o Céu.....	70
Figura 62 - Script de Interação entre a Bomba e o Inimigo .....	71
Figura 63 - Script de Interação entre Bomba e Solo .....	71
Figura 64 - Script da barra de Intensidade da Velocidade da Bomba .....	72
Figura 65 - Script do funcionamento da Barra de Velocidade .....	72
Figura 66 - Script do comando de Intensidade da Barra de Velocidade .....	73
Figura 67 - Script do Funcionamento da Besta .....	73
Figura 68 - Script de Interação da Besta com a Flecha .....	74
Figura 69 - Script para Velocidade da Flecha .....	74
Figura 70 - Script Velocidade da Flecha .....	75
Figura 71 – Script de interação entre Flecha e Personagem .....	75
Figura 72 - Script quando acabam as Bombas .....	76
Figura 73 – Jogo Após a instalação .....	104
Figura 74 – Tela de Início do Jogo.....	105
Figura 75 – Cenário.....	106
Figura 76 – Teclado e seus recursos .....	107

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Osciloscópio com o primeiro jogo digital .....	20
Imagem 2 – Ralph Baer inventor do videogame doméstico .....	21
Imagem 3 - Imagem de um Arcade usando o Pong .....	22
Imagem 4 - Death Race .....	22
Imagem 5 – Atari 2600 .....	23
Imagem 6 - Computer Othello .....	23
Imagem 7 – Toru Iwatani criador do jogo Pac-Man.....	24
Imagem 8 - Alunos da Turma C - Desenvolvendo o Pré-teste .....	77
Imagem 9 - Alunos da Turma D - Desenvolvendo o Pré-teste .....	78
Imagem 10 - Alunos da Turma B - Desenvolvendo o Pré-teste .....	78
Imagem 11 - Alunos da Turma A - Desenvolvendo o Pré-teste .....	79
Imagem 12 - Alunos da Turma A no laboratório de Informática .....	80
Imagem 13 - Alunos usando o jogo.....	80
Imagem 14 - Alunos interagindo.....	81
Imagem 15 - Aluno resolvendo a atividade .....	81
Imagem 16 - Ranking .....	82

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Total Geral de Acertos e Erros .....	83
Gráfico 2 - Histograma dos acertos de todas as turmas .....	84
Gráfico 3 - Histograma de acertos da turma A .....	85
Gráfico 4 - Histograma de acertos da turma B .....	85
Gráfico 5 - Histograma de acertos da turma C .....	86
Gráfico 6 - Histograma de acertos da turma D .....	86
Gráfico 7 - Tabulação das respostas do teste .....	88
Gráfico 8 - Histograma dos acertos após aplicação do produto educacional ...	89
Gráfico 9 - Histograma de acertos da turma A .....	89
Gráfico 10 - Histograma de acertos da turma B .....	90
Gráfico 11 - Histograma de acertos da turma C .....	90
Gráfico 12 - Histograma de acertos da turma D .....	91

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1	Um breve estudo sobre Lev Vygotsky	16
2.2	Mediação e Zona de Desenvolvimento Proximal	16
2.3	A Teoria da Aprendizagem de Vygotsky para o Ensino de Ciências (o uso de jogos a partir de Vygotsky)	18
<b>3</b>	<b>A EVOLUÇÃO DOS JOGOS DIGITAIS</b>	<b>20</b>
3.1	As primeiras gerações de jogos e o momento atual dos jogos digitais	20
3.2	Jogos digitais na educação	24
<b>4</b>	<b>MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL</b>	<b>26</b>
4.1	Contexto histórico do movimento de queda livre	26
4.2	Movimento em uma dimensão	29
4.3	Definição das grandezas envolvidas	29
4.3.1	<i>As equações da Cinemática</i>	32
<b>5</b>	<b>A CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO JOGO FÍSICA MEDIEVAL</b>	<b>37</b>
5.1	Primeiros passos	37
5.2	Usando uma “engine”	38
5.3	Construção do jogo Física Medieval	39
5.3.1	<i>Cenários e Botões</i>	39
5.3.2	<i>Os personagens do jogo e mensagens para o usuário</i>	44
5.3.3	<i>Programando as ações dos Botões</i>	49
5.3.4	<i>Programando as ações dos Personagens e interações com os Cenários para Primeira Fase</i>	54
5.3.5	<i>Programando as ações dos Personagens e interações com os Cenários para Segunda Fase</i>	61
5.4	Aplicação do Jogo	76
<b>6</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b>	<b>83</b>
6.1	Resultados e discussões do Pré-teste	83
6.2	Resultados e discussões da atividade avaliativa após aplicação do produto educacional	87
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE A – Questionário usado no Pré-teste</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE B – Questionário usado no Pós-teste</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL</b>	<b>102</b>
<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>103</b>
<b>2</b>	<b>ORIENTAÇÕES INICIAIS</b>	<b>104</b>

2.1	Ponto de partida para uso do material.....	104
2.2	Instalado e fazendo uso do jogo.....	104
2.3	Comandos de teclado.....	106
<b>3</b>	<b>SUGESTÕES DE PERGUNTAS PARA O PRÉ-TESTE .....</b>	<b>108</b>
<b>4</b>	<b>SUGESTÃO DE AULA.....</b>	<b>109</b>
<b>5</b>	<b>SUGESTÃO DE PROBLEMAS A SEREM APLICADOS DURANTE O USO DO JOGO NA PRIMEIRA FASE.....</b>	<b>113</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÃO DE PROBLEMAS A SEREM APLICADOS DURANTE O USO DO JOGO NA SEGUNDA FASE .....</b>	<b>114</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Física, como ciência que estuda os fenômenos naturais, deveria ser melhor compreendida pelos alunos durante a formação básica do Ensino Médio, tendo em vista que o homem ao longo da história buscou interagir com a natureza para garantir sua própria sobrevivência. Essa interação, de fato, possibilitou a construção histórica do conhecimento científico. Mesmo com os avanços da tecnologia atual, o ensino de Física se espelha ainda nos métodos mais tradicionais com uso de lousa e resolução de exercícios que estão distantes da realidade dos alunos.

Dentro deste contexto de aulas muito teóricas sem atrativos para os discentes, propusemos a construção de um jogo digital com o intuito de motivar os alunos a desenvolver soluções para problemas de queda-livre e lançamento vertical para baixo.

Assim, surgiu o seguinte problema que norteia o presente trabalho: Um jogo digital, pode tornar-se um recurso no aprendizado de Cinemática para alunos do 1º ano do ensino médio?

A partir da problematização mencionada, delineamos como objetivo geral deste estudo, investigar se o uso de um jogo digital como recurso didático, possibilita o aprendizado no campo da Cinemática para alunos do 1º ano do Ensino Médio. Para tanto, levantamos os objetivos específicos: 1) Verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Cinemática; 2) Construir um jogo para o ensino de Cinemática: queda-livre, lançamento vertical para baixo; 3) Aplicar o jogo como recurso didático no processo ensino e aprendizagem da Cinemática; 4) Averiguar se o jogo possibilita ganho no processo ensino/aprendizagem da Cinemática.

Esta proposta, buscou construir uma alternativa prática de ensino de Física aplicada ao ensino médio, a partir do conteúdo de Cinemática. A Cinemática é a ciência natural que estuda o movimento dos corpos na horizontal e/ou na vertical. É uma das primeiras partes da Física que o aluno se depara ao começar a estudar essa disciplina.

Este trabalho foi desenvolvido no Estado do Maranhão, na cidade de Caxias, no Instituto Federal do Maranhão, escola técnica de grande relevância na cidade. Hoje o campus dispõe de 14(quatorze) salas de aula, 3(três) laboratórios de informática, 8(oito) laboratórios usados entre cursos superiores e técnicos.

Para a construção do jogo, lançamos mão da teoria construída por Lev Semenovitch Vygotsky (BESSA, 2008), este defende uma teoria sócio-interacionista, teoria que predispõe que o indivíduo aprende para depois se desenvolver.

Durante o desenvolvimento optamos pela abordagem Quali-quantitativa da pesquisa, onde o aluno foi testado previamente sobre seus conhecimentos iniciais sobre o fenômeno de queda-livre e posteriormente, após expor o conteúdo de queda-livre e lançamento vertical.

Para o desenvolvimento das atividades foram aplicadas pré-testes e pós testes em quatro turmas, sendo que foram desenvolvidas atividades diferentes nas turmas.

Na turma A, foi aplicado o pré-teste, depois os alunos assistiram aulas e em seguida tiveram a aplicação do jogo, na turma B, foi aplicado o pré-teste e depois o jogo foi enviado por e-mail para que os alunos fizessem uso do jogo em momento posterior.

Nas turmas C e D, tivemos a aplicação do pré-teste e o desenvolvimento da aula referente ao assunto de queda-livre e lançamento vertical, entretanto em nenhuma das duas turmas foi usado o jogo.

Sobre o Produto Educacional, desenvolvemos um jogo usando alguns dos princípios da “gamificação” (FARDO, 2013) que pressupõe a utilização de elementos usados em jogos como: narrativa, sistemas de feedback e outros, assim podemos contribuir com o desenvolvimento intelectual dos estudantes em relação aos conhecimentos de cinemática buscando o engajamento ao aplicar a sistemática de jogos.

Após uma semana do desenvolvimento dos recursos, todas as turmas foram submetidas a um teste contendo dez questões, que versavam sobre queda-livre e lançamento vertical, posteriormente os dados foram tabulados para comparação entre os resultados iniciais obtidos no pré-teste e os obtidos no teste após a aplicação do produto.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, será apresentada a teoria educacional proposta por Lev Vygotsky. Faremos um apanhado geral da sua vida e discutiremos a aplicação de jogos, estruturada na teoria de Vygotsky.

### 2.1 Um breve estudo sobre Lev Vygotsky

Nascido no império Russo, numa localidade conhecida como Orsha, Lev Vygotsky formou-se em direito no ano de 1917 na Universidade de Moscou. Sua inquietação pelos conhecimentos de psicologia, o levaram a estudar no Instituto de Psicologia de na cidade de Moscou em 1924.

Vygotsky ficou conhecido pelos trabalhos desenvolvidos em educação e desenvolvimento da criança, e seu alcance no desenvolvimento cognitivo ainda pode ser vista na atualidade. Vygotsky acreditava que a interação social preenchia um papel fundamental no aumento cognitivo e que os indivíduos davam sentido às coisas pela ótica da sociedade. Ainda que Vygotsky tivesse contemporâneos como Sigmund Freud, Jean Piaget, Ivan Pavlov e outros, o partido que dirigia a Rússia na época foi crítico do seu trabalho. Por conta disso, a maioria de suas publicações só conseguiu chegar ao ocidente em 1962, quando a Guerra Fria iniciou sua derrocada.

Vygotsky morreu de tuberculose em 11 de junho de 1934, após anos de luta contra a doença, ele tinha 38 anos (COELHO e PISONI, 2012). Nos dez anos em que atuou na profissão de psicólogo, Vygotsky escreveu seis livros. Os livros que compuseram sua teoria do desenvolvimento social abrangiam o conceito de zona de desenvolvimento proximal e seu trabalho com a linguagem.

### 2.2 Mediação e Zona de Desenvolvimento Proximal

Vygotsky acredita em uma teoria sócio-interacionista, onde inicialmente o indivíduo aprende para logo em seguida ter o desenvolvimento. Segundo Vygotsky, existe um estágio de desenvolvimento psicológico associado a aprendizagem. Neste estágio, o indivíduo está em um meio termo entre

resolver problemas de forma individual ou com auxílio. Este estágio é chamado de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP):

é a distância entre o atual nível de desenvolvimento determinado pela capacidade de resolver um problema individualmente e o nível de desenvolvimento potencial determinado por meio da capacidade de resolver um problema sob a orientação de um adulto ou em colaboração com um colega mais capaz (VYGOTSKY, 1987, p. 86).

É perceptível que em muitos casos, que os alunos têm dificuldades em compreender fenômenos físicos que estão sendo transmitidos a eles em sala de aula. Segundo a teoria de aprendizagem de Vygotsky, é bem possível que o ensino de Física não esteja atingindo a ZDP. Alguns autores, consideram que o baixo rendimento de alguns alunos, está associado a ênfase que é dada a assimilação de fórmulas e conceitos abstratos (ROBILOTTA e BABICHAK, 1997). No entanto, Vygotsky entende que a prática docente, não pode ser pautada simplesmente na repetição de fórmulas e conceitos prontos. Segundo ele, este tipo de aula tem baixo aproveitamento:

o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante a um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos, mas que na realidade oculta um vácuo (VYGOTSKY, 1987, p. 104).

No estágio de ZDP, a criança adquiriu um certo potencial para começar a desenvolver a habilidade esperada com a atividade proposta, mas que ainda não se firmou (MACHADO, 2011). É o momento em que a pessoa está adquirindo maturidade, por isso a intervenção oportunizará a interação. O conhecer e o aprender, estes serão preponderantes para que a pessoa desenvolva o arcabouço de conhecimentos.

A medida que aplicamos aos estudantes uma metodologia de ensino na qual ele interage com colegas de classe e/ou com o professor, estamos trabalhando a ZDP, a aplicação da atividade lúdica permite a interação, pois torna-se o elo entre alunos-alunos e alunos-professor (SILVA e HAI, 2017).

Em consequência do uso de novos recursos como jogos digitais, possibilita aos discentes melhorar o aprendizado. Considerando que o jogo digital é um recurso, onde em grande parte, os alunos estão habituados a jogar lado a lado ou mesmo a distância através da rede mundial de computadores.

Desta forma o professor deve acompanhar como o estudante internaliza o conhecimento externo e como o aprendizado escolar incita as relações internas na construção do conhecimento intelectual, devendo o professor ser um mediador no processo de aprendizagem do aluno ajudando a construir o seu conhecimento (BESSA, 2008).

O estudante ao apropriar-se dos elementos culturais que foram construídos pela humanidade, por intermédio da interação, passa a aproveitar como ferramenta, fato este que amplia o seu conhecimento de mundo ao qual está inserido (SOUZA e ROSSO, 2011).

### 2.3 A Teoria da Aprendizagem de Vygotsky para o Ensino de Ciências (o uso de jogos a partir de Vygotsky)

Segundo Vygotsky o lúdico é importante para o desenvolvimento infantil, especialmente porque proporciona as interações. Vygotsky acreditava que jogar e brincar atuavam na ZDP, indicando as condições para que os conhecimentos sejam concretizados (SILVA e HAI, 2017).

Ao situar-nos frente a teoria sócio-interacionista, temos no início, o indivíduo que aprende e depois se desenvolve. A teoria de Vygotsky aumenta a importância do lúdico, dos jogos e brincadeiras no crescimento intelectual da criança. É importante que seja oportunizado na fase de desenvolvimento, diversas possibilidades promovidas pelas atividades lúdicas. Podemos elencar algumas destas atividades como: conhecer, experimentar, brincar e interagir para que possam desenvolver suas potencialidades (COELHO e PISONI, 2012).

Na teoria de Vygotsky, fica a cargo do professor o desenvolvimento do aluno. Assim, é interessante que os professores em suas práticas e metodologias de ensino, fortaleçam atividades que façam uso de jogos e brincadeiras com finalidade educativa, que possam propiciar situações aos discentes com a finalidade de poder desenvolver suas habilidades e competências (GANDIN, 2013).

O lúdico aumenta a função simbólica e muitas vezes abstrata, passando a ser uma linguagem que trabalha desde experimentos imaginários até o concreto. O uso dos jogos apresenta ambientes desafiadores, capazes de

proporcionar engajamento na conquista das etapas, proporcionando elevados níveis de raciocínio (LEMES e PAIVA, 2016). Quando o docente propõe momentos onde os jogos são usados em sala de aula, proporciona momentos de afetividade entre o estudante e o aprender, tornando a aprendizagem divertida.

Os jogos e brincadeira mesclados a atividade de sala de aula, tornam-se excelentes oportunidades de aquisição de conhecimento, nesse momento propiciam aos discentes o desenvolvimento físico, motor, intelectual, psicológico, aprimora as habilidades sociais e cognitivas (VICTOR e STRIEDER, 2012).

Neste capítulo foram apresentados pressupostos da teoria vygotskiana aplicadas durante a construção e aplicação do jogo digital proposto neste trabalho.

### 3 A EVOLUÇÃO DOS JOGOS DIGITAIS

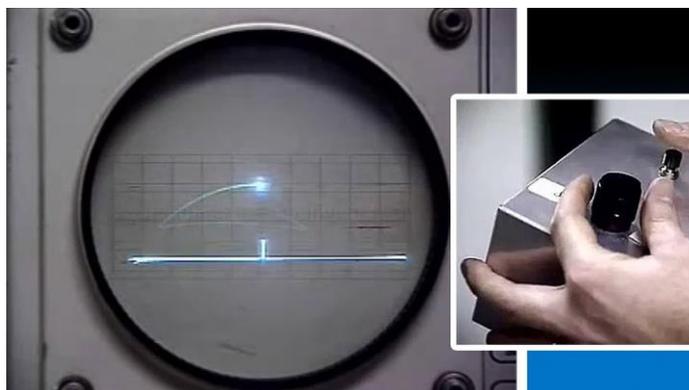
Neste capítulo, temos a construção histórica dos primeiros jogos digitais construídos para entretenimento. Também serão mostrados jogos com possibilidades de aplicação no ensino de Física de forma adaptada e jogos construídos com este intuito.

#### 3.1 As primeiras gerações de jogos e o momento atual dos jogos digitais

O primeiro jogo para computadores foi construído nos Estados Unidos no ano de 1958, no laboratório de pesquisas militares Brookhaven National Laboratory. O jogo tinha o nome de Tennis for Two e era exibido na tela de um osciloscópio (PACHECO, 2013).

O jogo era uma simulação bem simplificada do esporte, um ponto que piscava na tela representava a bola conforme a Imagem 1, os jogadores controlavam seu movimento por cima de uma linha vertical que representava a rede. Não existia a representação dos jogadores, apenas da bola e da quadra de tênis.

Imagem 1 – Osciloscópio com o primeiro jogo digital



Fonte: (Scorpions Gameplays, 2016)

No ano de 1961 um grupo de estudantes do Massachusetts Institute of Technology (MIT) usava pela primeira vez o jogo que veio a ser chamado de Spacewar, este jogo eletrônico foi desenvolvido em um supercomputador da época, este custava muitos dólares (ARANHA, 2004).

Na parte da programação, podemos instituir a Steve Russell e seus amigos do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) este grande feito

para época, pois ainda eram incomuns os programas de computadores e os próprios computadores.

Em 1966 nasce o vídeo game no formato que conhecemos hoje, uma caixa ligada a televisão onde a imagem é processada no console e a imagem é transmitida na televisão. Temos como grande responsável por este feito o engenheiro Ralph Baer, Imagem 2, que inventou uma caixa marrom, ao qual chamou de brown box, a caixa marrom.

Imagem 2 – Ralph Baer inventor do videogame doméstico



Fonte: (CANO, 2014)

No ano de 1971, Nolan Bushnell adapta o jogo Spacewar de Steve Russell, e constrói o Space, que passou a ser o primeiro arcade<sup>1</sup> do mundo. Como os computadores na época eram muito caros e ocupavam muito espaço, Nolan construiu uma máquina para jogar o Space e passou a vender a novidade (ARANHA, 2004). No mesmo ano a Magnavox compra o projeto de Baer, da Sanders Associates, e começa a desenvolver o Odyssey, o primeiro videogame para ser conectado à TV.

No ano de 1973, nasce o jogo Pong para arcade como podemos ver na Imagem 3, jogo criado por Bushnell na Atari, este se torna o maior sucesso de vendas e várias empresas passam a copiar, neste momento começam os contatos com as empresas japonesas que começavam a dar os primeiros passos na criação de jogos.

---

<sup>1</sup> Conhecido no Brasil como fliperama é um aparelho de jogo eletrônico profissional instalado em estabelecimentos de entretenimento

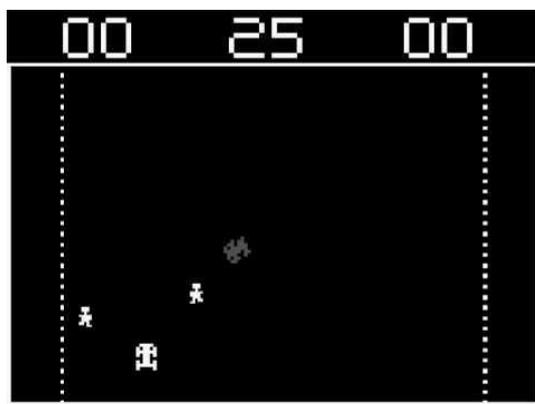
Imagem 3 - Imagem de um Arcade usando o Pong



Fonte: (CHANTA, 2016)

Em 1976, é lançado o jogo violento chamando Death Race, como na Imagem 4, este jogo foi precursor de Carmageddon<sup>2</sup>, a ideia principal do jogo era atropelar tudo pela frente, por esse motivo foi proibido em vários países inclusive no Brasil (GULARTE, 2016).

Imagem 4 - Death Race



Fonte: (GULARTE, 2016)

Em 1976 a Atari é vendida e reestruturada, no natal do mesmo ano lança um console doméstico como mostra a Imagem 5, este jogava com

---

<sup>2</sup> Carmageddon é o primeiro da série de jogos eletrônicos, que são games de corrida graficamente violentos, produzido pela Stainless Games e publicado pela Interplay e SCI. O jogo sempre foi muito polêmico por permitir que o jogador acumule Pontos e Dinheiro por atropelar pedestres. Por conta disso, ele foi proibido de ser comercializado no Brasil (HOPKINS, 1997).

cartuchos que continham jogos que antes só eram encontrados em fliperamas, este acontecimento foi um sucesso para as vendas.

Imagem 5 – Atari 2600



Fonte: (EVAN-AMOS, 2019)

Em 1978 a Nintendo lança um jogo Arcade baseado no jogo de mesa Othello: Computer Othello. Numa tela, peças de Othello verdes, brancas e pretas são substituídas por quadrados e símbolos, respectivamente. O Computer Othello, Imagem 6, não tem joystick, mas sim botões de cores por jogador (QUAGLIO, 2013).

Imagem 6 - Computer Othello



Fonte: (JAPANAVISION, 2012)

Durante os anos 1978 e 1980, muitos jogos e consoles foram lançados mas sem tanto sucesso, até que em julho de 1980 foi lançado um dos jogos de

maior sucesso o jogo Pac-Man, lançado em todo o mundo seu criador, Imagem 7, se inspirou em uma pizza com sete fatias (JUNIOR, 2010).

Imagem 7 – Toru Iwatani criador do jogo Pac-Man



Fonte: (MONTEIRO, 2014)

Os jogos enumerados até aqui descrevem as duas primeiras gerações de jogos digitais, hoje consolida-se a nona geração dos jogos digitais, temos jogos que podem ser usados em computadores e/ou consoles.

Na atualidade temos gráficos e enredos cada vez mais elaborados, o que torna os jogos cada vez mais envolventes e produzem engajamento cada vez maior assim o mercado de games hoje consegue movimentar cifras bilionárias (DINO, 2018).

### 3.2 Jogos digitais na educação

Os jogos digitais na atualidade conseguem além de divertir, ensinar. São várias as experiências de jogos adaptados e/ou construídos para serem aplicados no ensino. Podemos citar como experiência de sucesso de jogo adaptado a aplicação do jogo Angry Birds para o estudo de lançamento parabólico (SILVA, GUEDES e CHAGAS, 2018).

Como proposta de jogo construído para ensinar temos a proposta do jogo: Em Busca do Prêmio Nobel (DINIZ e SANTOS, 2019), este aborda os conteúdos de atomística, o sistema foi construído em código PHP<sup>3</sup> o jogo

---

<sup>3</sup> O PHP é uma linguagem de script open source de uso geral, muito utilizada, e especialmente adequada para o desenvolvimento web.

trabalha com perguntas e respostas e mapas conceituais, ainda consta também uma biblioteca sobre os assunto.

Neste capítulo descrevemos os aspectos básicos da teoria que é abordada no produto educacional. Uma discussão mais aprofundada pode ser vista nas referências citadas neste capítulo.

Neste capítulo delineamos de forma sucinta a evolução dos jogos digitais e suas possibilidades de aplicações, nos capítulos que se sucedem será explicitado a construção de um jogo digital para ensinar queda-livre e lançamento vertical para baixo.

## 4 MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL

Neste capítulo, vamos abordar a teoria que fundamenta o produto educacional que está sendo proposto. O produto desenvolvido tem como finalidade, abordar o estudo da queda livre, que é um movimento em uma dimensão com aceleração constante. A queda livre e o lançamento vertical, são movimentos unidimensionais, onde a aceleração envolvida é a aceleração da gravidade ( $g = 9,8\text{m/s}^2$ , aproximadamente). Antes de abordarmos o problema da queda livre, faremos algumas considerações históricas, definiremos algumas grandezas e abordaremos o problema unidimensional de forma geral.

### 4.1 Contexto histórico do movimento de queda livre

Na Grécia antiga (século V A.C.), Zeno de Eléia (hoje Itália), no estudo de movimento propôs alguns pensamentos que descrevem como era difícil para os gregos a análise do movimento.

Um dos problemas formulados por Zeno era o seguinte: Aquiles aposta uma corrida com uma tartaruga, sendo dez vezes mais rápido que o animal. A tartaruga parte primeiro. Quando a tartaruga percorreu uma distância  $x$ , Aquiles começa a correr. Quando Aquiles finalmente alcança a distância  $x$ , a tartaruga já percorreu uma distância de  $x + x/10$ , e continua à frente de Aquiles. Quando Aquiles percorrer dos mesmos  $x/10$  adicionais, a fim de alcançar a tartaruga, esta já está a sua frente uma distância de  $x/100$ , e assim por diante (FEYNMAN, 2008). Deste modo Aquiles alcança a tartaruga? Não.

No entanto, onde está o problema, já que Aquiles é dez vezes mais rápido que a tartaruga? O erro no problema formulado por Zeno, é que os gregos não sabiam que uma série infinita de intervalos de tempo que tendem a zero, pode ter sua soma finita. Este fato, deixava o entendimento de movimento, uma tarefa difícil para os gregos.

Para Aristóteles, quando uma pedra é lançada para cima, ela estava sendo retirada do seu lugar natural. O lugar natural teria força para mover os corpos, fazendo com que estes corpos voltassem ao seu local de origem

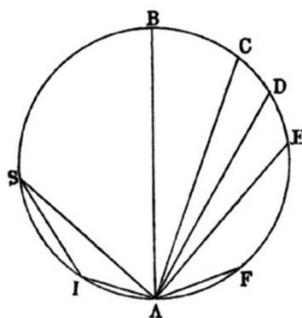
(ÉVORA, 2006) Aristóteles acreditava que os elementos terra, água, ar e fogo, tinham seu lugar natural. Água e terra em baixo, ar e fogo em cima. Isto explicaria porque um gás ou vapor subiria enquanto que objetos pesados cairiam. Segundo Aristóteles, quanto mais pesados (tinha mais do elemento terra) os corpos eram, mais rápido eles cairiam ao chão (SILVEIRA JUNIOR e ARNONI, 2013).

Para Aristóteles, que paralelamente aos movimentos que podiam ser explicados pela natureza dos seres, havia os movimentos não naturais. Estes movimentos, não eram características da essência dos móveis se deslocando ao lugar natural, não ocorriam espontaneamente. Estes movimentos eram por ele chamado de movimentos violentos ou forçados (PORTO e PORTO, 2009). Essas ideias permaneceram por quase vinte séculos.

Duas publicações de Galileu representam um importante aspecto do desenvolvimento do entendimento de problemas físicos, inclusive o movimento. Em 1632 é publicado o “Diálogo sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo”, onde Galileu defendia ideias de Copérnico. Em 1638 é publicado “Discursos e Demonstrações sobre Duas Novas Ciências”. Um problema interessante apresentado no livro publicado em 1638, Galileu propõe um paradoxo:

Seja o diâmetro AB no círculo BDA (Figura 1) perpendicular ao horizonte, e a partir do ponto A sejam desenhadas linhas ao longo da circunferência, tais como AF, AE, AD, AC: eu provo que corpos iguais caem em tempos iguais ao longo da vertical BA e nos planos inclinados CA, DA, EA, FA. Assim, se eles começarem o movimento no mesmo momento a partir das posições B, C, D, E, F, eles chegarão no mesmo momento no ponto A, sendo a linha FA tão pequena quanto se desejar.

Figura 1 - Esquema que descreve o paradoxo de Galileu



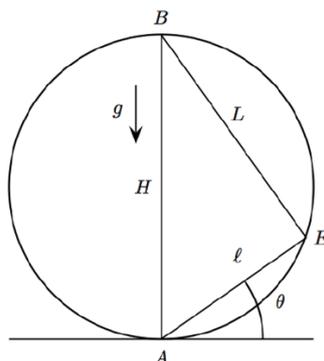
(FRANCISQUINI, SOARES e TORT, 2014)

Neste problema qualquer linha que parte da borda do círculo (C, D, E e F) ao ponto A, chegaria ao mesmo tempo. Mas como, se eles percorrem distâncias diferentes? Uma forma de resolver este paradoxo, que é um exemplo da dificuldade no estudo da queda livre na época, pode ser feito da seguinte maneira: Podemos decompor o vetor aceleração da gravidade e mostrar que os tempos são iguais. Esta solução está em Francisquini et al. (2014).

Usando a Figura 2, podemos ver que ao longo de  $l$  a componente da aceleração da gravidade é  $a = g \sin \theta$ .

Teremos também  $l = H \cos(\pi - \theta) = H \sin \theta$ . Se os dois corpos partirem de B e de E, respectivamente, a partir do repouso:  $H = \frac{1}{2}gt_H^2$  e  $l = \frac{1}{2}at_l^2$ .

Figura 2 - Esquema para a solução do paradoxo aparente de Galileu.



(FRANCISQUINI, SOARES e TORT, 2014)

Em seus livros, Galileu descreve suas ideias em forma de diálogos entre três personagens: Salviati (que representa o próprio Galileu), Simplicio (defensor das ideias de Aristóteles) e Sagredo (representando um observador imparcial). Desta forma ele descreve como fez experiências para colocar a prova as ideias de Aristóteles. Algumas destas experiências podem ser encontradas em Nussenzveig (2002, p. 36).

Estas experiências mostram ele usando o plano inclinado, para aumentar o tempo de movimento observado, e conseguindo relacionar a distância com o quadrado do tempo. Galileu atribuiu a diferença do tempo de

queda, a resistência do ar que afetaria mais o corpo que fosse mais leve. As experiências de Galileu e muitas outras depois, mostraram que o movimento de queda livre de um corpo solto ou lançado verticalmente, é um movimento uniformemente acelerado (desprezando a resistência do ar) onde a aceleração é dada por  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , aproximadamente.

## 4.2 Movimento em uma dimensão

Para abordarmos o movimento em uma dimensão de forma geral e o movimento em queda livre usaremos Serway et al. (2011), Resnick et al. (2016), Tipler et al. (2017), Feynman (2008) e Nussenzveig (2002).

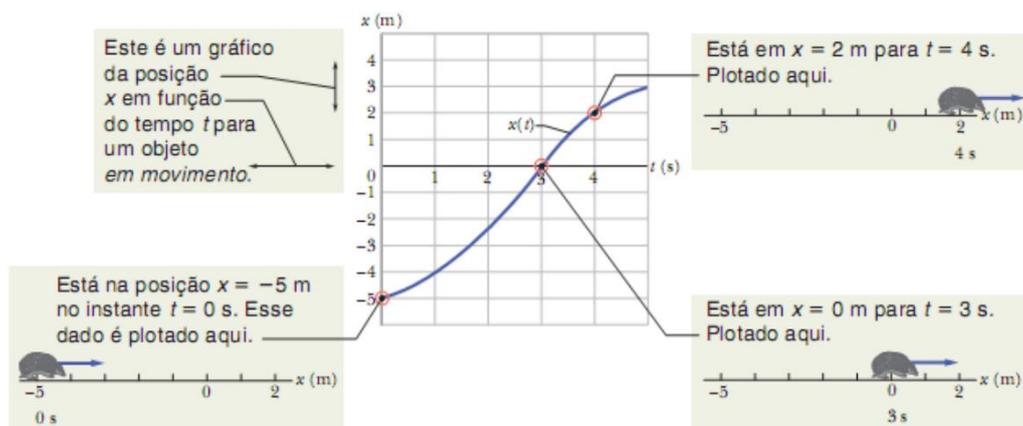
Quando analisamos um problema físico, é interessante definir os limites da nossa abordagem. Existem muitas sutilezas por trás dos fenômenos físicos e nas definições das grandezas envolvidas. Quando estudamos o movimento de um carro que percorre uma distância de 160km, não é importante levarmos em consideração o comprimento do carro, que não passa de alguns metros. Neste caso, o carro pode ser descrito como uma partícula sem prejuízo para análise do problema.

Quando pensamos na definição de tempo e espaço, o que queremos dizer com tempo e espaço? Isso pode tornar-se um problema complexo, uma vez que a teoria da relatividade nos diz que estas definições não são simples. No entanto, para nosso propósito atual, faremos uma análise onde os corpos em movimento podem ser tratados como partículas, efeitos relativísticos não são considerados e desprezaremos a resistência do ar assim como outros fatores dissipativos.

## 4.3 Definição das grandezas envolvidas

A posição de uma partícula  $x$ , é a localização da partícula em relação a um referencial escolhido como origem. Por outro lado, o deslocamento representa a mudança de posição em algum intervalo de tempo.

Figura 3 - Variação da posição de uma partícula em vários instantes



(RESNICK e HALLIDAY, 2016)

Como podemos ver na Figura 3, a partícula pode ser encontrada em diferentes posições em diferentes tempos. O deslocamento da partícula representa a variação das posições. Por exemplo, no instante  $t=3$ s a posição da partícula é  $x=0$  e em  $t=4$ s a posição da partícula é  $x=2$ . Neste caso o deslocamento da partícula é definido como:

$$\Delta X = x_2 - x_1 \quad (1).$$

onde  $x_1$  é a posição da partícula no instante inicial e  $x_2$  é a posição da partícula no instante final. Na figura, o deslocamento entre os instantes  $t = 3$ s e  $t = 4$ s, é  $\Delta x = 2$  m.

O deslocamento é uma grandeza vetorial, com módulo, direção e sentido.

Em Feynman (2008, p. 83), vemos um exemplo da aplicação do conceito de velocidade. Neste exemplo, uma senhora é parada dirigindo a 100 quilômetros por hora. A senhora protesta, e diz que não pode estar dirigindo 100 quilômetro em uma hora, uma vez que dirigiu por apenas sete minutos. O guarda poderia responder, o que foi dito significa que se a senhora andasse por mais uma hora, percorreria 100 quilômetros. Ainda não satisfeita, a senhora responderia que a rua não é longa o suficiente para concluir tão trajeto.

O que o guarda quer dizer na verdade, é que por um instante ela está a 100km/h, o que significa que se ela continuar por 1/1000 de hora, percorrerá 1/1000 de 100 quilômetros. A senhora levou em conta, tudo o que poderia acontecer em um possível trajeto. Ela poderia pisar no freio, bater no muro e assim argumentou que sua velocidade iria variar. Para o guarda o importante era a velocidade com a qual ela estava no momento da abordagem.

Podemos definir duas velocidades, uma considera o deslocamento e o tempo necessário para percorrer tal distância. Chamamos esta velocidade de velocidade média:

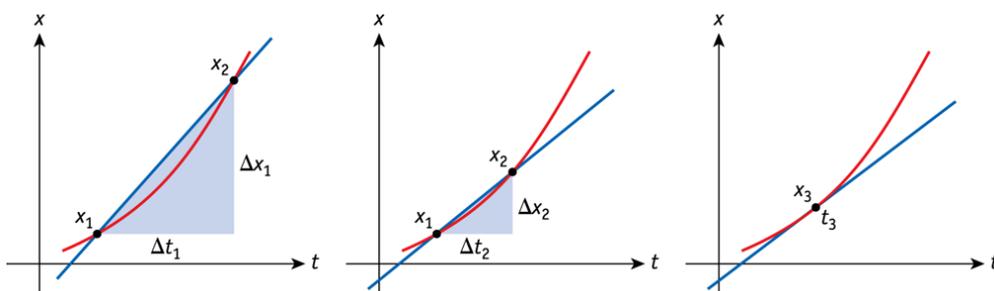
$$V_{med} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2).$$

Esta grandeza diz quantos metros a partícula se movimentou na unidade de tempo. No entanto, não sabemos o que aconteceu durante o trajeto. Podemos conhecer ainda a velocidade em casa instante de tempo, neste caso, temos a informação completa sobre como a velocidade variou durante o deslocamento, pois sabemos a velocidade instantânea definida como:

$$V = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (3).$$

Podemos ver na Figura 4 que quando o intervalo de tempo tende a zero, a velocidade calculada não é mais em um intervalo de tempo, mas em um tempo específico.

Figura 4 - A medida que o intervalo de tempo diminui, a velocidade torna-se a inclinação da reta tangente ao ponto



(KNIGHT, 2009)

Por fim, podemos ver de forma análoga, a aceleração. A velocidade representa a taxa de variação com a qual a posição varia com o tempo. A aceleração representa a taxa de variação com a qual a velocidade varia no tempo:

$$a_{med} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (4).$$

Este valor representa a aceleração média da partícula. A exemplo da velocidade média, com esta informação somente, não sabemos o que acontece com a velocidade durante o intervalo de tempo, uma vez que usamos apenas os valores inicial e final da velocidade.

Podemos definir ainda, a aceleração instantânea, quando o tempo se torna muito pequeno:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (5).$$

#### 4.3.1 As equações da Cinemática

Para nossa abordagem, vamos considerar que a aceleração se mantém constante. Podemos iniciar pela equação 5:

$$a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow dv = a dt \Rightarrow \int_{v_0}^v dv' = \int_0^t a dt' \Rightarrow v - v_0 = at \Rightarrow v = v_0 + at$$

Então teremos:

$$v = v_0 + at \quad (6).$$

De forma análoga, podemos pegar a equação 3:

$$\begin{aligned} v &= \frac{dx}{dt} \Rightarrow dx = v dt \Rightarrow \int_{x_0}^x dx' = \int_0^t v dt' \Rightarrow x - x_0 \\ &= \int_0^t (v_0 + at) dt \Rightarrow x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \end{aligned}$$

Podemos escrever então:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (7).$$

Usando a equação 6 podemos escrever  $t = \frac{v-v_0}{a}$ . Substituindo este valor na equação 7, teremos:

$$\begin{aligned} x = x_0 + v_0 \left( \frac{v-v_0}{a} \right) + a \frac{\left( \frac{v-v_0}{a} \right)^2}{2} &\Rightarrow x - x_0 = v_0 \left( \frac{v-v_0}{a} \right) + \frac{(v-v_0)^2}{2a} \Rightarrow 2a(x-x_0) \\ &= 2v_0(v-v_0) + (v-v_0)^2 \end{aligned}$$

Simplificando a última equação:

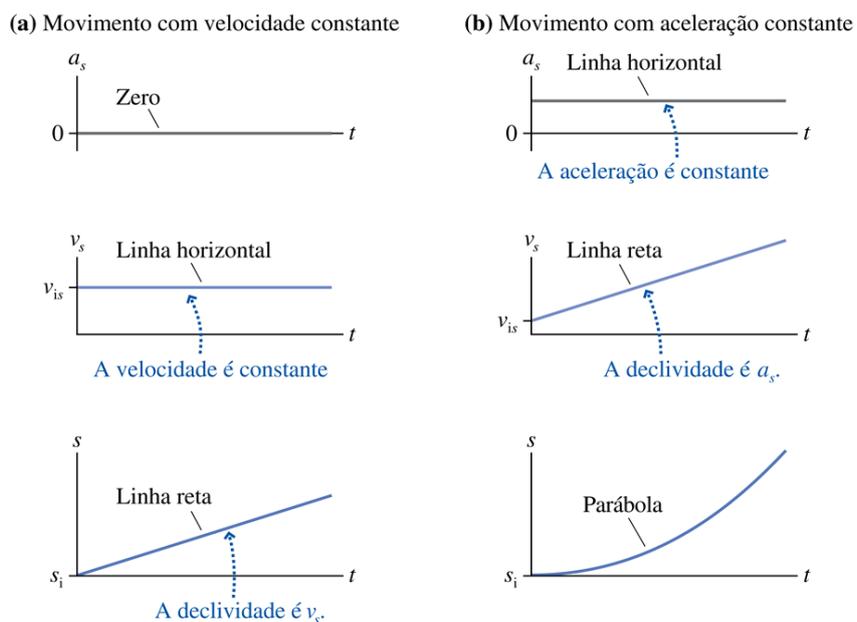
$$\begin{aligned} 2a(x-x_0) &= 2v_0(v-v_0) + (v-v_0)^2 \Rightarrow 2a(x-x_0) \\ &= 2v_0v - 2v_0^2 + v^2 - 2v_0v + v_0^2 \Rightarrow 2a(x-x_0) = v^2 - v_0^2 \end{aligned}$$

Finalmente podemos escrever:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x-x_0) \quad (8)$$

As equações 6,7 e 8 representam as principais equações da Cinemática

Figura 5 - Resumo dos gráficos das equações da Cinemática



(KNIGHT, 2009)

Na Figura 5, é mostrado um esquema do que representa os gráficos das equações da Cinemática. Na parte a) temos o movimento com velocidade constante, o que implica que não temos aceleração,  $v = v_0$  na equação 6.

O gráfico do espaço como função do tempo é uma função de primeiro grau, onde a inclinação é a taxa com a qual o espaço varia com o tempo. No gráfico velocidade como função do tempo, a área sob o gráfico representa o deslocamento da partícula. Na parte b) o gráfico do espaço como função do tempo é uma parábola como era esperado da equação 7. A concavidade da parábola depende da aceleração. O gráfico velocidade como função do tempo é uma função do primeiro grau e sua taxa de variação, é a aceleração.

Na queda livre, valem todas as equações da cinemática já mostradas. Trocamos apenas a aceleração pela aceleração da gravidade que sempre tem o sentido para baixo.

Teremos então:

$$v = v_0 - gt \quad (9)$$

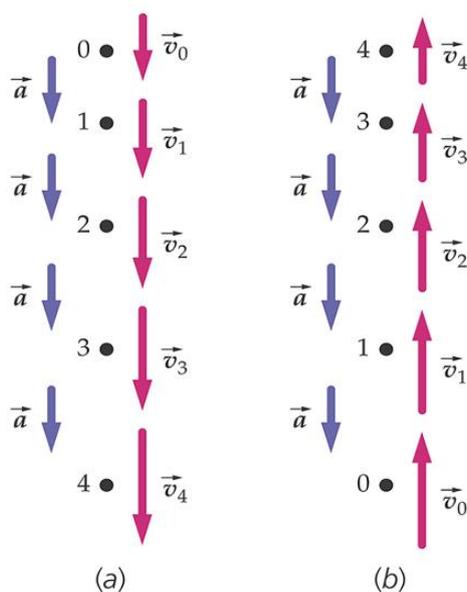
$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (10)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2g(y - y_0) \quad (11)$$

O movimento de queda livre, é um movimento uniformemente variado, apenas na direção vertical.

Quando a partícula se movimenta para cima, o vetor velocidade aponta para cima, enquanto a aceleração aponta no sentido posto. Desta forma a velocidade tende a diminuir gradativamente até que a partícula alcança o repouso, no ponto mais alto da trajetória. A partir deste ponto, se o movimento continuar, a partícula inicia um movimento para baixo. Neste caso como o vetor velocidade e o vetor aceleração estão apontando no mesmo sentido, a velocidade aumenta gradativamente. Este fato, é ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Representação vetorial do movimento vertical

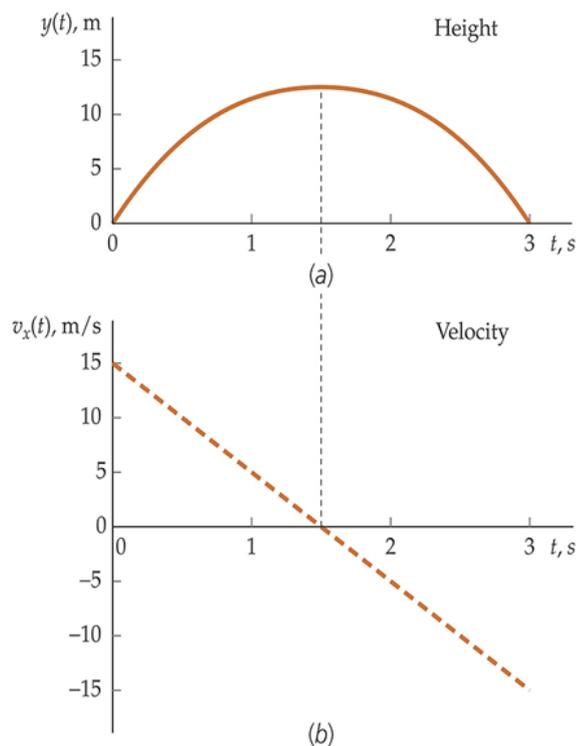


(TIPLER e MOSCA, 2017)

Na Figura 6, temos b) aceleração e velocidade estão em sentidos opostos e a velocidade diminui. Em a) durante a queda da partícula, aceleração e velocidade estão no mesmo sentido e a velocidade aumenta

No gráfico da Figura 7, é ilustrado o comportamento da partícula durante o lançamento vertical. A partícula é lançada e alcança o valor máximo da altura. Neste ponto a velocidade que representa a taxa de variação da posição como função do tempo, deve ser zero quando a altura for máxima. Pelo gráfico, observamos ainda que o tempo de queda é igual ao tempo de subida. A velocidade quando a partícula inicia o movimento é igual a velocidade de quando ela termina o movimento.

Figura 7 - a) Posição como função do tempo no movimento vertical e b) velocidade como função do tempo no movimento vertical



(TIPLER e MOSCA, 2017)

Neste capítulo descrevemos os aspectos básicos da teoria que é abordada no produto educacional. Uma discussão mais aprofundada pode ser vista nas referências citadas neste capítulo.

## 5 A CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO JOGO FÍSICA MEDIEVAL

Este capítulo, busca explicar como foram feitas as escolhas para a construção de um jogo, desde os primeiros passos até o jogo está completo.

### 5.1 Primeiros passos

Inicialmente foi tentada a construção de um jogo usando uma linguagem de programação chamada de Python, linguagem muito simples, porém muito aplicável a diversas situações, desde aplicação de fórmulas matemáticas até a construção de jogos, um dos objetivos específicos desse trabalho de mestrado.

Durante os primeiros meses do mestrado ocorreram o desenvolvimento das atividades das disciplinas e, ao mesmo tempo, as atividades de programação sobre Python, para começar a construção do jogo que iria ensinar Física.

Com o passar dos dias foi verificado que o prazo que existia para desenvolver e aplicar o jogo para verificar a sua eficácia não seria suficiente haja vista o trabalho que era construir cada um dos elementos do zero, desde o elemento visual até os elementos de operação do jogo.

Ao término do primeiro semestre chegou-se à conclusão que não seria viável. Juntou-se a isso algumas pesquisas sobre jogos, à medida que ocorreu o aprofundamento nos referencias teóricos foram aparecendo nas referências softwares próprios para construção de jogos, por se tratar de um software especializado, este já continham vários elementos prontos e manipuláveis, possibilitando um trabalho mais bonito e principalmente exequível no prazo estipulado inicialmente dentro do projeto.

Houve a necessidade de fazer uso de novas linguagens de programação, estas também continham suas limitações quando observada de forma estanque, como era na linguagem Python. Entretanto, quando associadas a uma “engine” para jogos, se tornavam fantástica em termos de eficiência.

## 5.2 Usando uma “engine”

Durante o desenvolvimento foram surgindo novos termos como “engine”, que é um programa de computador com um conjunto de bibliotecas, para simplificar e facilitar o desenvolvimento de jogos eletrônicos ou outras aplicações com gráficos em tempo real, para videogames e/ou computadores rodando sistemas operacionais.

A funcionalidade tipicamente fornecida por um motor de jogo inclui: um motor gráfico para renderizar gráficos 2D e/ou 3D, um motor de Física para simular a Física ou simplesmente para fazer detecção de colisão, suporte a animação, sons, inteligência artificial, networking, gerência de memória, gerência de arquivos, gerência de linha de execução, suporte a grafos de cena e entidades e, suporte a uma linguagem de script.

Após estudos preliminares para compreensão do que era uma “engine”, foram testadas duas máquinas de criação de jogos: Unity e o Gamemaker Studio para a escolha da mais interessante para usar no desenvolvimento do trabalho proposto.

Com os testes da Unity, que é bem semelhante em possibilidades de construção e capacidade de criação de jogos, porém o atrativo foi a linguagem de programação C#(c sharp), linguagem esta, que já possui grandes usos em outros aplicativos.

Nos testes do Gamemaker Studio, este apresentou diversas possibilidades para construção de jogos, possui uma linguagem de programação própria chamada de Game Maker Language, ou apenas GML. O atrativo na escolha de uma das plataformas se deu pelos custos de compra das licenças de uso, a escolha foi pelo Gamemaker Studio.

Após a escolha do programa para construção de jogos, foi necessário implementar procedimentos de como seria desenvolvido os aspectos do jogo, para isso foi necessário testar alguns jogos, foram testados jogos como Mario Bros, Angry Birds e outros.

Durante a montagem foi pensado no formato do jogo, número de fases, que tipo de jogador seria implementado, como seria feita a premiação, as estratégias a ser desenvolvidas pelos alunos para crescer dentro da partida.

Por se tratar de um jogo que pretendia contribuir com o ensino de Física, este foi organizado para ser apresentado numa janela de duas semanas, onde os alunos deveriam concluir as duas fases do jogo com sucesso.

### 5.3 Construção do jogo Física Medieval

Durante o processo de construção do jogo, alguns princípios básicos para construção foram usados, podemos citar: desafios conceituais, fracasso produtivo, calibragem cuidadosa, estímulo, persistência, construção da confiança, melhora da motivação intrínseca, acessibilidade e aprendizado profundo (SILVA, SALES e CASTRO, 2019).

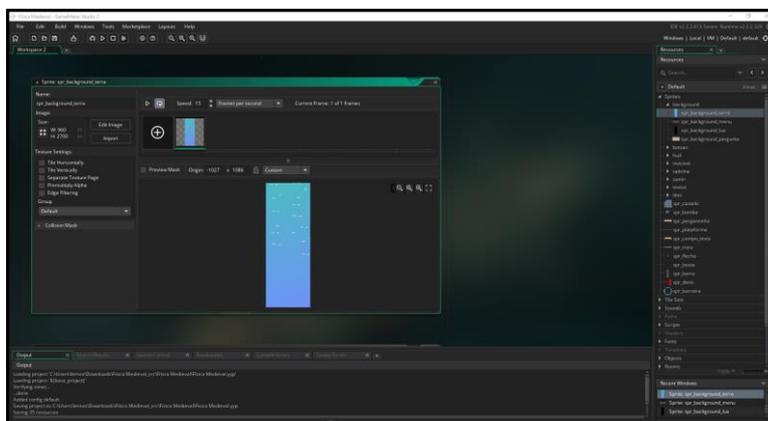
Na construção da finalidade do jogo foram abordados com maior ênfase os conceitos de fracasso produtivo, onde os alunos tiveram a possibilidade de testar hipóteses. Calibragem cuidadosa que visa identificar a distância entre o que o aluno sabe e o que ele pode conquistar, não deixando o jogo difícil nem tão fácil. Estímulo à persistência, o jogo deveria proporcionar a possibilidade de falhar e continuar tentando.

#### 5.3.1 Cenários e Botões

Aqui estão apresentadas as telas da construção do jogo no GameMaker Studio, cenários e botões.

Na Figura 8, temos a tela de construção do cenário, podem ser observadas algumas características do céu.

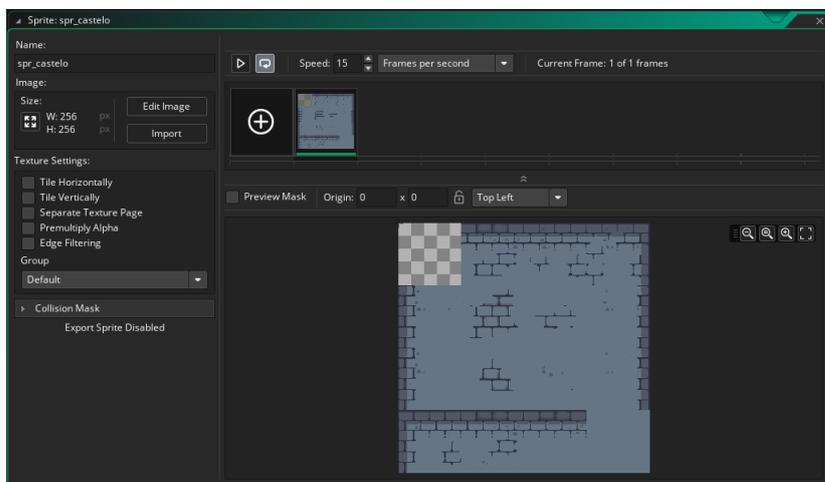
Figura 8 - Pano de fundo do céu



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 9, temos a imagem da estrutura da muralha do castelo.

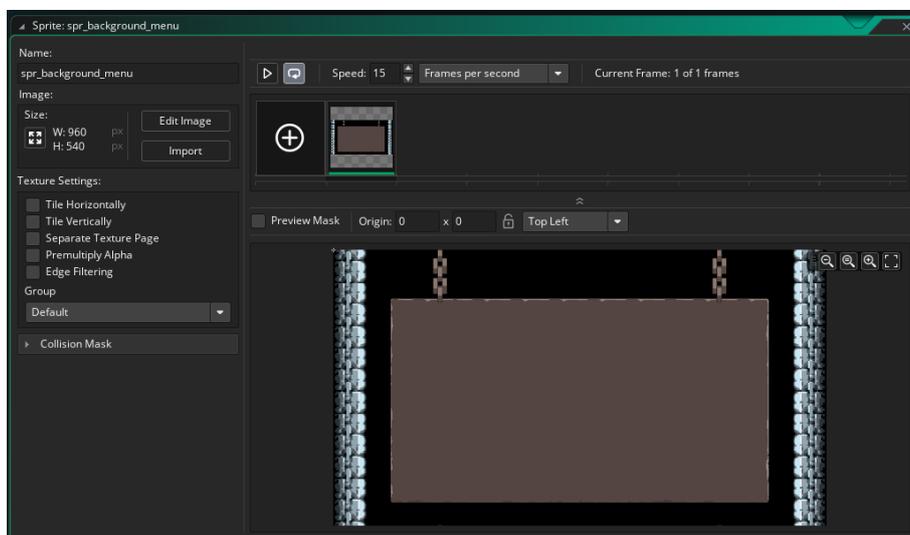
Figura 9 - Castelo



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 10, temos a estrutura do menu de aviso, como podemos verificar, inicialmente foi pensando na estrutura visual do jogo.

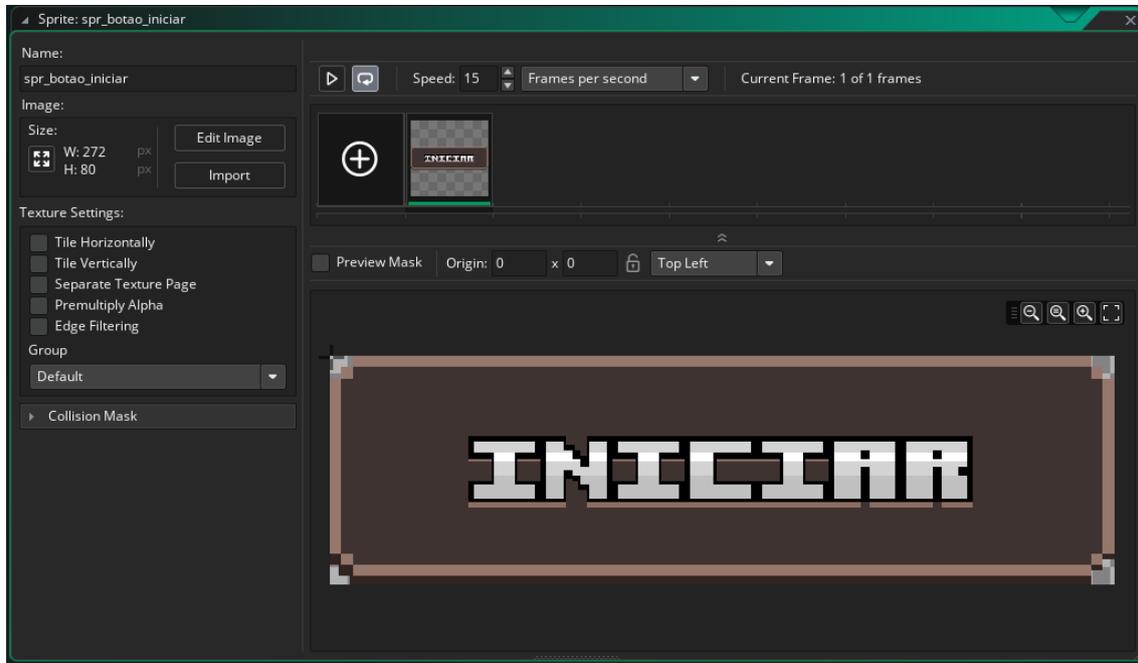
Figura 10 - Tela de menu



Fonte: Próprio Autor

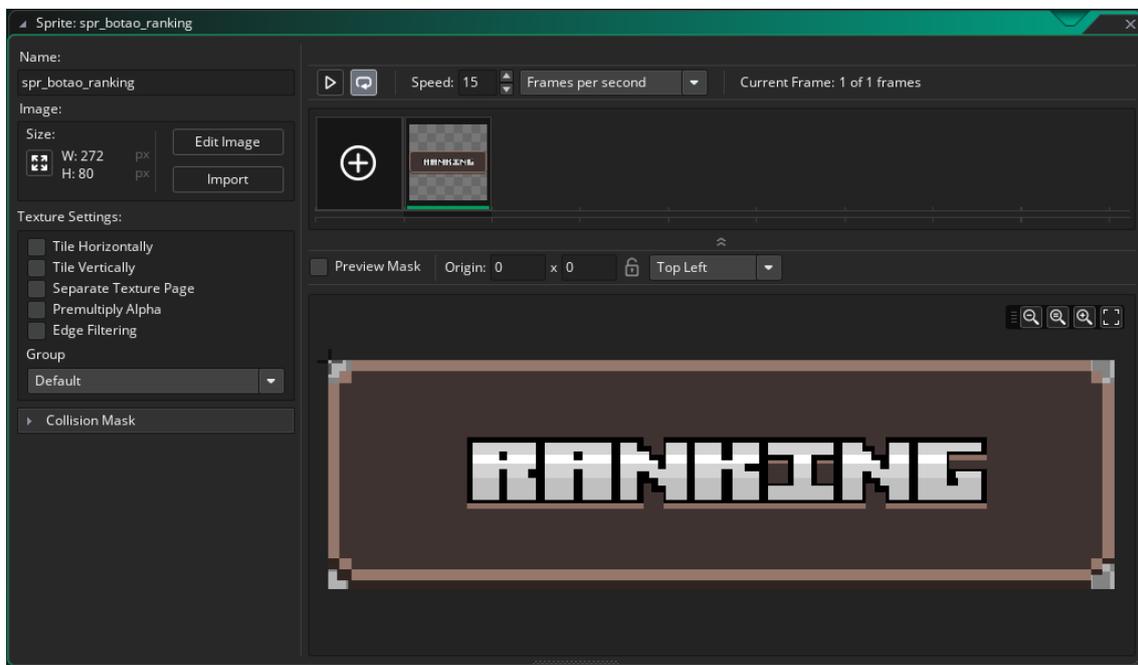
Nas Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 15, temos a construção dos botões: iniciar, ranking, sair, salvar, voltar e suas respectivas formatações.

Figura 11 - Botão Iniciar



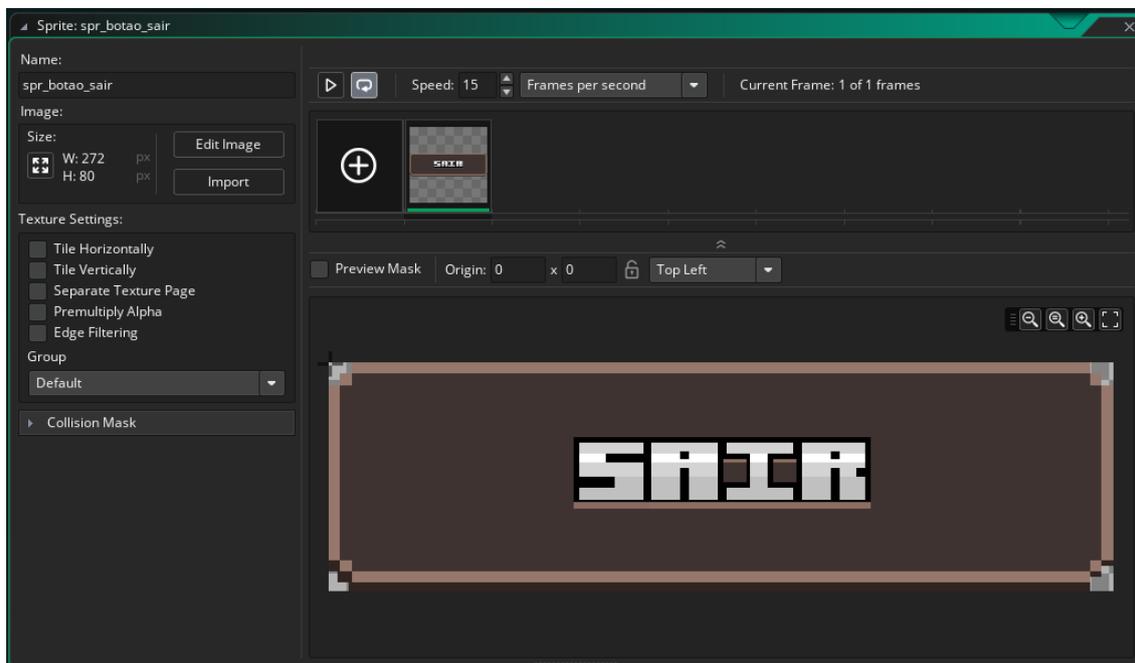
Fonte: Próprio Autor

Figura 12 - Botão Ranking



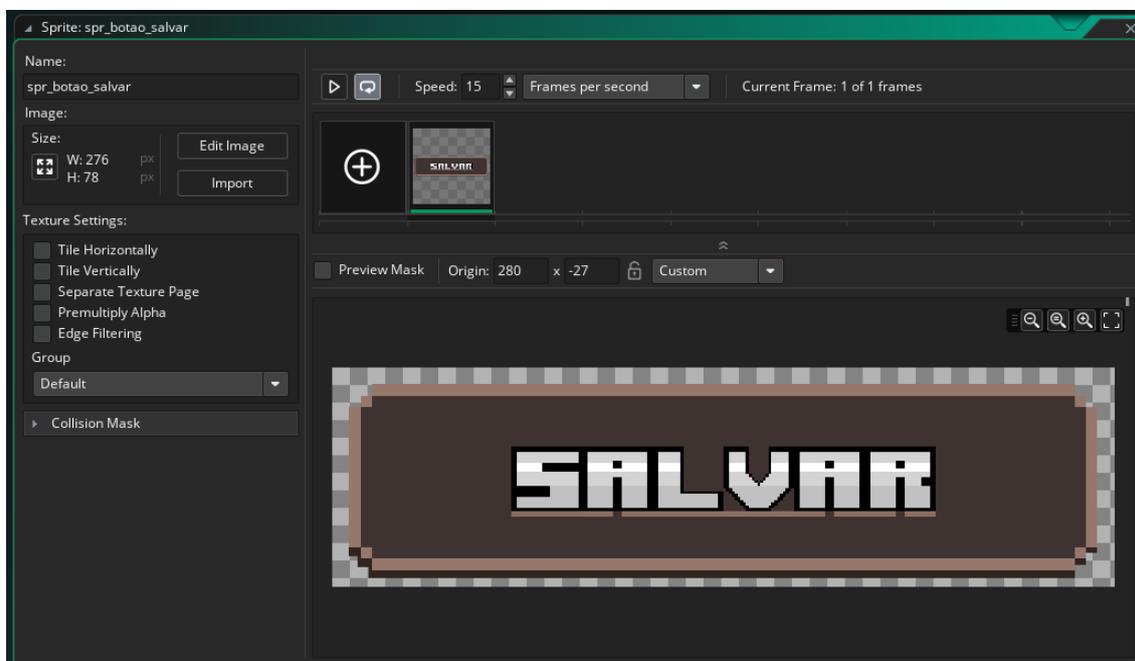
Fonte: Próprio Autor

Figura 13 - Botão Sair



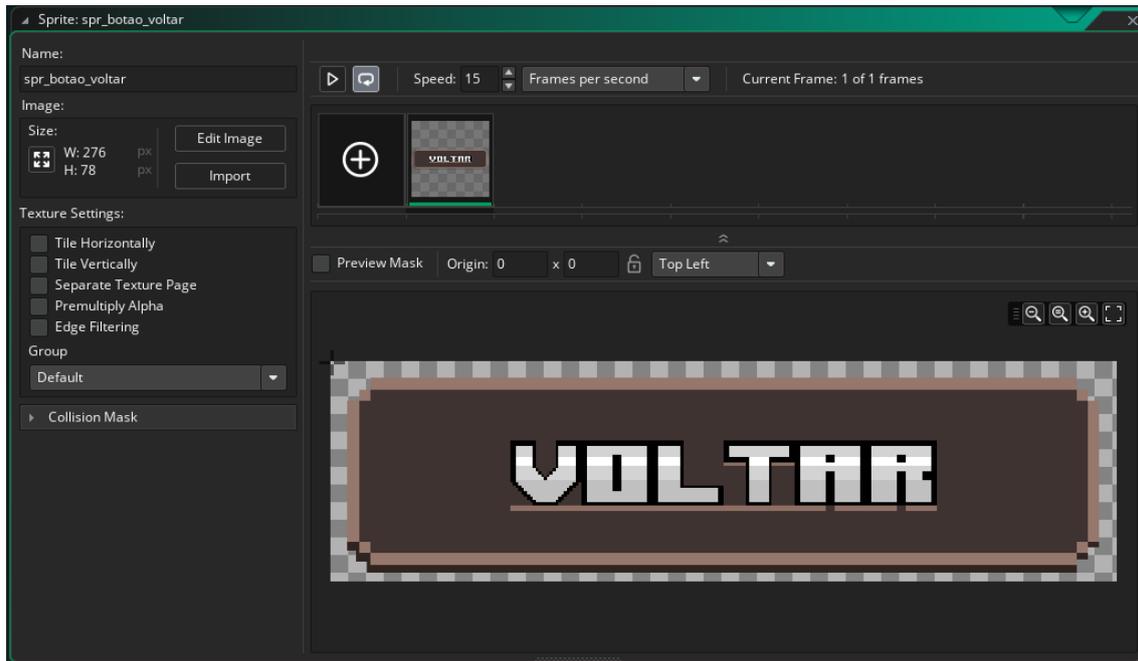
Fonte: Próprio Autor

Figura 14 - Botão Salvar



Fonte: Próprio Autor

Figura 15 - Botão Voltar



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 16, temos a tela inicial do jogo, com as opções de iniciar, ranking e sair, com essa figura podemos verificar como ficou a estrutura em execução em relação a Figura 10, que representa o fundo do menu de opções e os botões representados pelas Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 15.

Figura 16 - Tela inicial do Jogo

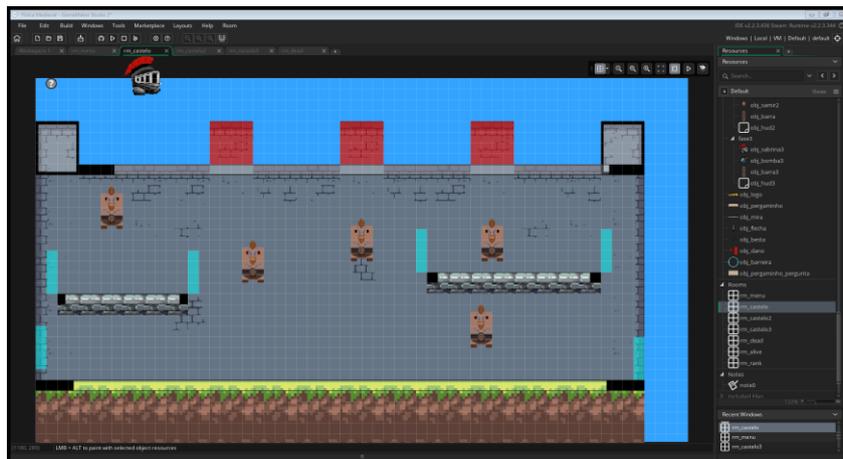


Fonte: Próprio Autor

Na Figura 17, temos uma tela com todos os personagens e suas delimitações, podemos ver blocos vermelhos na parte superior do castelo, essa zona ficou delimitada para que na segunda fase do jogo os inimigos não possam destruir o personagem principal, porém o personagem principal pode passar por trás do bloco.

As barras verticais em azul, delimitam onde os inimigos podem andar durante o jogo, essa delimitação também vale para as duas fases do jogo.

Figura 17 - Tela do Castelo e seus personagens



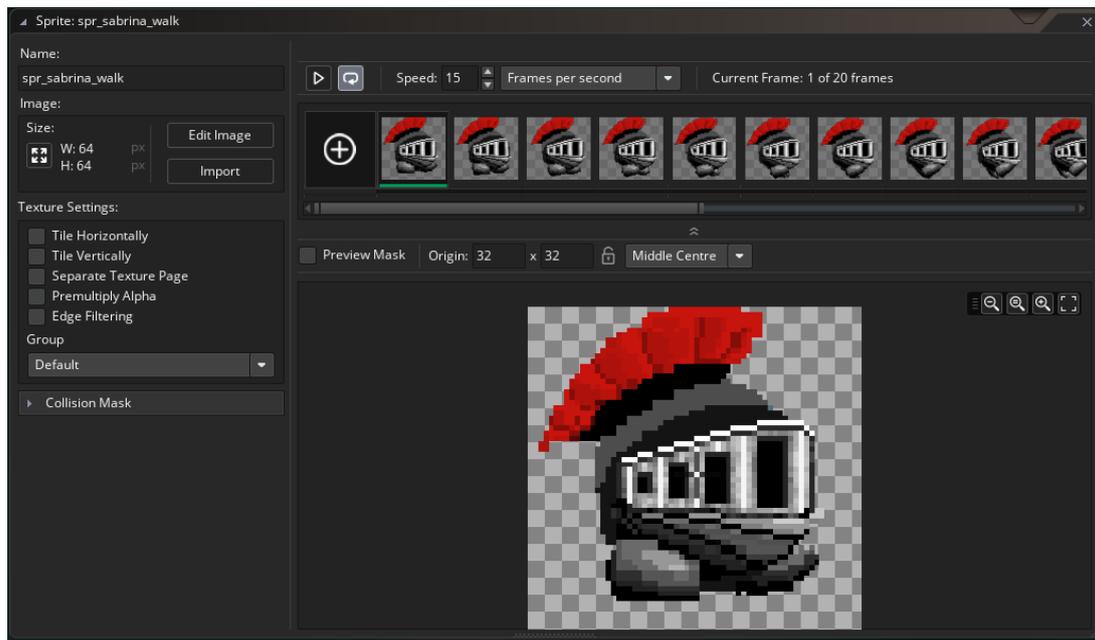
Fonte: Próprio Autor

### 5.3.2 Os personagens do jogo e mensagens para o usuário

Após a implementação do cenário foi feita a confecção dos personagens, foram construídos dois bonecos, uma bomba usada pelo personagem controlado por quem estiver jogando, e flechas que são disparadas pelo inimigo durante o jogo usando uma besta.

Todos os itens citados acima possuem suas representações construídas em duas dimensões para facilitar a construção do jogo e este ao final ser um jogo leve para rodar com poucos recursos de processamento e de imagem, não havendo a necessidade de uso de placa de vídeo ou de muita memória.

Figura 18 - Personagem Principal

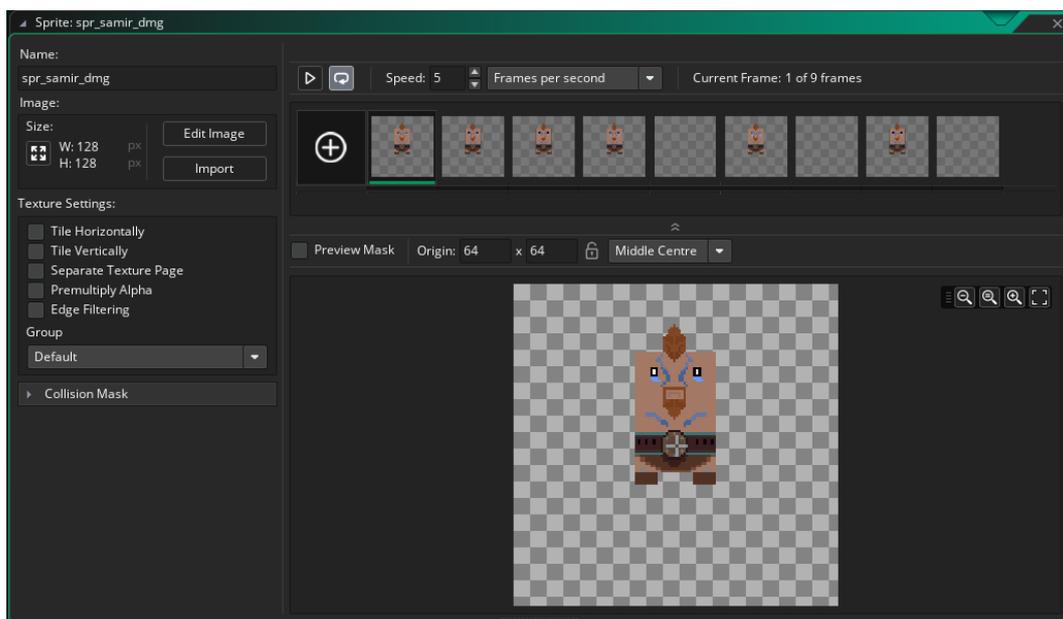


Fonte: Próprio Autor

Na Figura 18, temos o boneco que representa o personagem principal, temos a construção deste com um quadro a quadro para que exista o movimento, foi escolhido o formato de esfera com pequenas pernas por ser mais fácil de manipular a sua movimentação, pois se o mesmo tivesse a forma humanoide a movimentação de braços e pernas representaria uma dificuldade na hora da sua construção.

Para o personagem inimigo Figura 19, seguiu-se a mesma linha de construção usada para fazer o personagem principal, foram construídos uma sequência para que durante a execução do jogo o inimigo tivesse os comportamentos de andar para direita, andar para esquerda, atirar flecha e sumir ao ser destruído.

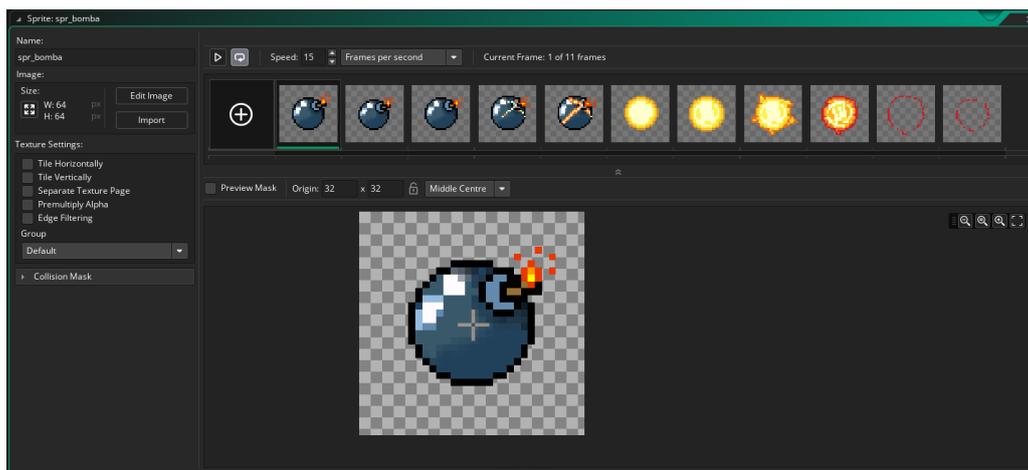
Figura 19 - Inimigo



Fonte: Próprio Autor

A bomba foi inserida como um personagem, pois interage com os inimigos, assim, ela precisa de uma construção também conforme podemos ver na Figura 20 a sua sequência após ser disparada e a como se comporta durante a explosão.

Figura 20 - Bomba

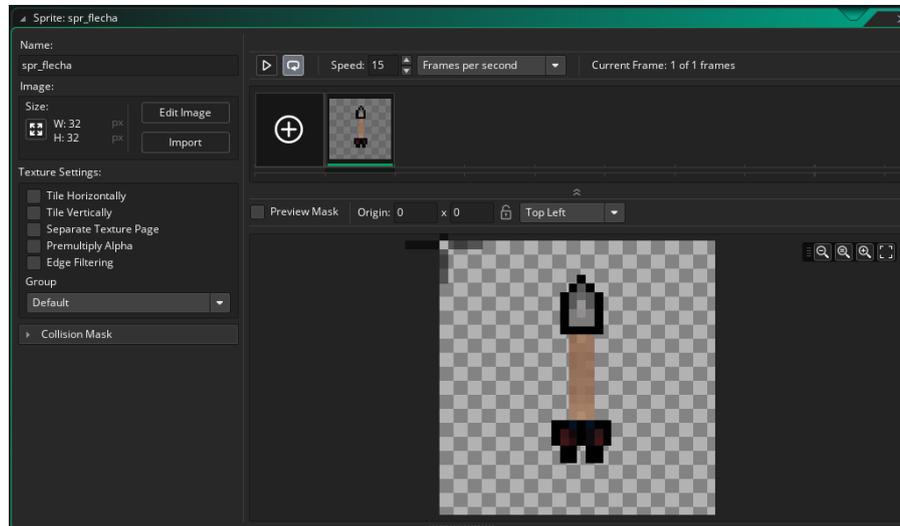


Fonte: Próprio Autor

A flecha que pode tirar vidas do personagem, ocasionando a sua derrota está representada na Figura 21 abaixo, os inimigos disparam

incessantemente para destruir o personagem principal, onde o personagem pode se desviar e/ou se esconder nas muralhas do castelo.

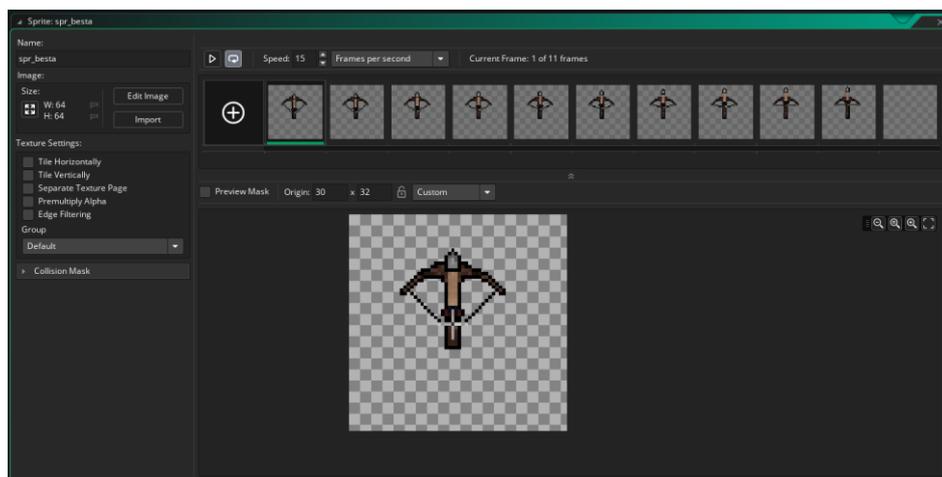
Figura 21 - Flecha



Fonte: Próprio Autor

Abaixo, temos na Figura 22 a imagem da besta e sua execução durante o disparo.

Figura 22 - Besta

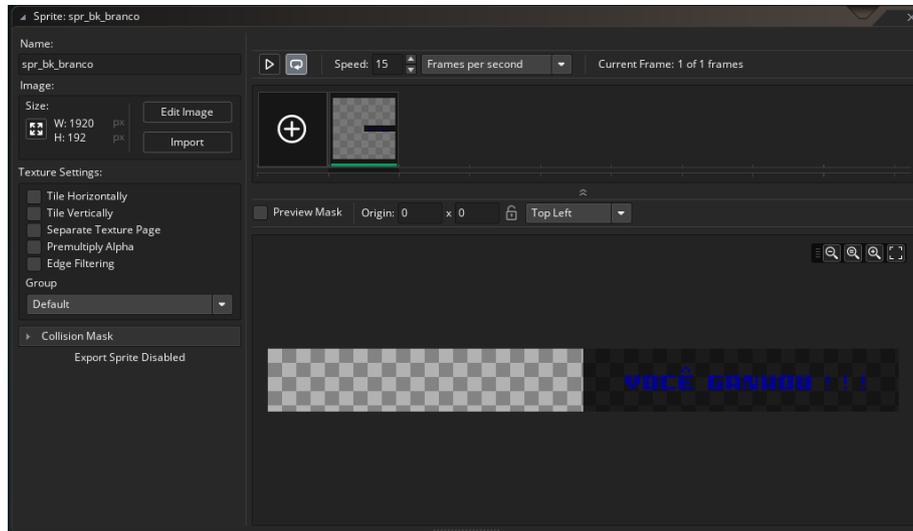


Fonte: Próprio Autor

O jogo tem como base o aluno conseguir finalizar as duas fases fazendo uso das equações de queda-livre e lançamento vertical para baixo, considerando isso, temos duas possibilidades para o jogador, ele pode ganhar

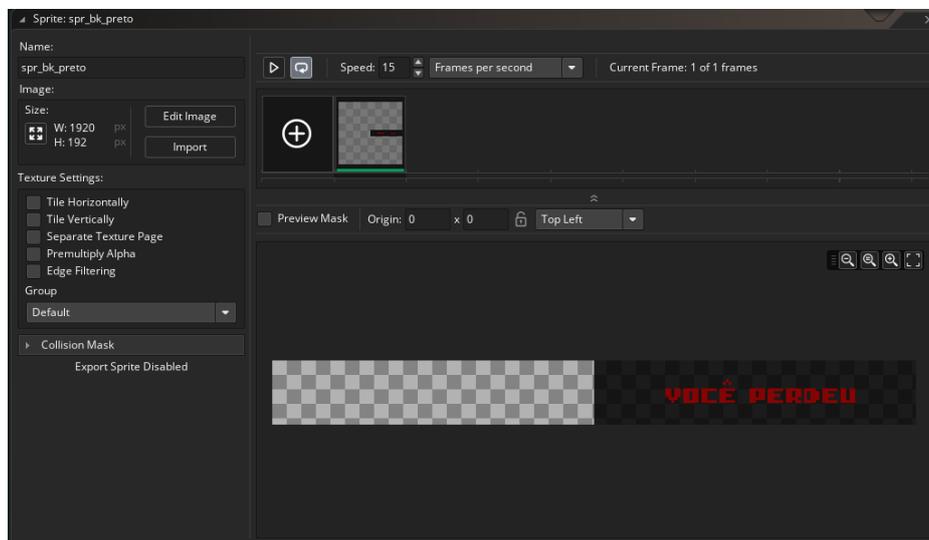
ou perder, assim, o jogo apresenta duas frases de interação, uma para vitória e outra para derrota como segue nas figuras abaixo.

Figura 23 - Você Ganhou



Fonte: Próprio Autor

Figura 24 - Você Perdeu



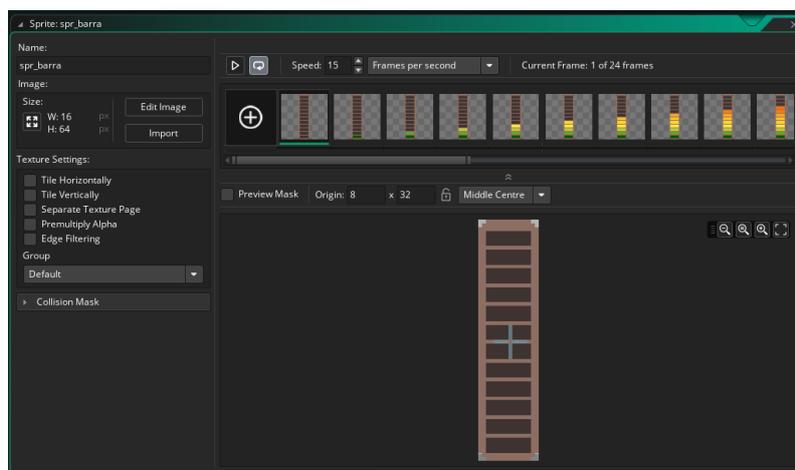
Fonte: Próprio Autor

Acima temos as representações nas Figura 23 e Figura 24, das situações vivenciada pelo jogador durante o jogo, respectivamente temos a possibilidade de vitória e na segunda a derrota.

Na segunda fase do jogo, o discente tem a possibilidade de segurar a barra de espaço do teclado do computador e impelir uma velocidade inicial a bomba que destrói o inimigo.

Como pode ser visto na Figura 25, temos uma barra que foi construída com 12 níveis, para simular nela, os estados totalmente vazia e totalmente carregada, para tanto, foram usadas 24 imagens que criam a progressividade da barra.

Figura 25 - Barra de Velocidade Inicial



Fonte: Próprio Autor

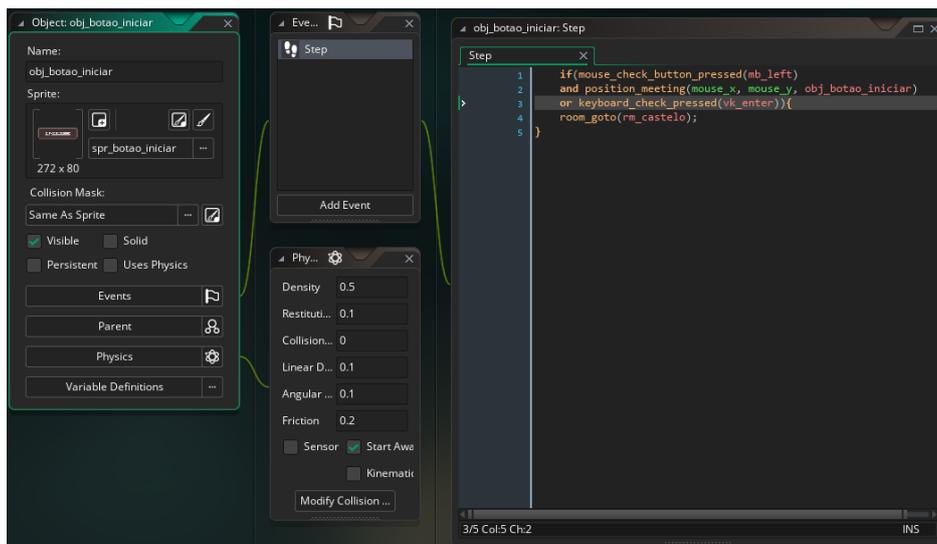
Aqui finalizamos a parte de construção dos cenários e seus personagens, a seguir será descrito como foi desenvolvido o script para funcionamento dos objetos listados até este ponto.

### 5.3.3 Programando as ações dos Botões

Inicialmente foram criados os cenários, personagens e imaginados como seriam seus comportamentos durante o jogo. Como mostrado acima temos uma visão da era medieval com cavaleiros e castelo, assim, foram pensadas rotinas a serem executadas pelos botões de acesso ao jogo e como funcionariam as ações dos personagens.

Na Figura 26, temos as definições básicas para o funcionamento do botão de iniciar o jogo.

Figura 26 - Script para o Botão Iniciar



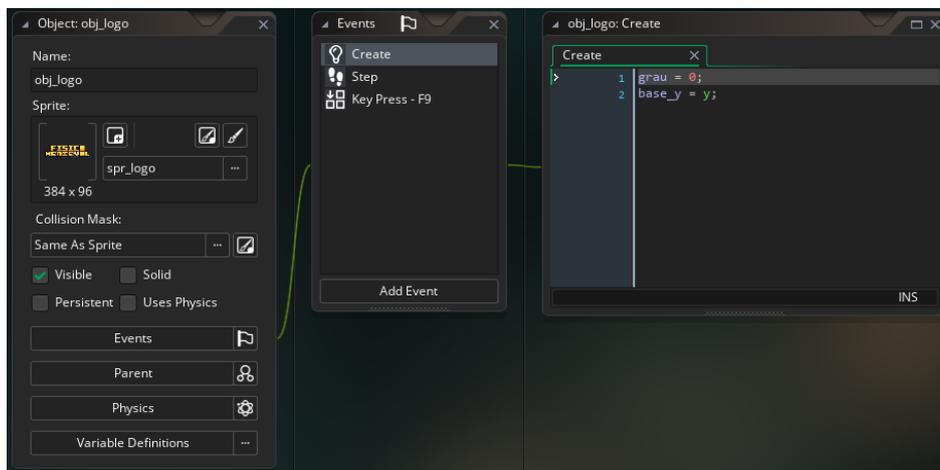
Fonte: Próprio Autor

Com o script acima temos a possibilidade de clicar no botão iniciar com o mouse (usando o botão esquerdo do mouse) ou usando o teclado para iniciar a primeira fase do jogo usando o botão enter do teclado.

Os procedimentos para os demais botões foram bem semelhantes ao script usado para o botão iniciar, sendo inserido em cada um dos botões pequenas mudanças para que eles respondam como planejado durante a análise de requisitos da construção do jogo.

Na Figura 27, temos o script para dar movimento ao nome Física Medieval.

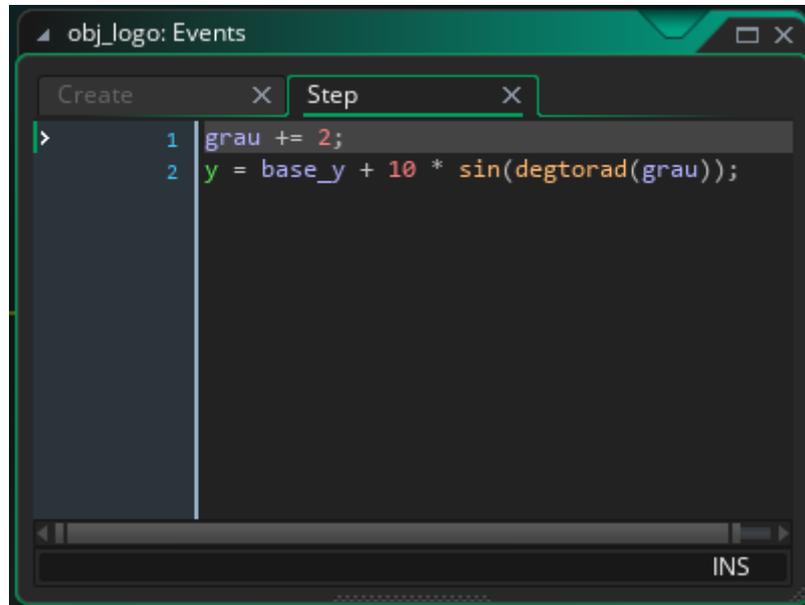
Figura 27 - Script para criar o Movimento do Texto Física Medieval



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 28, temos o script para movimentação do nome Física Medieval.

Figura 28 - Script para movimento do nome Física Medieval

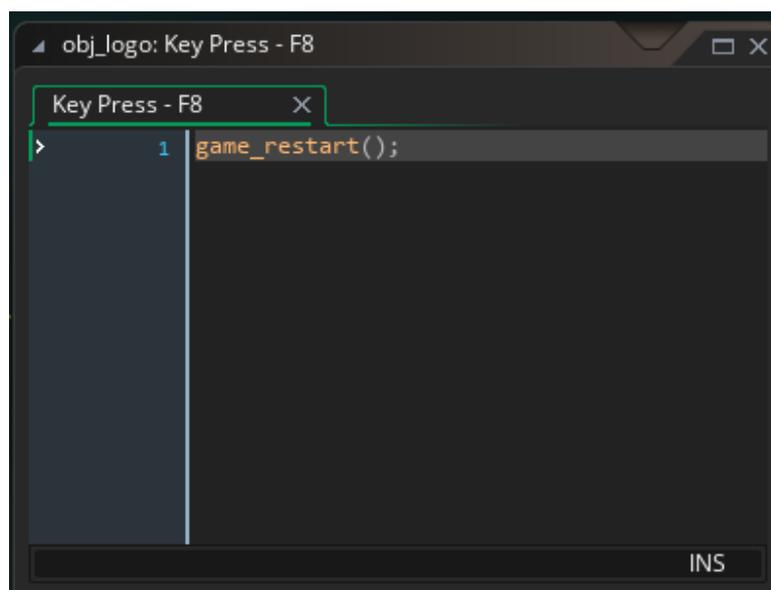


```
obj_logo: Events
Create X Step X
> 1 grau += 2;
   2 y = base_y + 10 * sin(degtorad(grau));
```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 29, temos o script para reiniciar o ranking, usando a tecla F8 do teclado.

Figura 29 - Script da tecla F8

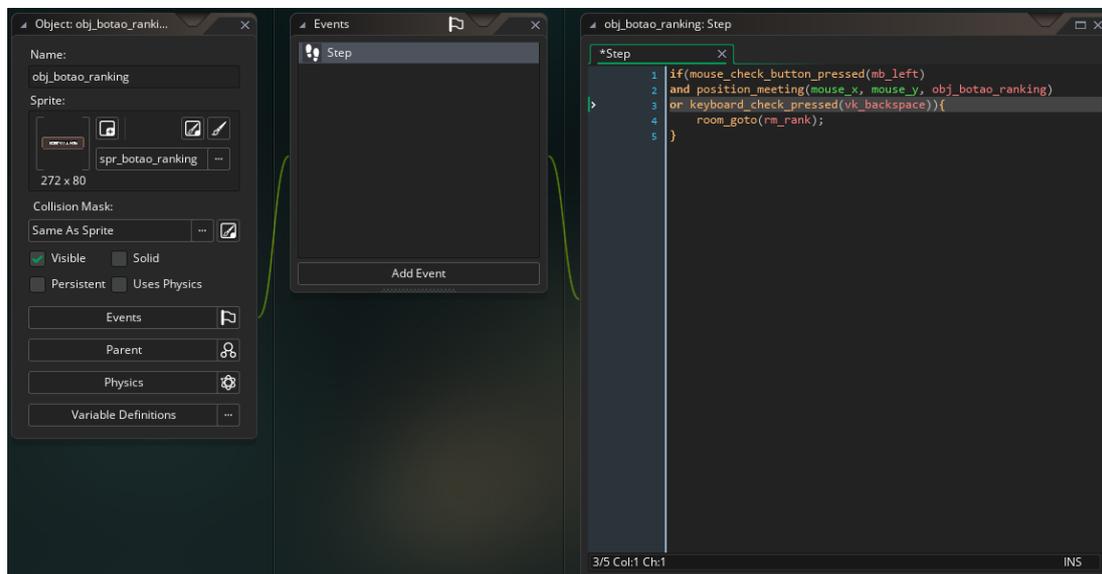


```
obj_logo: Key Press - F8
Key Press - F8 X
> 1 game_restart();
```

Fonte: Próprio Autor

Abaixo na Figura 30, temos o script para o botão de ranking que leva o jogador a tela onde estão o nome dos pontuadores em ordem decrescente de pontuação.

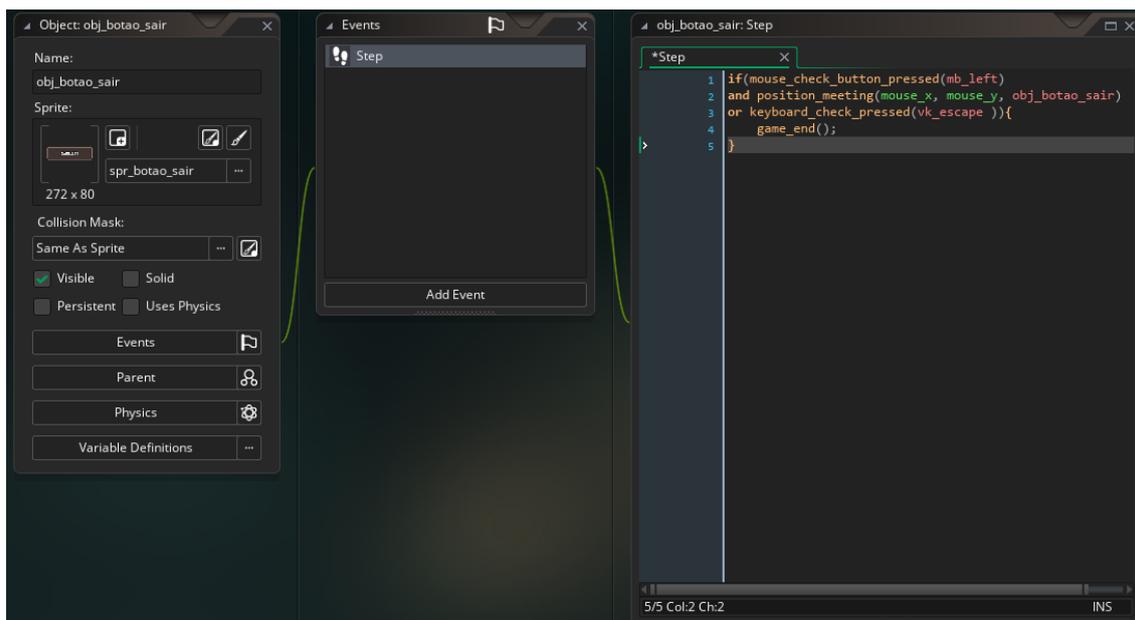
Figura 30 - Script para o Botão Ranking



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 31, temos o script necessário para que o jogador saia do jogo e encerre o programa.

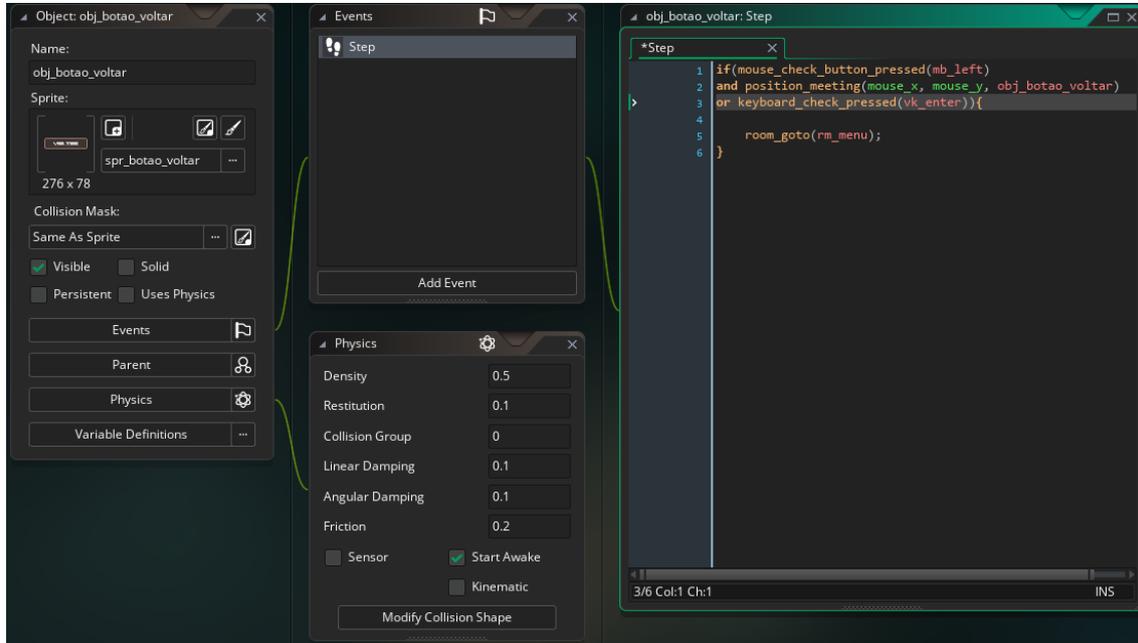
Figura 31 - Script para o Botão Sair



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 32, temos a representação do botão voltar, este é usado quando o jogador finaliza suas bombas sem ter conseguido alcançar o objetivo de destruir todos os inimigos.

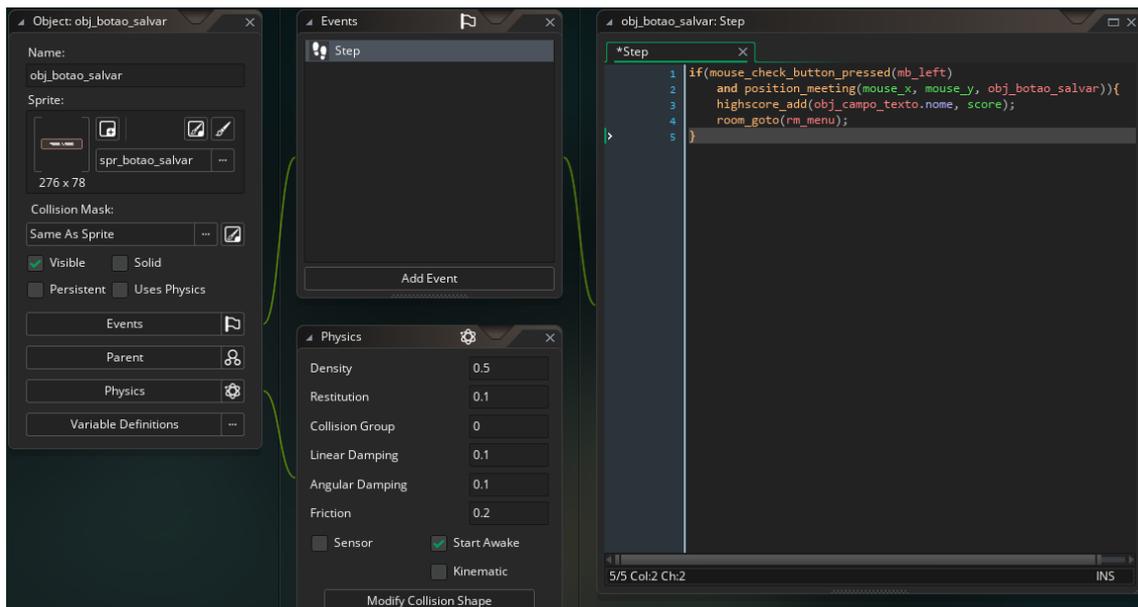
Figura 32 - Script para o Botão Voltar



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 33, temos a representação do botão salvar, este é usado quando o jogador finaliza a partida e tem a possibilidade de salvar o resultado.

Figura 33 - Script para o Botão Salvar



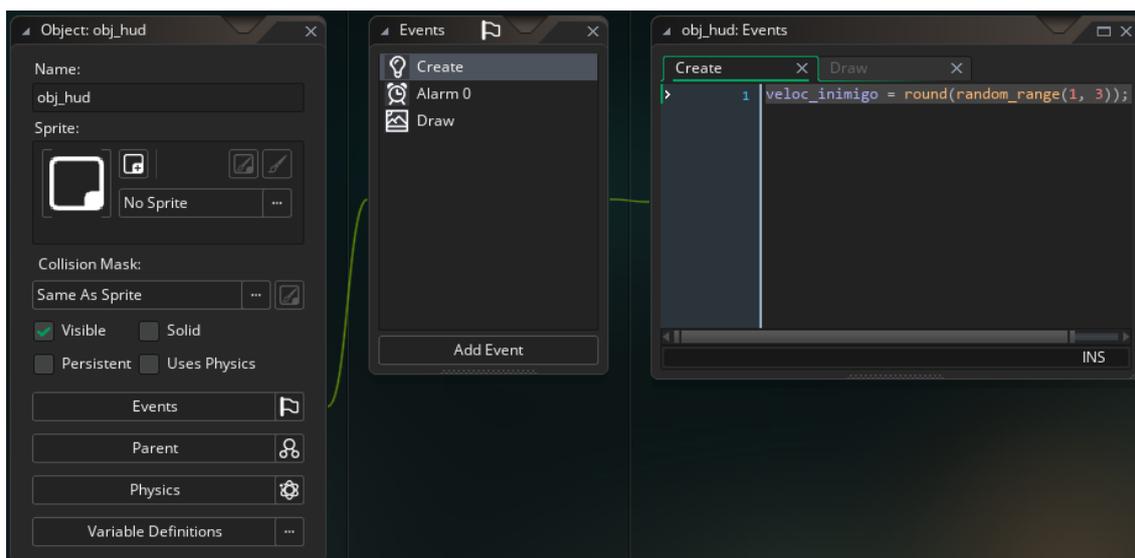
Fonte: Próprio Autor

### 5.3.4 Programando as ações dos Personagens e interações com os Cenários para Primeira Fase

Neste subtítulo, será explicado como foi feita a programação para os personagens, cenários e suas interações com bombas, besta e flechas. Como temos duas fases, os personagens apresentam comportamentos mais simples na primeira fase e mais complexo na segunda fase, para um melhor entendimento, estará descrito abaixo, as situações para os personagens na primeira e segunda fase.

Na Figura 34, temos as configurações para o cenário da primeira fase do jogo, nesta figura temos a variação da velocidade do inimigo selecionada de maneira aleatória entre os valores de 1 a 3 m/s.

Figura 34 - Script para o Movimento do Inimigo na Primeira Fase



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 35, temos o script de cenário da primeira fase, neste temos as configurações da fonte, da altura e comprimento da tela apresentada durante o jogo. Apresenta-se neste script também dados que estão apresentados no cabeçalho do jogo, como: gravidade, velocidade do inimigo, número de bombas restante, barras com marcações de posições na vertical e horizontal.

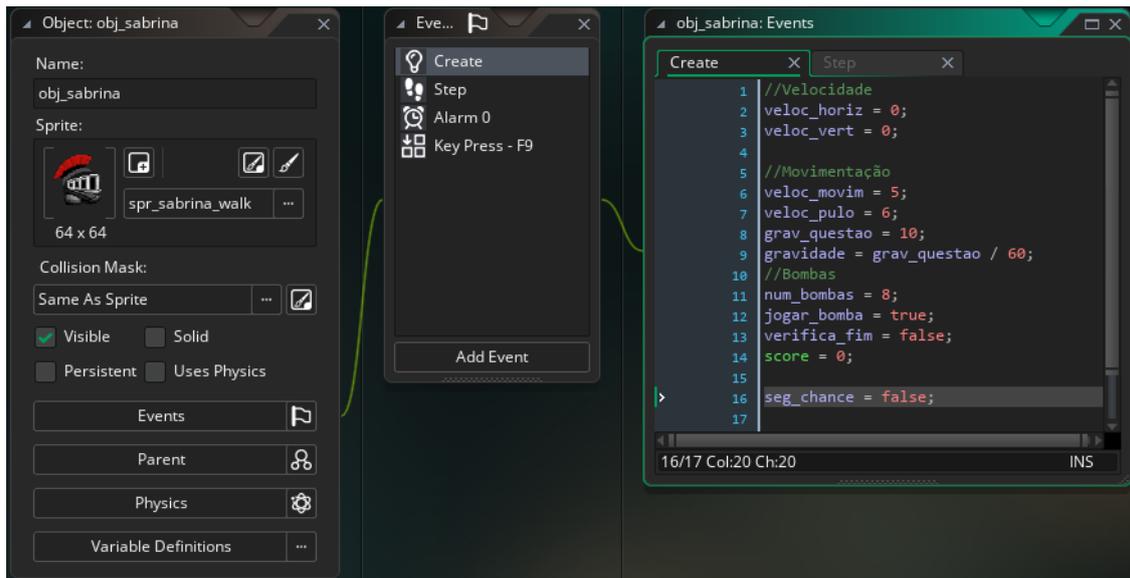
Figura 35 - Script do Cenário Primeira Fase

The editor interface shows line numbers 1 to 44 on the left, and the status bar at the bottom indicates '43/44 Col:5 Ch:2' and 'INS'.

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 36, temos o script para o personagem principal na primeira fase, nele estão descritos a sua velocidade, sua movimentação, número de bombas e argumentos lógico para o fim do jogo caso acabe as bombas sem finalizar com sucesso a primeira fase.

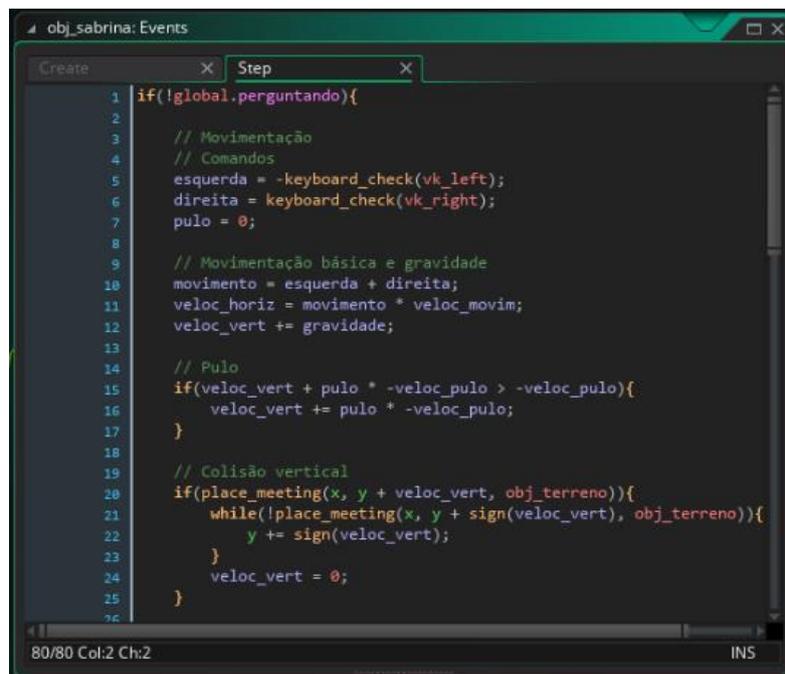
Figura 36 - Script do Personagem Principal



Fonte: Próprio Autor

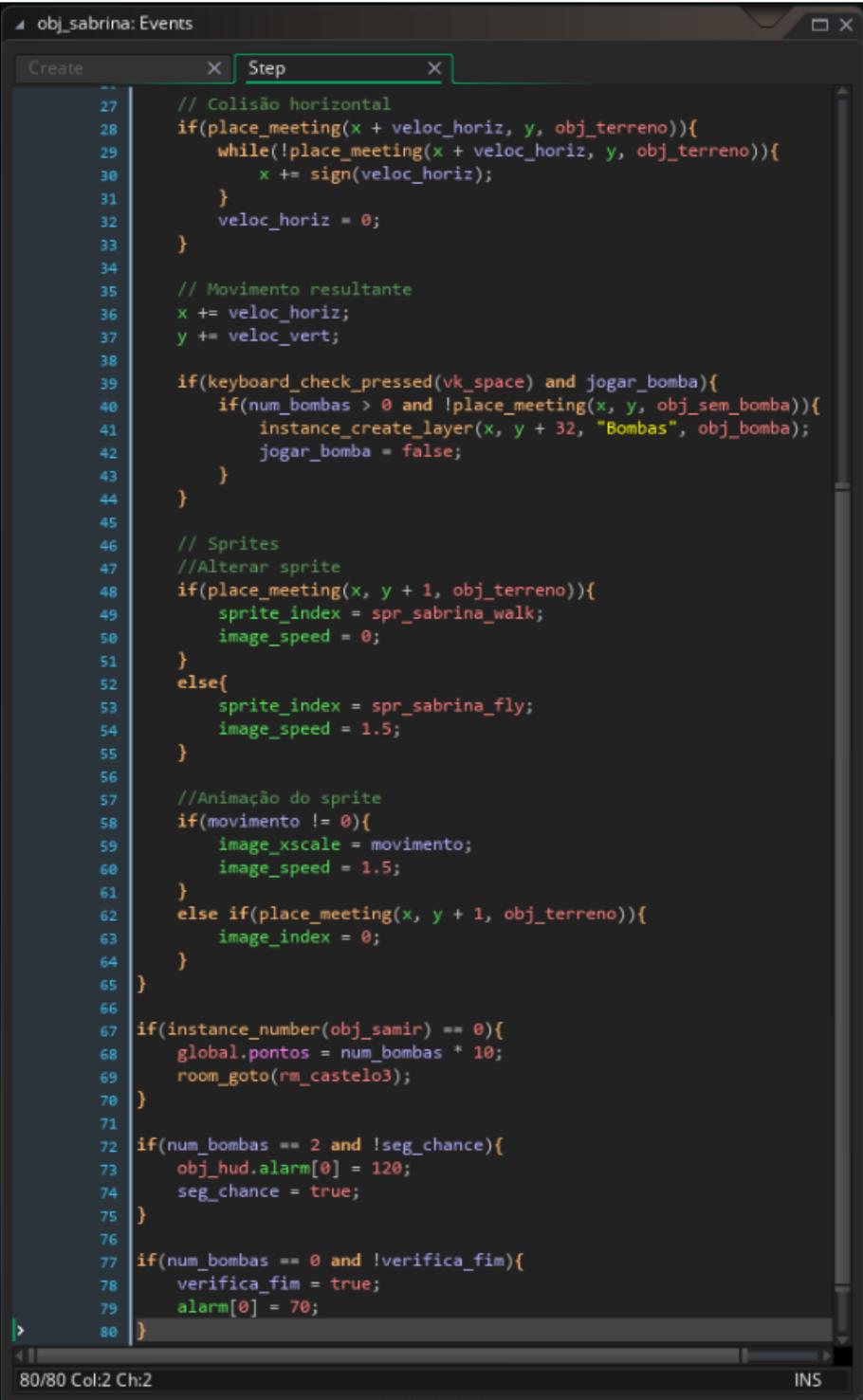
Nas Figura 37 e Figura 38, temos o script para os eventos e comandos da primeira fase referentes ao personagem principal, como exemplo podemos citar entre as linhas 3 e 4 os comandos para esquerda e para direita usando o teclado, temos os eventos de pulo e colisões entre as linhas 14 e 33.

Figura 37 - Script do Personagem Principal na Primeira Fase



Fonte: Próprio Autor

Figura 38 - Script do Personagem Principal na Primeira Fase



```

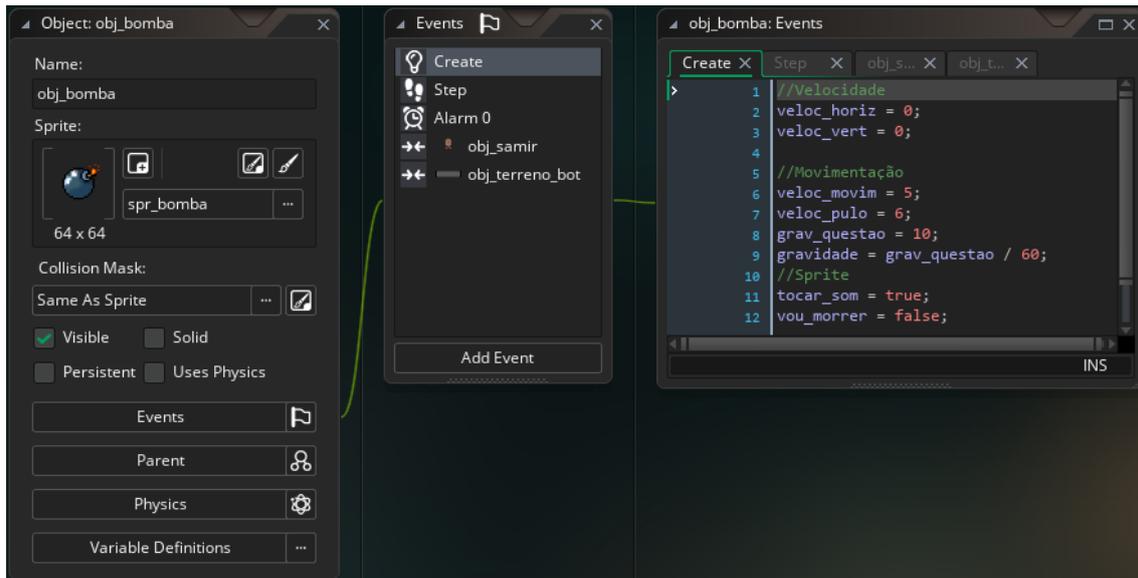
obj_sabrina: Events
Create
Step
27 // Colisão horizontal
28 if(place_meeting(x + veloc_horiz, y, obj_terreno)){
29     while(!place_meeting(x + veloc_horiz, y, obj_terreno)){
30         x += sign(veloc_horiz);
31     }
32     veloc_horiz = 0;
33 }
34
35 // Movimento resultante
36 x += veloc_horiz;
37 y += veloc_vert;
38
39 if(keyboard_check_pressed(vk_space) and jogar_bomba){
40     if(num_bombas > 0 and !place_meeting(x, y, obj_sem_bomba)){
41         instance_create_layer(x, y + 32, "Bombas", obj_bomba);
42         jogar_bomba = false;
43     }
44 }
45
46 // Sprites
47 //Alterar sprite
48 if(place_meeting(x, y + 1, obj_terreno)){
49     sprite_index = spr_sabrina_walk;
50     image_speed = 0;
51 }
52 else{
53     sprite_index = spr_sabrina_fly;
54     image_speed = 1.5;
55 }
56
57 //Animação do sprite
58 if(movimento != 0){
59     image_xscale = movimento;
60     image_speed = 1.5;
61 }
62 else if(place_meeting(x, y + 1, obj_terreno)){
63     image_index = 0;
64 }
65 }
66
67 if(instance_number(obj_samir) == 0){
68     global.pontos = num_bombas * 10;
69     room_goto(rm_castelo3);
70 }
71
72 if(num_bombas == 2 and !seg_chance){
73     obj_hud.alarm[0] = 120;
74     seg_chance = true;
75 }
76
77 if(num_bombas == 0 and !verifica_fim){
78     verifica_fim = true;
79     alarm[0] = 70;
80 }

```

Fonte: Próprio Autor

Abaixo temos o script para a bomba, esta foi programada para interagir com os personagens e com a estrutura, assim, será apresentado na Figura 39, a interação que a bomba tem com o cenário.

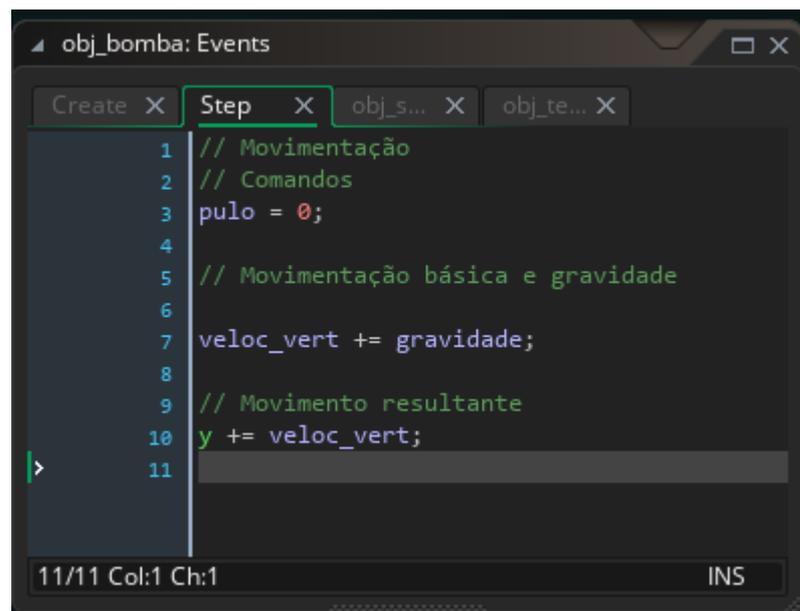
Figura 39 - Script de Interação da Bomba com o Cenário



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 40, temos o script da bomba para execução dentro do cenário, dentro deste podemos verificar os padrões iniciais para a bomba, como se refere ao script para a primeira fase, a bomba é apenas abandonada, conforme a proposta da primeira fase do jogo.

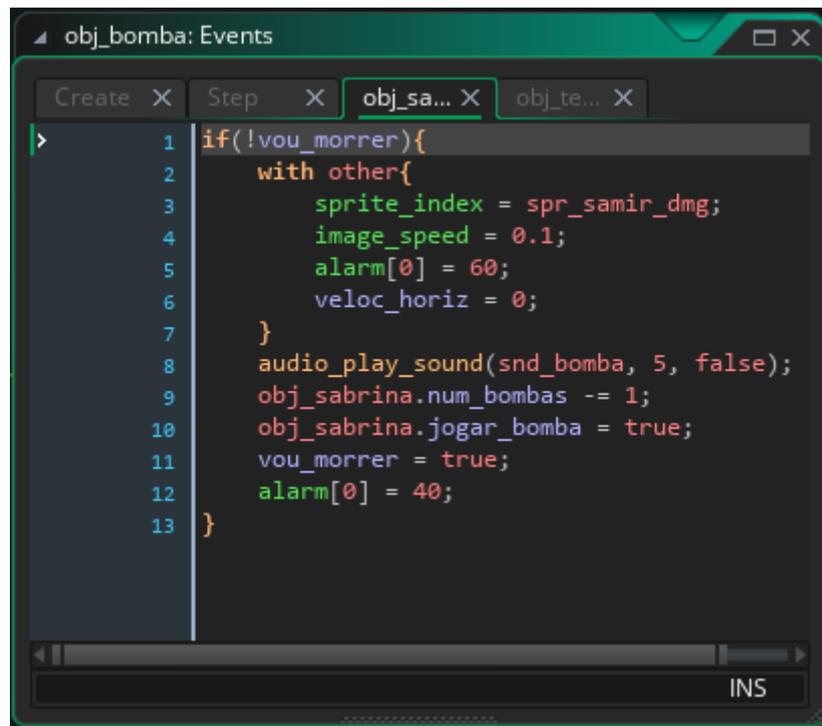
Figura 40 - Script para a Bomba



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 41, temos a interação da bomba com o personagem principal, nesse script podemos verificar os comandos para iniciar sons e como devem ocorrer a contagem regressiva da quantidade de bombas restantes na partida.

Figura 41 - Script para interação da Bomba com o Personagem Principal



```
obj_bomba: Events
Create X Step X obj_sa... X obj_te... X
1 if(!vou_morrer){
2   with other{
3     sprite_index = spr_samir_dmg;
4     image_speed = 0.1;
5     alarm[0] = 60;
6     veloc_horiz = 0;
7   }
8   audio_play_sound(snd_bomba, 5, false);
9   obj_sabrina.num_bombas -= 1;
10  obj_sabrina.jogar_bomba = true;
11  vou_morrer = true;
12  alarm[0] = 40;
13 }
```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 42, foi desenvolvido o script para fazer a interação entre a bomba e o cenário, podemos observar que, mesmo para bombas que não destroem o inimigo, elas devem explodir, ser contabilizadas e quando finalize as bombas deverá finalizar a partida.

Figura 42 - Script Interação entre bomba e cenário

```

1 if(!vou_morrer){
2     audio_play_sound(snd_bomba, 5, false);
3     obj_sabrina.num_bombas -= 1;
4     obj_sabrina.jogar_bomba = true;
5     vou_morrer = true;
6     alarm[0] = 40;
7 }

```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 43, temos o script para o inimigo, neste podemos descrever a velocidade de maneira variável para cada partida iniciada, também podemos inserir dados sobre a movimentação do inimigo.

Figura 43 - Script para o Inimigo

```

1 //Velocidade
2 veloc_horiz = global.veloc_inimigo * sign(random_range(-10, 10));
3 veloc_vert = 0;
4
5 //Movimentação
6 grav_questao = 9.8;
7 gravidade = grav_questao / 60;
8
9 image_speed = 7;

```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 44, temos o script para a interação do inimigo com o cenário e com as bombas que podem destruí-lo, temos a descrição para as colisões horizontais e verticais, podemos descrever também o movimento resultante.

Figura 44 - Script de interação do Inimigo

```

obj_samir: Events
  Create
  Step
1 // Movimentação
2 // Comandos
3
4 // Movimentação básica e gravidade
5 veloc_vert += gravidade;
6
7
8 // Colisão vertical
9 if(place_meeting(x, y + veloc_vert, obj_terreno_bot)){
10   while(!place_meeting(x, y + sign(veloc_vert), obj_terreno_bot)){
11     y += sign(veloc_vert);
12   }
13   veloc_vert = 0;
14 }
15
16 // Colisão horizontal
17 if(place_meeting(x + veloc_horiz, y, obj_kika)){
18   while(!place_meeting(x + sign(veloc_horiz), y, obj_kika)){
19     x += sign(veloc_horiz);
20   }
21   veloc_horiz *= -1;
22 }
23
24
25 // Movimento resultante
26 x += veloc_horiz;
27 y += veloc_vert;
  
```

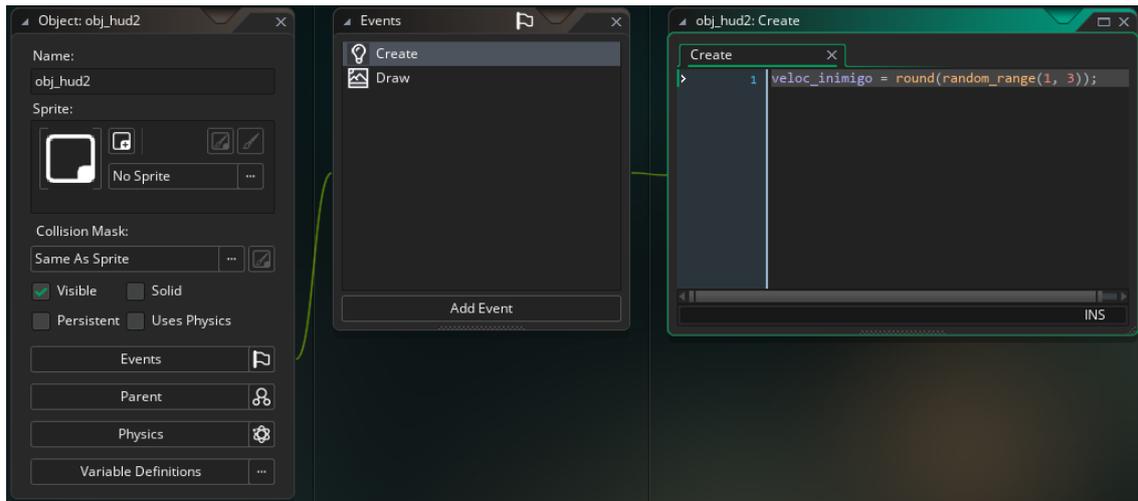
Fonte: Próprio Autor

### 5.3.5 Programando as ações dos Personagens e interações com os Cenários para Segunda Fase

Para a construção da segunda fase, foram aproveitados uma parte do cenário e os personagens, os scripts para interação sofreram pequenas alterações dada a necessidade de inserir a barra que carrega a velocidade inicial do personagem principal e o inimigo que passou a atirar flechas contra o personagem principal.

Na Figura 45, temos o script para o cenário da segunda fase, no início da partida temos a velocidade do inimigo escolhida de forma aleatória conforme figura abaixo.

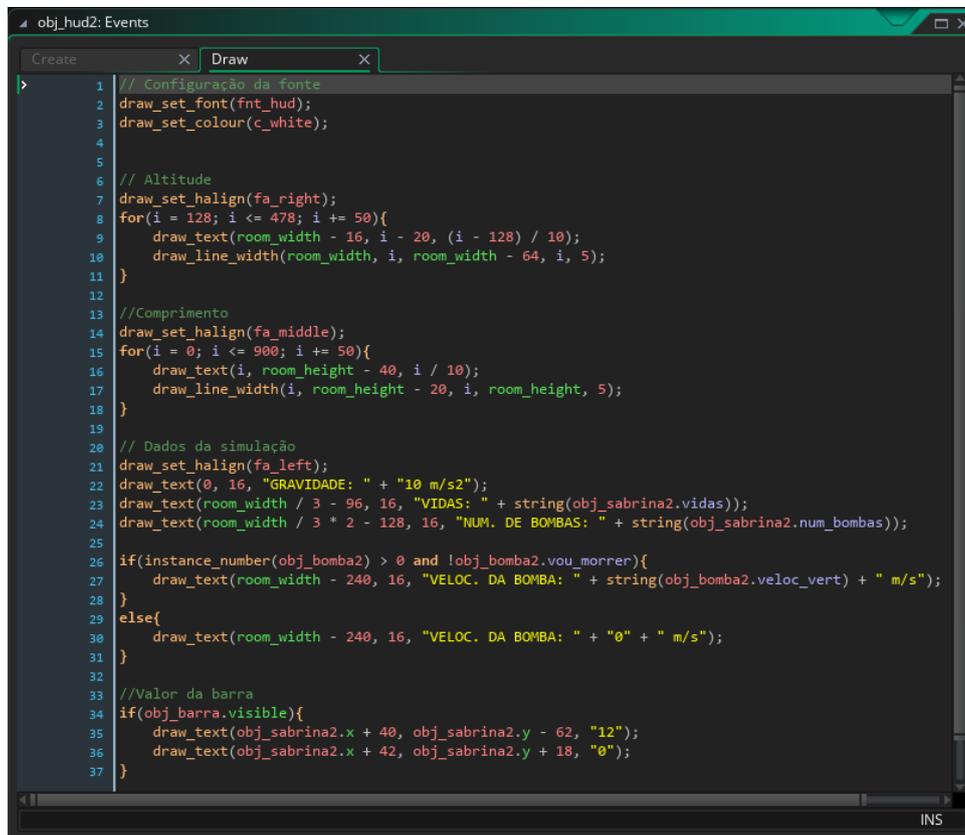
Figura 45 - Script para os parâmetros iniciais do Cenário da Segunda Fase



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 46, temos o script do cenário para configurações da fonte, altitude, comprimento, gravidade, contagem de vidas, número de bombas e do funcionamento da barra que define a velocidade inicial da bomba.

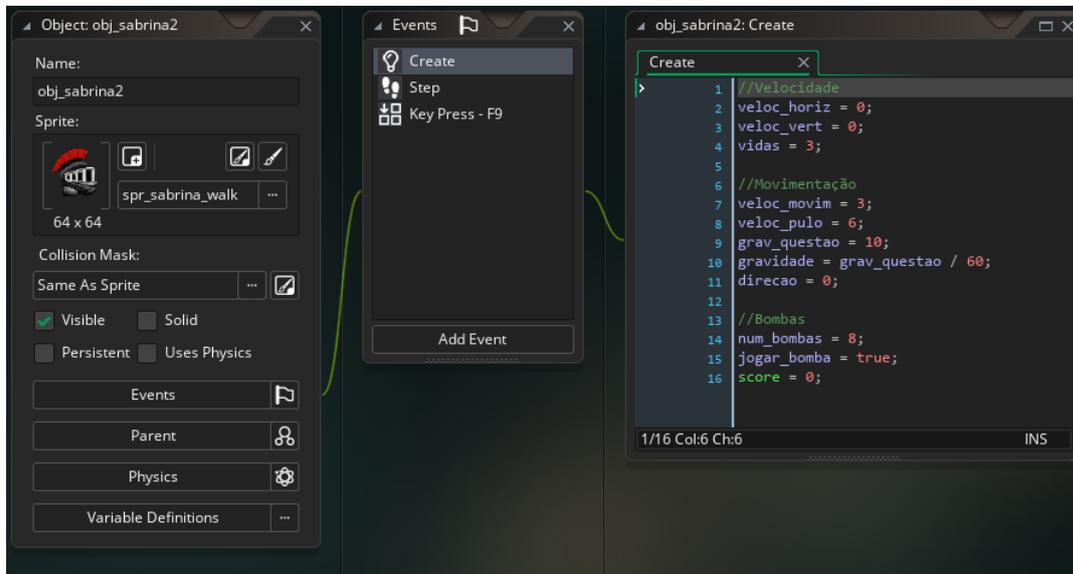
Figura 46 - Script para as definições de Cenário na Segunda Fase



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 47, temos o script para o personagem principal, neste temos os parâmetros iniciais como velocidade, movimentação e quantidade de bombas e número de vidas.

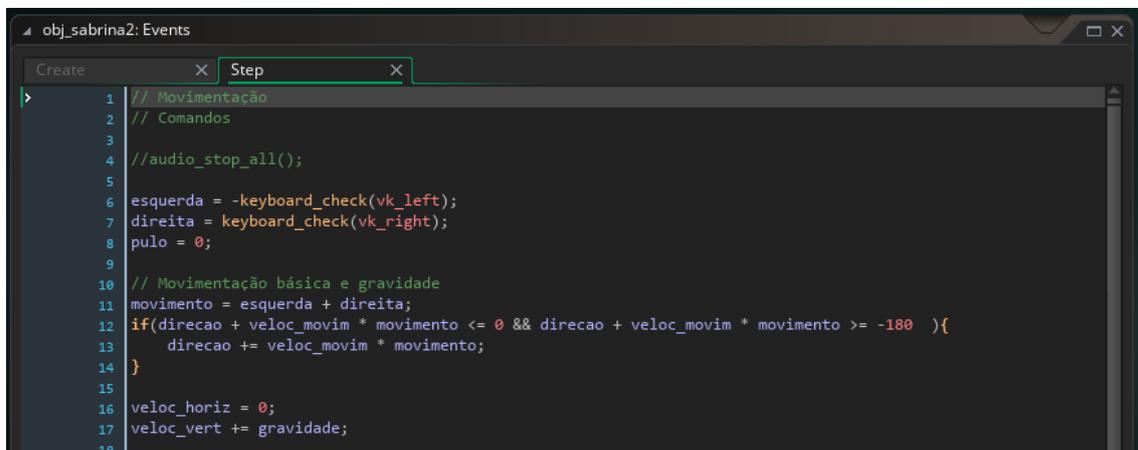
Figura 47 - Script do Personagem Principal na Segunda Fase



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 48, Figura 49 e Figura 50 temos o script para descrever todos os eventos do personagem principal na segunda fase, entre eles podemos citar: comandos de teclado, movimentação básica, pulo, colisões vertical e horizontal, velocidade resultante e funcionamento da barra de velocidade inicial.

Figura 48 - Script para o Personagem Principal na Segunda Fase – Parte 1



Fonte: Próprio Autor

Figura 49 - Script para o Personagem Principal na Segunda Fase – Parte 2

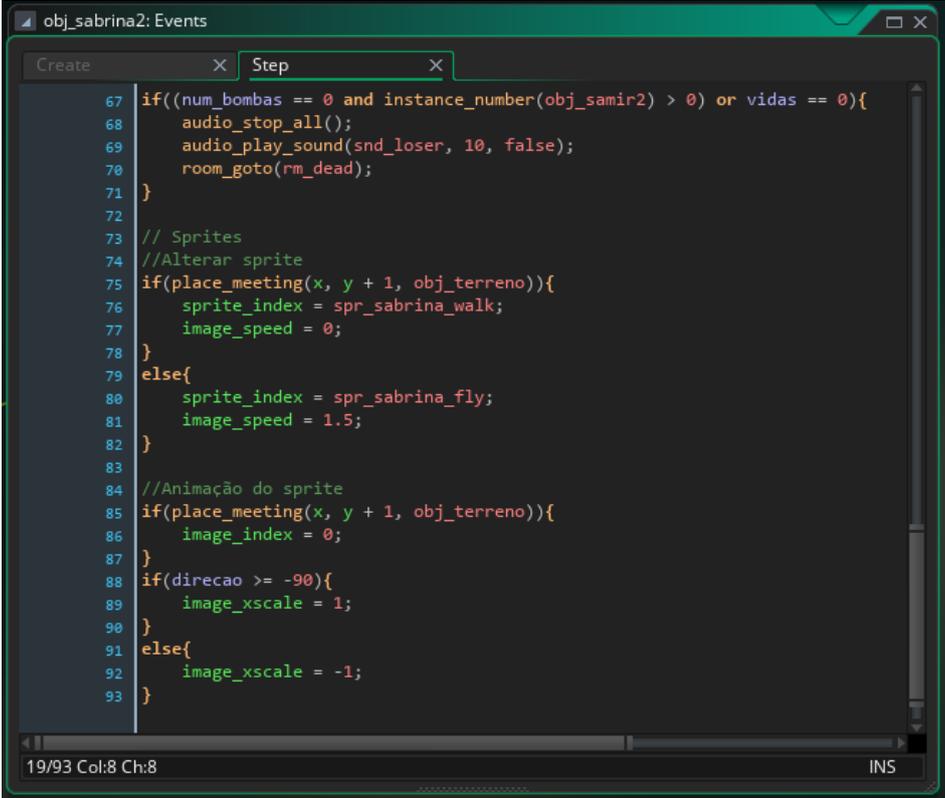
```

obj_sabrina2: Events
Create
Step
19 // Pulo
20 if(veloc_vert + pulo * -veloc_pulo > -veloc_pulo){
21     veloc_vert += pulo * -veloc_pulo;
22 }
23
24 // Colisão vertical
25 if(place_meeting(x, y + veloc_vert, obj_terreno)){
26     while(!place_meeting(x, y + sign(veloc_vert), obj_terreno)){
27         y += sign(veloc_vert);
28     }
29     veloc_vert = 0;
30 }
31
32 // Colisão horizontal
33 if(place_meeting(x + veloc_horiz, y, obj_terreno)){
34     while(!place_meeting(x + veloc_horiz, y, obj_terreno)){
35         x += sign(veloc_horiz);
36     }
37     veloc_horiz = 0;
38 }
39
40 // Movimento resultante
41 x += veloc_horiz;
42 y += veloc_vert;
43
44 if(keyboard_check(vk_space) and jogar_bomba){
45     obj_barra.visible = true;
46     obj_mira.visible = true;
47 }
48
49 if(keyboard_check_released(vk_space)){
50     obj_barra.visible = false;
51     obj_mira.visible = false;
52     if(jogar_bomba){
53         num_bombas -= 1;
54         jogar_bomba = false;
55         instance_create_layer(x+lengthdir_x(48,direcao), y+lengthdir_y(48,direcao), "Bombas", obj_bomba2);
56     }
57 }
58
59
60 if(instance_number(obj_samir2) == 0){
61     score += num_bombas * 10 + vidas * 5;
62     audio_stop_all();
63     audio_play_sound(snd_win, 10, false);
64     room_goto(rm_castelo3);
65 }
66

```

Fonte: Próprio Autor

Figura 50 - Script para o Personagem Principal na Segunda Fase – Parte 3



```

67 if((num_bombas == 0 and instance_number(obj_samir2) > 0) or vidas == 0){
68     audio_stop_all();
69     audio_play_sound(snd_loser, 10, false);
70     room_goto(rm_dead);
71 }
72
73 // Sprites
74 //Alterar sprite
75 if(place_meeting(x, y + 1, obj_terreno)){
76     sprite_index = spr_sabrina_walk;
77     image_speed = 0;
78 }
79 else{
80     sprite_index = spr_sabrina_fly;
81     image_speed = 1.5;
82 }
83
84 //Animação do sprite
85 if(place_meeting(x, y + 1, obj_terreno)){
86     image_index = 0;
87 }
88 if(direcao >= -90){
89     image_xscale = 1;
90 }
91 else{
92     image_xscale = -1;
93 }

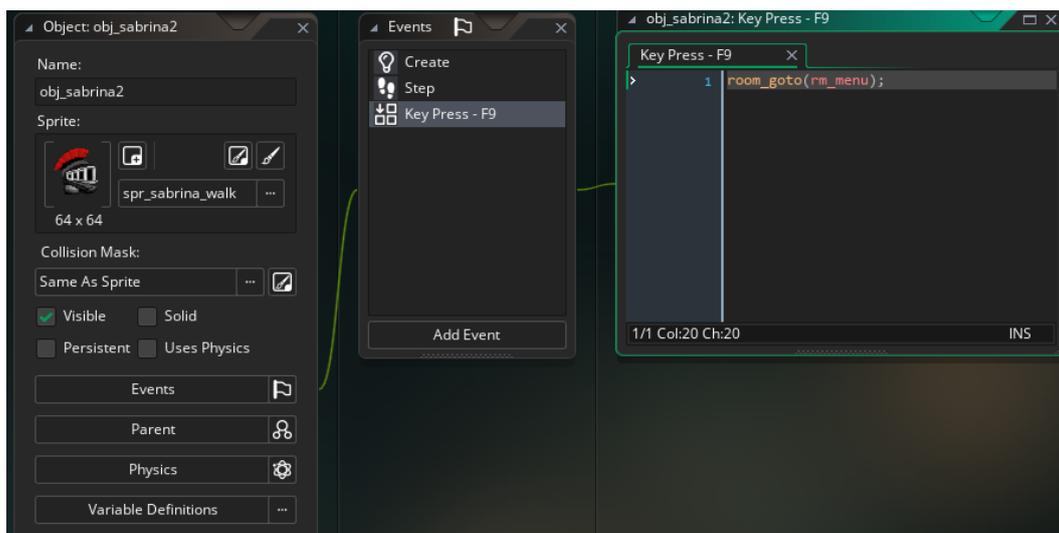
```

19/93 Col:8 Ch:8 INS

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 51, temos um script comum para primeira e segunda fase, nele temos o cadastro da tecla F9 do teclado para retornar ao menu principal.

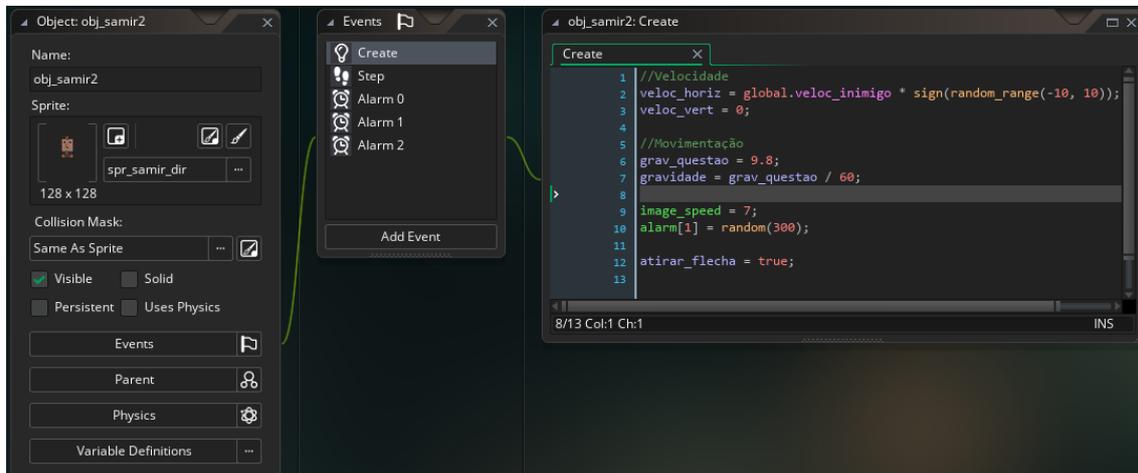
Figura 51 - Script para configuração da tecla F9



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 52, temos o script para o inimigo na segunda fase, na figura podemos verificar os comandos gerais para velocidade, movimentação, e procedimento para atirar flechas.

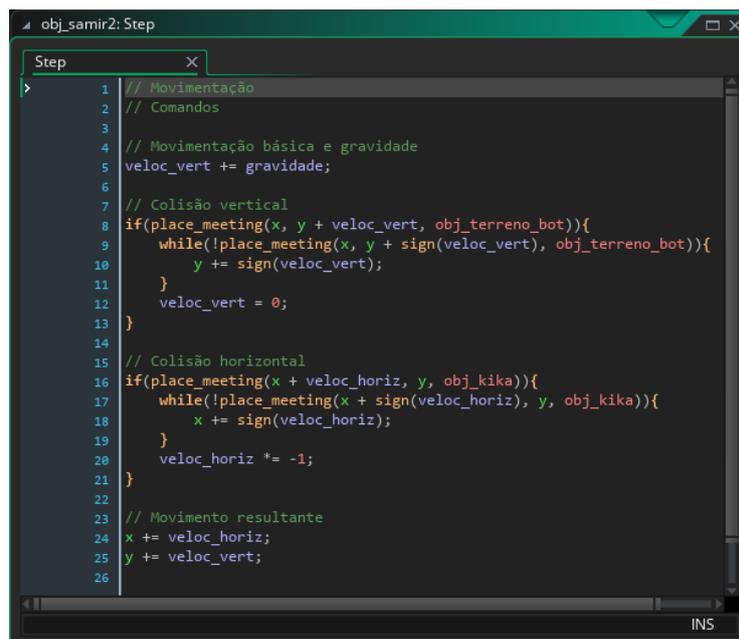
Figura 52 - Script do Inimigo na Segunda Fase



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 53, foi descrito o script para colisões verticais, colisões horizontais e como se desenvolve o comportamento com o cenário, evitando que o inimigo ultrapasse os limites laterais do cenário.

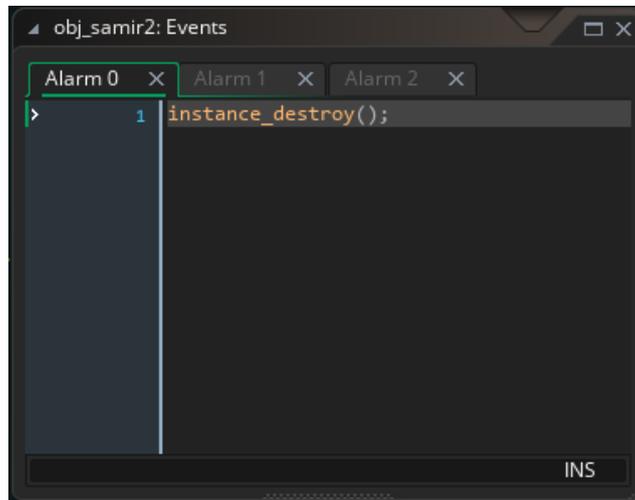
Figura 53 – Script da interação do Inimigo com o Cenário



Fonte: Próprio Autor

Para o inimigo, foram feitas configurações adicionais, foram escritos mais três scripts para conseguir fazer com que este consiga atirar por exemplo, nas figuras abaixo temos as telas com a programação necessária.

Figura 54 - Script para destruição do inimigo



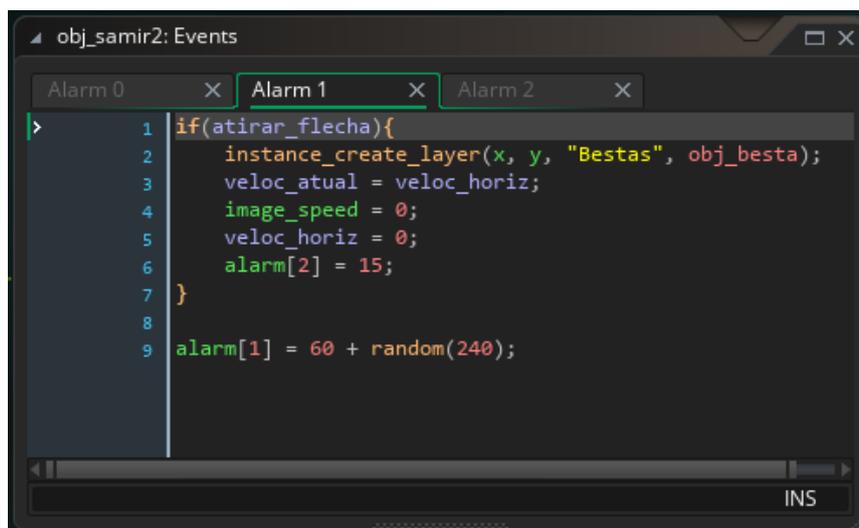
```
obj_samir2: Events
Alarm 0 x Alarm 1 x Alarm 2 x
> 1 instance_destroy();
INS
```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 54, temos a configuração para ler o script que faz o momento da destruição do inimigo.

Na Figura 55, o script descreve o momento em que o inimigo para o seu movimento e atira uma flecha em direção ao personagem principal.

Figura 55 – Script da parada do Inimigo para Atirar Flecha



```
obj_samir2: Events
Alarm 0 x Alarm 1 x Alarm 2 x
> 1 if(atirar_flecha){
2     instance_create_layer(x, y, "Bestas", obj_bestas);
3     veloc_atual = veloc_horiz;
4     image_speed = 0;
5     veloc_horiz = 0;
6     alarm[2] = 15;
7 }
8
9 alarm[1] = 60 + random(240);
INS
```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 56, o script descreve a ação da velocidade horizontal do inimigo, este script retoma o script da Figura 55.

Figura 56 - Script para velocidade do Inimigo na Segunda Fase

```

obj_samir2: Events
Alarm 0 x Alarm 1 x Alarm 2 x
1 image_speed = 7;
2 veloc_horiz = veloc_atual;
INS

```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 57, temos o script para a execução da bomba no cenário da segunda fase do jogo, neste, estão descritas as instruções de interação como velocidade e movimentação.

Figura 57 - Script da Bomba na Segunda Fase

```

Object: obj_bomba2
Name: obj_bomba2
Sprite: spr_bomba (64 x 64)
Collision Mask: Same As Sprite
Visible: checked
Solid: unchecked
Persistent: unchecked
Uses Physics: unchecked

Events:
- Create
- Step
- Alarm 0
  - obj_flecha
  - obj_kika
  - obj_samir2
  - obj_terrano_bot

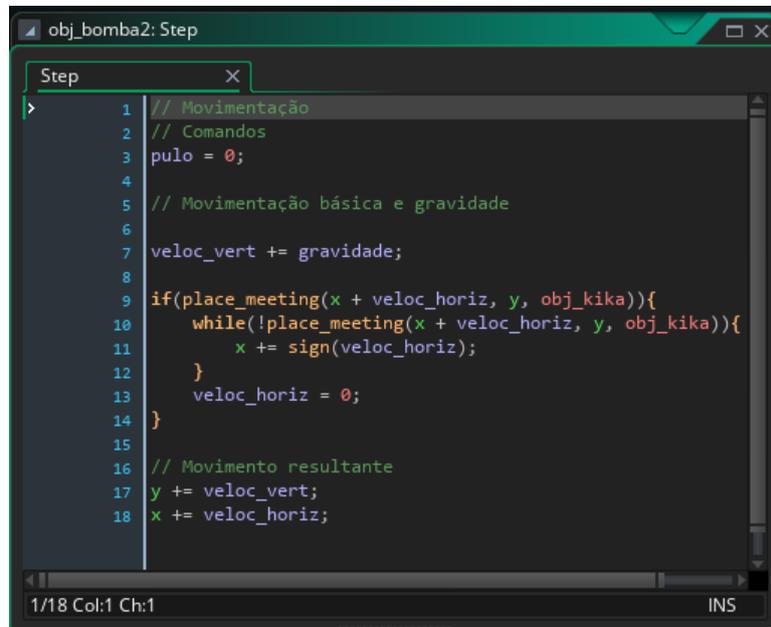
obj_bomba2: Create
Create
1 //Velocidade
2 veloc_horiz = obj_barra.intensidade * cos(degtoRad(obj_sabrina2.direcao));
3 veloc_vert = 0;
4 image_speed = 0;
5
6 //Movimentação
7 veloc_movim = 5;
8 veloc_pulo = 6;
9 grav_questao = 10;
10 gravidade = grav_questao / 60;
11
12 tocar_som = true;
13 vou_morrer = false;
INS

```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 58, o script mostra o código necessário para a bomba fazer o seu comportamento de queda nas suas componentes vertical e horizontal e como será a interação com o cenário.

Figura 58 - Script da Bomba com seu Comportamento com Cenário

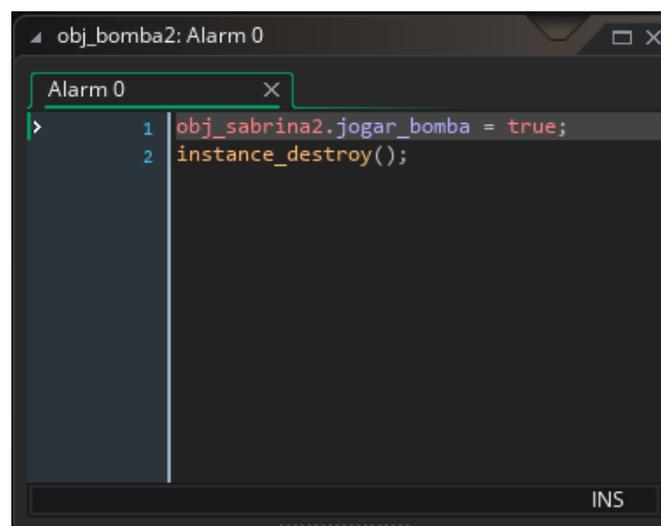


```
obj_bomba2: Step
Step
1 // Movimentação
2 // Comandos
3 pulo = 0;
4
5 // Movimentação básica e gravidade
6
7 veloc_vert += gravidade;
8
9 if(place_meeting(x + veloc_horiz, y, obj_kika)){
10     while(!place_meeting(x + veloc_horiz, y, obj_kika)){
11         x += sign(veloc_horiz);
12     }
13     veloc_horiz = 0;
14 }
15
16 // Movimento resultante
17 y += veloc_vert;
18 x += veloc_horiz;
```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 59, podemos observar o script para o personagem principal atirar uma bomba.

Figura 59 - Script para Atirar a Bomba

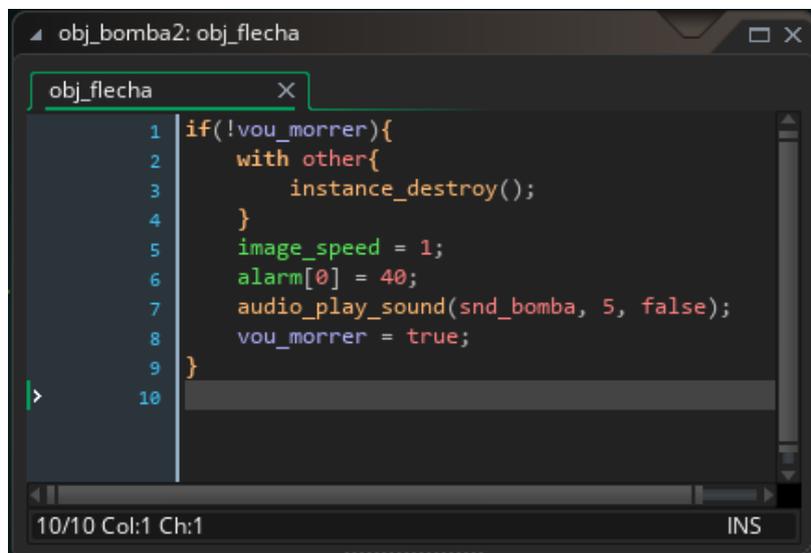


```
obj_bomba2: Alarm 0
Alarm 0
1 obj_sabrina2.jogar_bomba = true;
2 instance_destroy();
```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 60, temos a interação da flecha com a bomba, pode-se verificar a linha que dispara o áudio e comportamento de contato entre bomba e flecha.

Figura 60 - Script para Interação da Bomba e Flecha



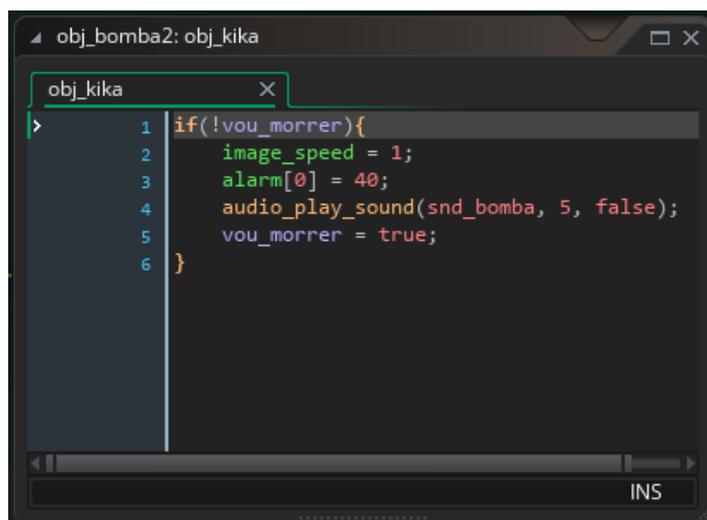
```
obj_bomba2: obj_flecha
obj_flecha
1  if(!vou_morrer){
2      with other{
3          instance_destroy();
4      }
5      image_speed = 1;
6      alarm[0] = 40;
7      audio_play_sound(snd_bomba, 5, false);
8      vou_morrer = true;
9  }
10
```

10/10 Col:1 Ch:1 INS

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 61, temos o script da interação da bomba com o céu, neste temos os comandos para iniciar o áudio.

Figura 61 - Script da interação da Bomba com o Céu



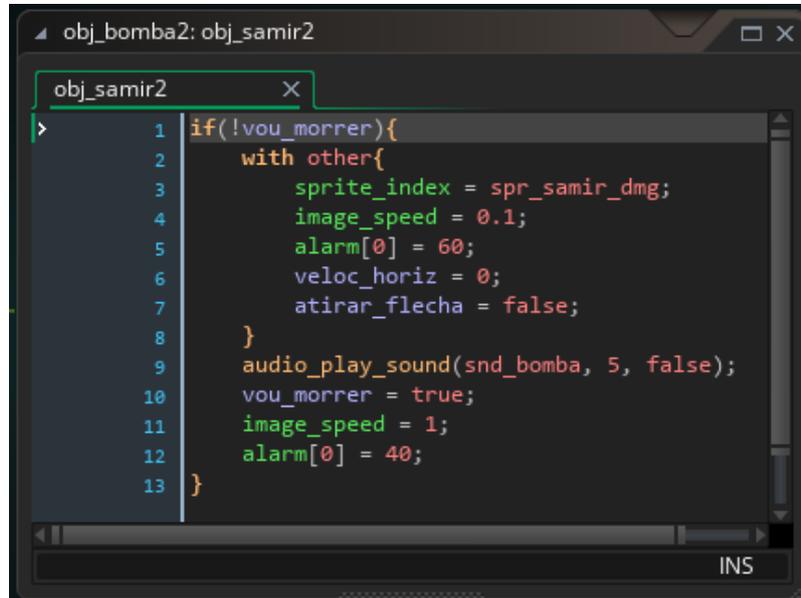
```
obj_bomba2: obj_kika
obj_kika
1  if(!vou_morrer){
2      image_speed = 1;
3      alarm[0] = 40;
4      audio_play_sound(snd_bomba, 5, false);
5      vou_morrer = true;
6  }
```

INS

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 62, temos o script de interação entre bomba e o inimigo, neste temos os comandos para o inimigo morrer, velocidade e sons.

Figura 62 - Script de Interação entre a Bomba e o Inimigo

A screenshot of a code editor window titled 'obj\_bomba2: obj\_samir2'. The editor shows a script for 'obj\_samir2' with the following code:

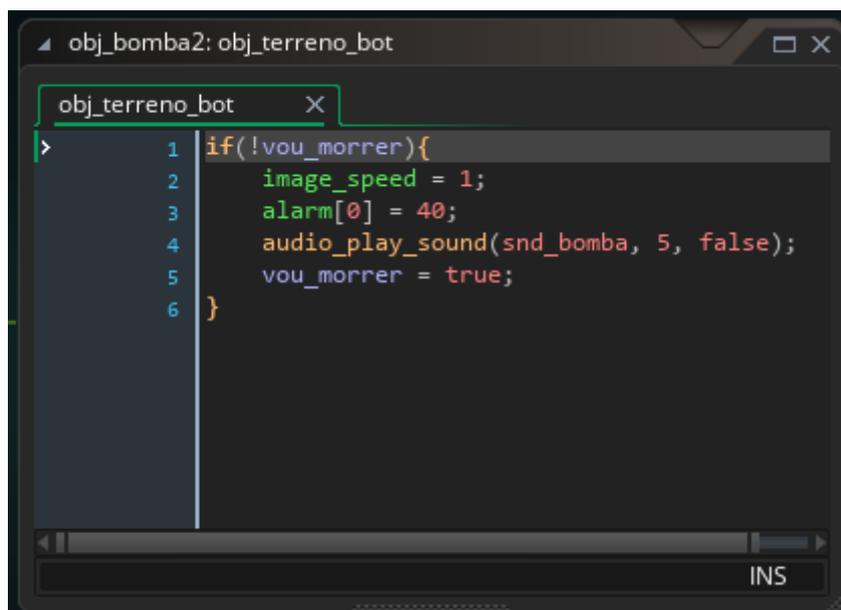
```
1 if(!vou_morrer){
2   with other{
3     sprite_index = spr_samir_dmg;
4     image_speed = 0.1;
5     alarm[0] = 60;
6     veloc_horiz = 0;
7     atirar_flecha = false;
8   }
9   audio_play_sound(snd_bomba, 5, false);
10  vou_morrer = true;
11  image_speed = 1;
12  alarm[0] = 40;
13 }
```

The code is color-coded: 'if' is blue, 'with other' is green, 'sprite\_index' is green, 'image\_speed' is green, 'alarm[0]' is green, 'veloc\_horiz' is green, 'atirar\_flecha' is green, 'audio\_play\_sound' is green, 'vou\_morrer' is green, and 'image\_speed' is green. The editor has a dark background and a scrollbar on the right. The 'INS' key is visible at the bottom right.

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 63, o script descreve a interação entre a bomba e o solo, temos o script para iniciar som da bomba.

Figura 63 - Script de Interação entre Bomba e Solo

A screenshot of a code editor window titled 'obj\_bomba2: obj\_terreno\_bot'. The editor shows a script for 'obj\_terreno\_bot' with the following code:

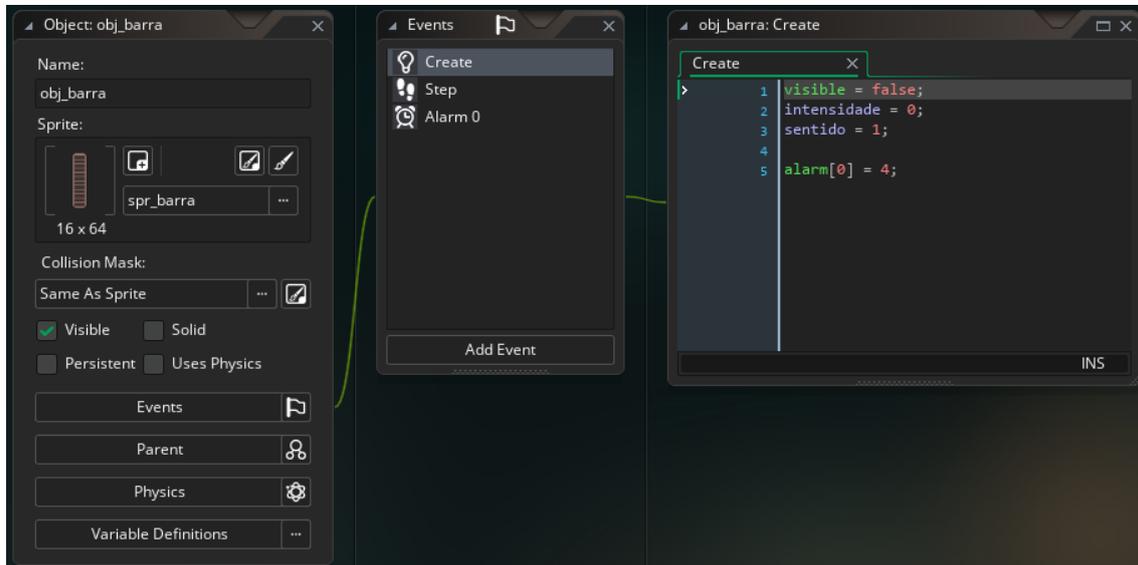
```
1 if(!vou_morrer){
2   image_speed = 1;
3   alarm[0] = 40;
4   audio_play_sound(snd_bomba, 5, false);
5   vou_morrer = true;
6 }
```

The code is color-coded: 'if' is blue, 'image\_speed' is green, 'alarm[0]' is green, 'audio\_play\_sound' is green, and 'vou\_morrer' is green. The editor has a dark background and a scrollbar on the right. The 'INS' key is visible at the bottom right.

Fonte: Próprio Autor

No script colocado na Figura 64, temos o comportamento da barra de intensidade da velocidade inicial da bomba na segunda fase.

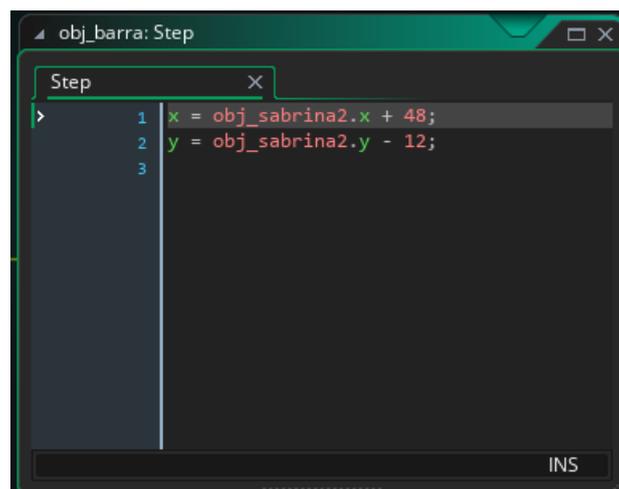
Figura 64 - Script da barra de Intensidade da Velocidade da Bomba



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 65, temos o script com os comandos de funcionamento da barra de intensidade.

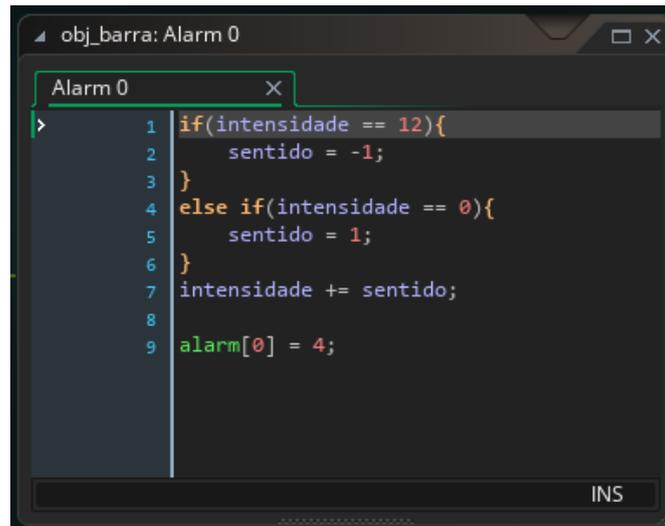
Figura 65 - Script do funcionamento da Barra de Velocidade



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 66, temos o script com os comandos de funcionamento da barra de intensidade com os seus comandos de intensidade máxima e mínima.

Figura 66 - Script do comando de Intensidade da Barra de Velocidade



```

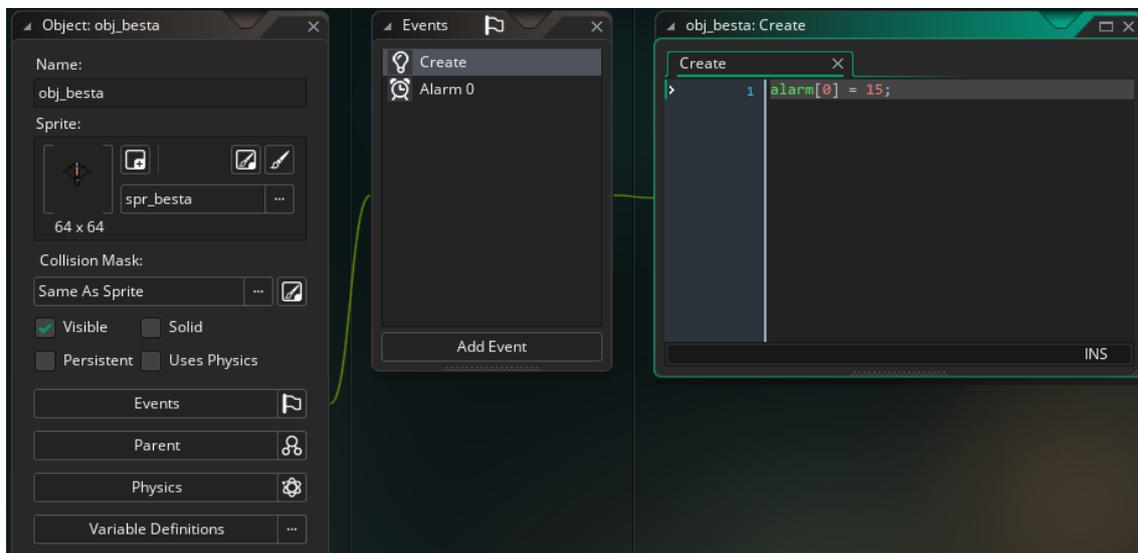
1  if(intensidade == 12){
2      sentido = -1;
3  }
4  else if(intensidade == 0){
5      sentido = 1;
6  }
7  intensidade += sentido;
8
9  alarm[0] = 4;

```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 67, temos o script para a besta, neste temos o momento da parada para o movimento de armar e atirar.

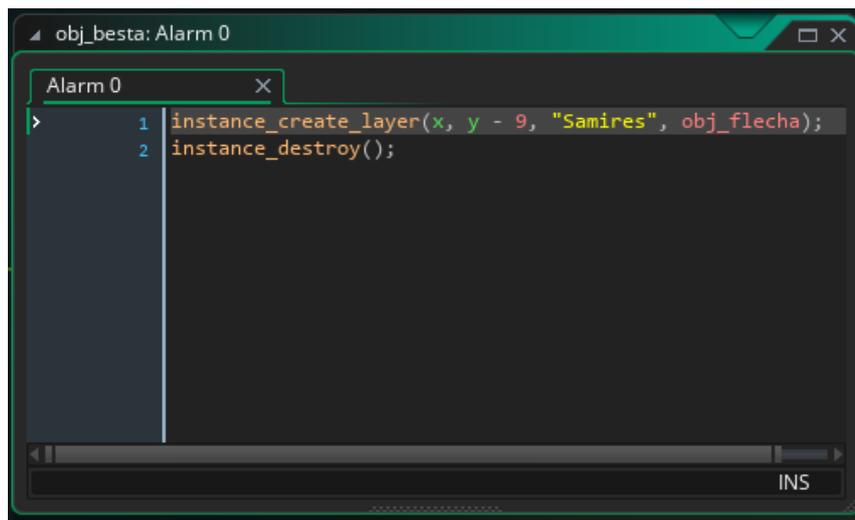
Figura 67 - Script do Funcionamento da Besta



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 68, temos o script que faz a interação entre a besta e a flecha que será atirada pelo inimigo.

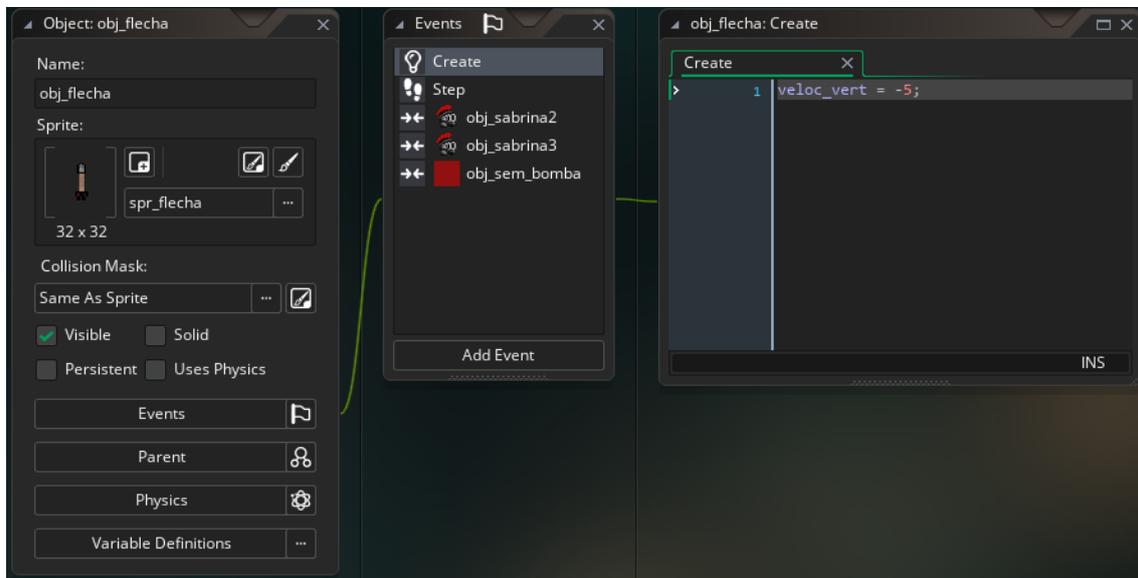
Figura 68 - Script de Interação da Besta com a Flecha



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 69, temos as configurações para a flecha, neste podemos ver o script para velocidade vertical da flecha.

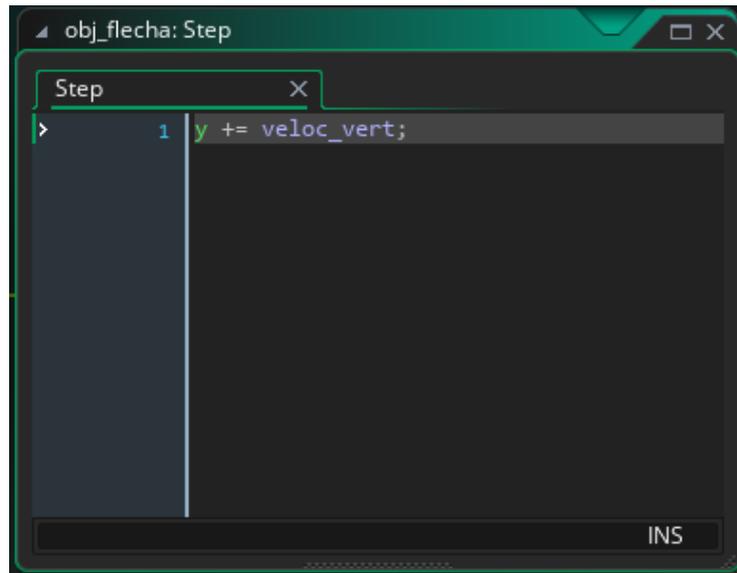
Figura 69 - Script para Velocidade da Flecha



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 70, temos o incremento no script para a flecha ter velocidade vertical.

Figura 70 - Script Velocidade da Flecha

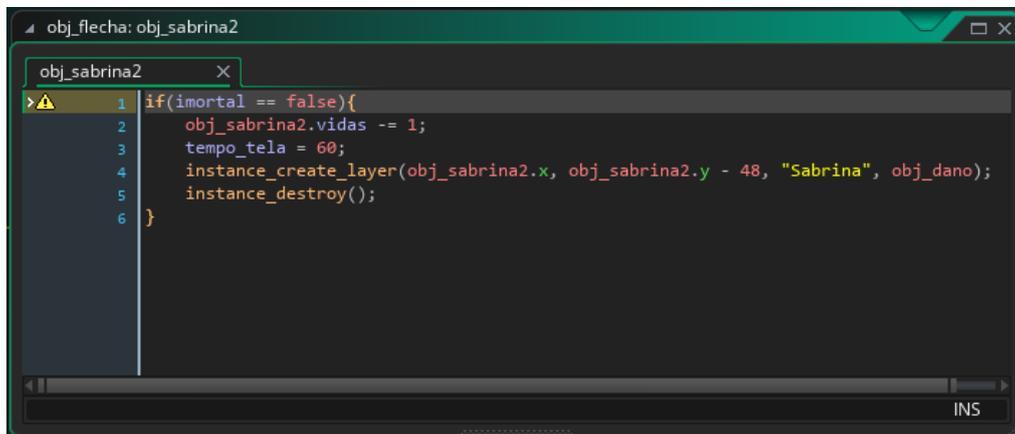


```
obj_flecha: Step
Step
1 y += veloc_vert;
```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 71, temos o script de interação entre a flecha e personagem principal.

Figura 71 – Script de interação entre Flecha e Personagem

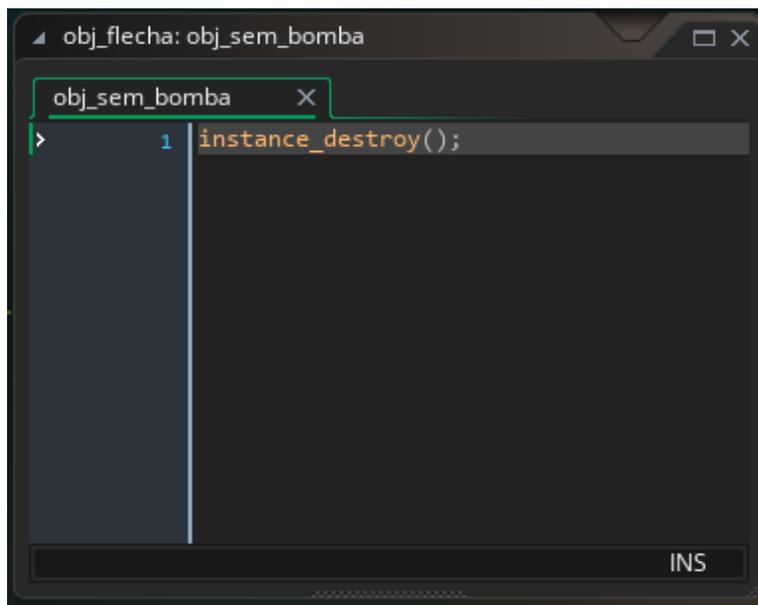


```
obj_flecha: obj_sabrina2
obj_sabrina2
1 if(imortal == false){
2     obj_sabrina2.vidas -= 1;
3     tempo_tela = 60;
4     instance_create_layer(obj_sabrina2.x, obj_sabrina2.y - 48, "Sabrina", obj_dano);
5     instance_destroy();
6 }
```

Fonte: Próprio Autor

Na Figura 72, temos o script para descrever quando as bombas finalizam e o personagem não acertou todos os inimigos.

Figura 72 - Script quando acabam as Bombas



```
obj_flecha: obj_sem_bomba
obj_sem_bomba x
> 1 instance_destroy();
INS
```

Fonte: Próprio Autor

#### 5.4 Aplicação do Jogo

Para o desenvolvimento da aplicação, foram usadas quatro turmas de primeiro ano do ensino médio do Instituto Federal do Maranhão – Campus Caxias. Onde as turmas inicialmente possuíam matriculados um total de 177 alunos, distribuídos nos 3 turnos.

As turmas estão distribuídas nos cursos integrados ao ensino médio de Agropecuária, com 48 alunos matriculados no turno tarde, curso de Agroindústria com 43 alunos matriculados no turno tarde, curso de Administração com 41 alunos matriculados no turno manhã e o curso de Agroindústria noturno com 45 alunos matriculados. Cabe ressaltar que durante o desenvolvimento das atividades tivemos ausências de alguns alunos, tanto no pré-teste quanto no pós-teste.

Inicialmente as turmas foram sorteadas e inscritas como turmas: A, B, C e D. Assim, aplicamos três metodologias diferentes, para que fosse possível comparar os resultados e saber se houve alguma melhoria no aprendizado.

Nas quatro turmas foram aplicadas o pré-teste, que consistia em cinco perguntas para testar os conhecimentos iniciais dos alunos sobre queda livre, para este evento, foi utilizado um horário.

Na turma C e D após o pré-teste, foram desenvolvidas duas horas aula sobre queda livre e lançamento vertical para baixo, como exercício foram comentadas as questões do pré-teste e resolvido as questões do livro texto adotada pela escola.

Na semana seguinte os alunos das turmas C e D foram submetidos ao pós-teste com dez questões, neste teste continham questões discursivas sobre queda livre e lançamento vertical.

Durante o desenvolvimento das atividades, as turmas apresentaram quantidades menores de alunos, pois já havia alunos desistentes e faltosos durante as atividades.

Imagem 8 - Alunos da Turma C - Desenvolvendo o Pré-teste



Fonte: Próprio Autor

Imagem 9 - Alunos da Turma D - Desenvolvendo o Pré-teste



Fonte: Próprio Autor

Na turma B, após a aplicação do pré-teste foi desenvolvida duas horas aula com a turma aos mesmos moldes das turmas C e D, o diferencial é que a turma teve acesso ao jogo Física Medieval, o arquivo foi anexado no sistema escolar onde o aluno deveria fazer download e executar o arquivo.

Imagem 10 - Alunos da Turma B - Desenvolvendo o Pré-teste



Fonte: Próprio Autor

Na turma B o jogo foi usado como uma estratégia extra, sendo um opcional ao aluno, pois durante o desenvolvimento das atividades em sala de

aula, foram explanadas as questões do pré-teste e resolvido os exercícios do livro texto adotado pela instituição.

Na turma A, o desenvolvimento das atividades foram mais intensas, nesta foram aplicados o pré-teste em um horário, na semana seguinte foi desenvolvido dentro de dois horários as questões do pré-teste e as questões do livro texto, para resolução das questões do pré-teste e do livro, o tempo foi de uma hora aula, ao final do primeiro horário os alunos foram levados ao laboratório de informática da instituição.

Imagem 11 - Alunos da Turma A - Desenvolvendo o Pré-teste



Fonte: Próprio Autor

Durante a estadia dos alunos no laboratório eles usaram as máquinas de forma individual e em dupla, não houve a obrigatoriedade da atividade ser desenvolvida individualmente, com esta estratégia tivemos interação aluno com aluno, onde estes foram se ajudando a resolver os problemas, durante o desenvolvimento o professor também foi consultado para dirimir dúvidas sobre a solução dos problemas.

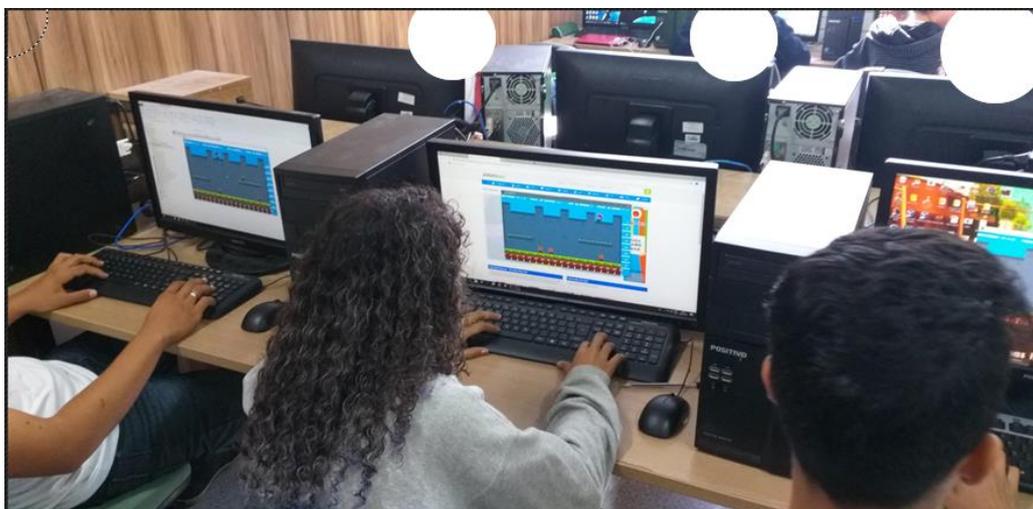
Imagem 12 - Alunos da Turma A no laboratório de Informática



Fonte: Próprio Autor

Na Imagem 13, podemos observar alguns alunos fazendo uso do jogo, como podemos ver, estão tentando entender os comandos iniciais do jogo.

Imagem 13 - Alunos usando o jogo



Fonte: Próprio Autor

Na Imagem 14, podemos observar a interação entre os alunos, estes discutem estratégias de como chegar mais rápido ao final do jogo e como conseguir pontuar mais no ranking da turma, neste momento pode-se verificar a mediação e o desenvolvimento da ZDP como preconiza Vygotsky (1987, p. 86).

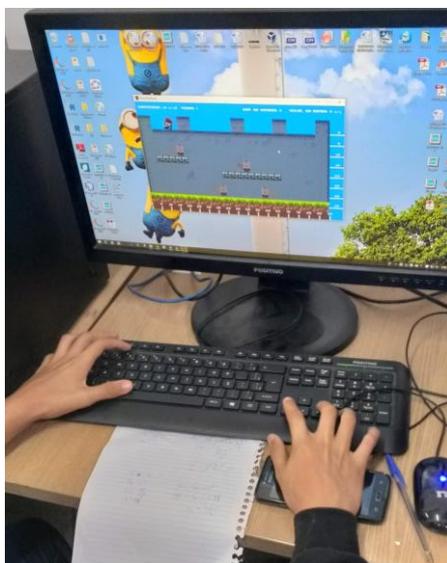
Imagem 14 - Alunos interagindo



Fonte: Próprio Autor

Na Imagem 15, temos o aluno fazendo uso da calculadora do celular e uma folha de papel para auxiliar na resolução dos problemas, com estes recursos conseguiu otimizar o tempo de resolução das atividades propostas.

Imagem 15 - Aluno resolvendo a atividade



Fonte: Próprio Autor

Na Imagem 16, temos o resultado do aluno que primeiro finalizou a atividade, na primeira tentativa conseguiu setenta pontos, durante o transcorrer das atividades tivemos outros alunos conseguindo uma pontuação superior.

Imagem 16 - Ranking



Fonte: Próprio Autor

Após aplicação do produto na turma A, os alunos fizeram alguns comentários de maneira informal para o professor, fizeram sugestões de melhorias nos recursos do jogo, teceram comentários como era interessante essa nova forma de apresentar um conteúdo com tantas fórmulas que muitas vezes não faziam sentido ou pareciam ser aplicáveis ao seu cotidiano.

Na turma B, os alunos que desenvolveram a atividade sentiram dificuldades de como executar a atividade, a maioria relatou que tentou apenas jogar, sem tentar usar fórmulas, porém afirmaram a necessidade de jogar mais vezes até conseguir finalizar as duas fases do jogo.

Com esses relatos distintos feitos por alunos das duas turmas onde o jogo foi aplicado de maneira diferente podemos averiguar que a interação entre aluno-aluno e aluno-professor promove uma compreensão mais rápida e melhor sobre os fenômenos estudados, conforme o conceito vygotskyano trabalhado Berni (2006) no processo de mediação.

Neste capítulo mostramos como foi o desenvolvimento do jogo e como aconteceu sua aplicação, os resultados e discussões estão explicitados no capítulo seguinte.

## 6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo foram feitos gráficos para comparar os resultados obtidos no pré-teste e no teste final e averiguar se houve algum ganho nas turmas em que o produto educacional foi aplicado.

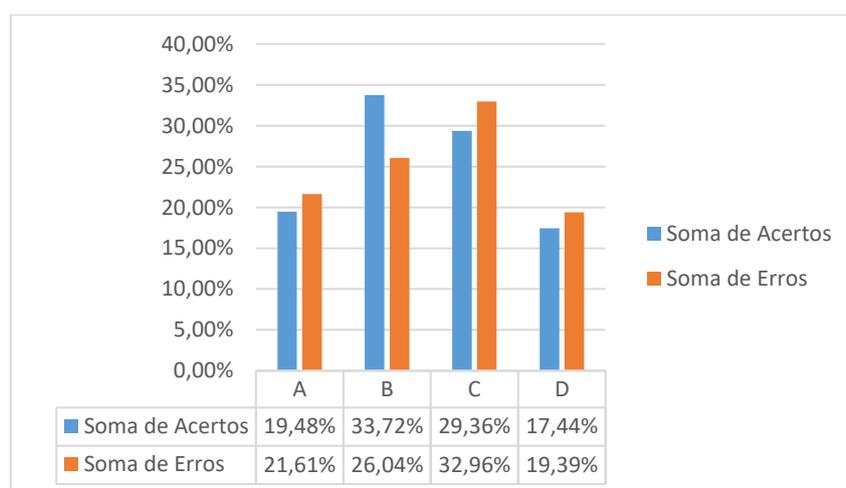
### 6.1 Resultados e discussões do Pré-teste

No pré-teste tínhamos quatro perguntas discursivas onde o aluno poderia sem se identificar nominalmente escrever as respostas da forma que melhor lhe conviesse, e tínhamos uma questão objetiva onde o discente deveria marcar uma única alternativa como correta.

Para analisar os dados das questões discursivas foram usadas um conjunto de técnicas para fazer a separação das respostas corretas das respostas incorretas como recomenda Minayo (1994, p. 21) para o desenvolvimento de pesquisas qualitativas.

No Gráfico 1, temos um comparativo percentual entre todos os acertos e todos os erros dos questionários respondidos, as questões deixadas em branco pelos alunos foram contabilizadas como respostas erradas.

Gráfico 1 - Total Geral de Acertos e Erros

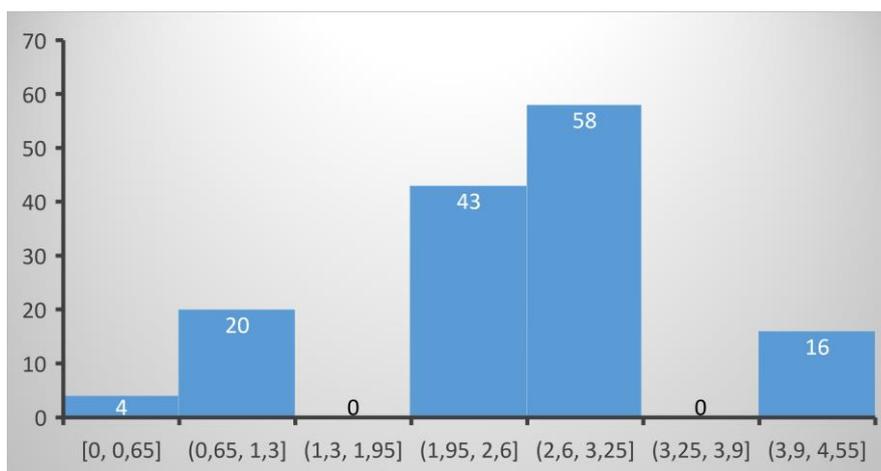


Fonte: Próprio Autor

Analisando o Gráfico 1 podemos verificar que somente a turma B apresentou uma quantidade de acertos superior a quantidade de erros, quando analisamos todas as respostas corretas, temos que, de 100% das respostas listadas como corretas 33,72% ocorreram nesta turma.

Quando construímos o histograma das respostas corretas dadas por todos os alunos temos o Gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2 - Histograma dos acertos de todas as turmas

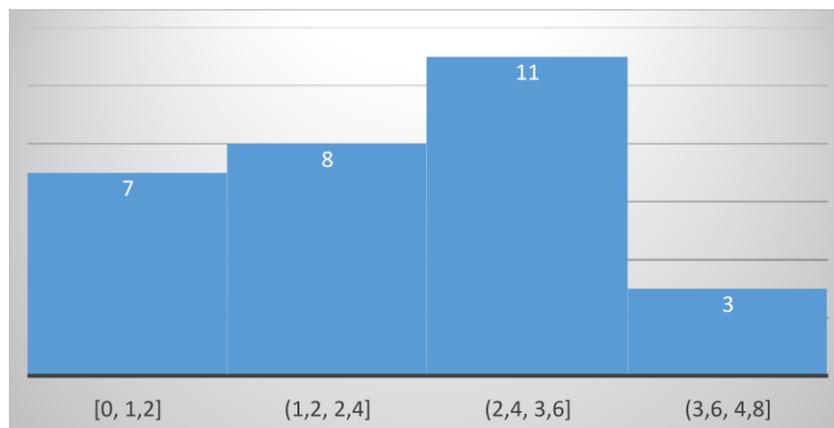


Fonte: Próprio Autor

Analisando o histograma com a quantidade de acertos, percebemos que a maioria das notas, 58 delas, encontra-se no intervalo de 2,6 a 3,25 e 43 estão no intervalo de 1,95 a 2,6, assim mais de 70% dos alunos tiveram notas entre 1,95 a 3,25.

No Gráfico 3 temos o histograma com a quantidade de acertos da turma A.

Gráfico 3 - Histograma de acertos da turma A

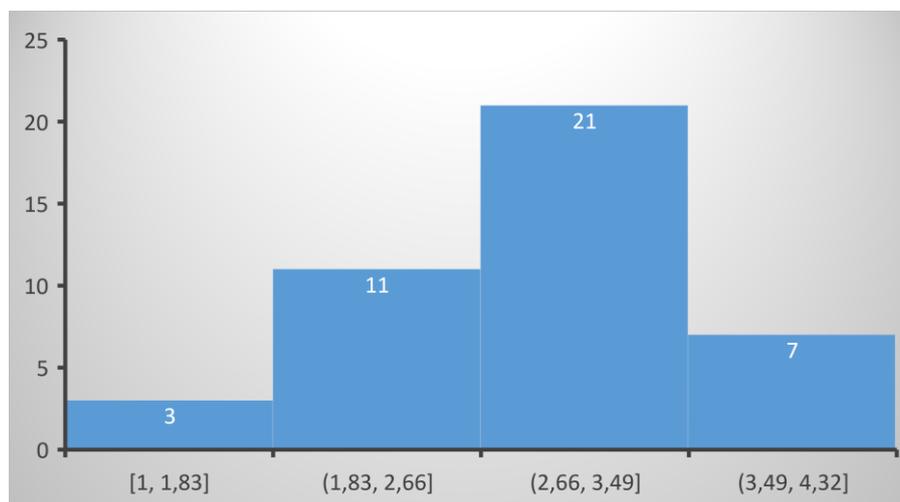


Fonte: Próprio Autor

Analisando o Gráfico 3 acima temos que apenas 3 dos 29 alunos que fizeram a atividade de pré-teste na turma A obtiveram uma média igual ou superior a 3,6 acertos (72% de acerto), porém a maior parte dos alunos estão entre 1,2 pontos de acertos e 3,6 pontos respectivamente 24% e 72% dos acertos.

No Gráfico 4 abaixo temos o histograma com a quantidade de acertos da turma B.

Gráfico 4 - Histograma de acertos da turma B

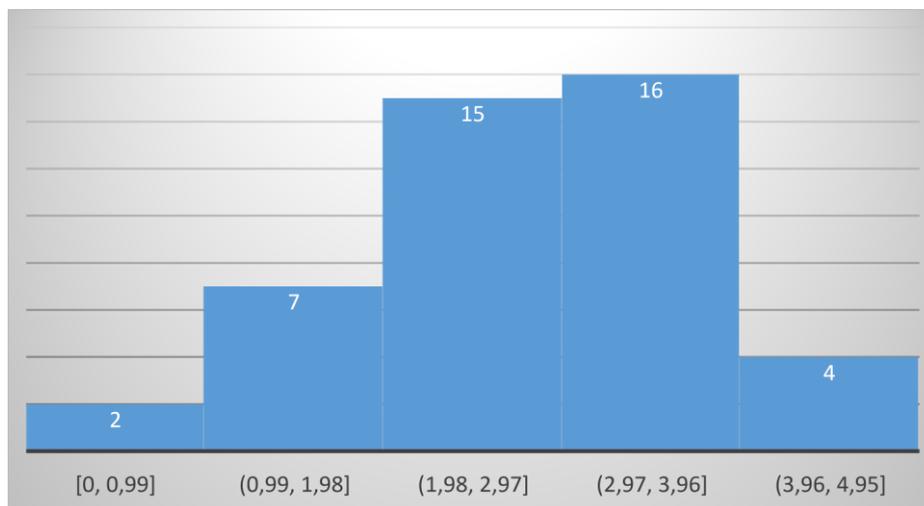


Fonte: Próprio Autor

Analisando o histograma da turma B, temos a maior parte das notas concentradas entre 1,83 e 3,49 pontos em média, o que representa percentualmente 36,6% a 69,8% respectivamente.

No Gráfico 5 abaixo temos o histograma com a quantidade de acertos para turma C.

Gráfico 5 - Histograma de acertos da turma C

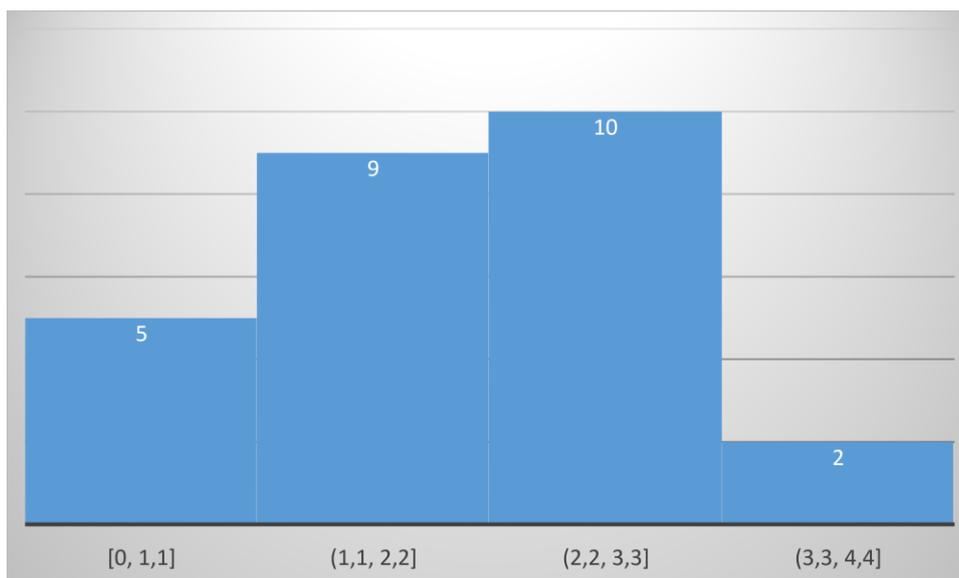


Fonte: Próprio Autor

Analisando o histograma da turma C, temos a maior parte das notas concentradas entre 1,98 e 3,96 pontos em média, que representa respectivamente 39,6% e 79,2% dos acertos.

No Gráfico 6 abaixo temos o histograma com a quantidade de acertos para turma D.

Gráfico 6 - Histograma de acertos da turma D



Fonte: Próprio Autor

Analisando o histograma da turma D, temos a maior parte das notas concentradas entre 1,1 e 3,3 pontos em média, que representa respectivamente 22% e 66% dos acertos.

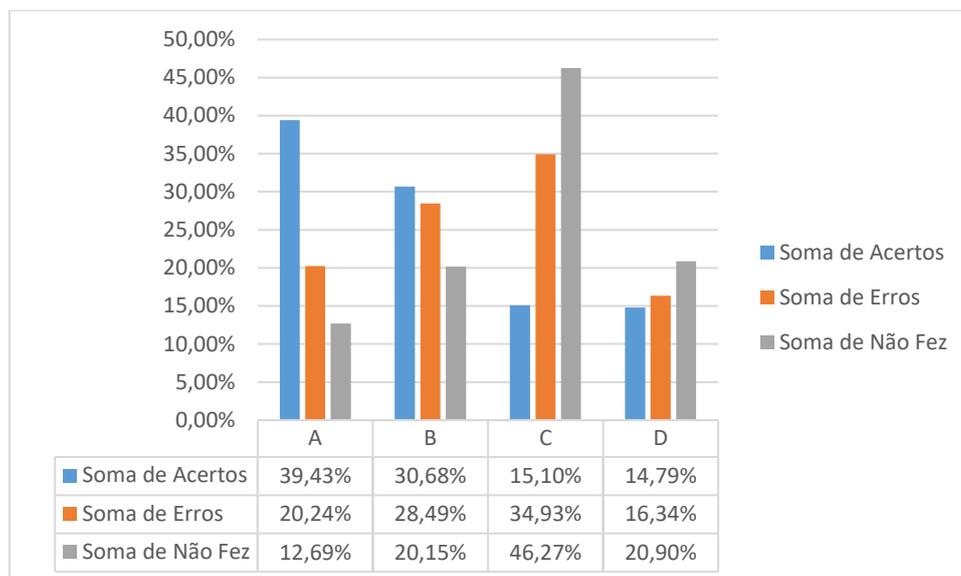
## 6.2 Resultados e discussões da atividade avaliativa após aplicação do produto educacional.

Após aplicação desenvolvida conforme o descrito na página 76 item 5.4 desta dissertação, cabendo lembrar aqui que a Turma A teve aula sobre queda livre e lançamento vertical e a aplicação do jogo no laboratório da instituição. A Turma B teve aula, porém o jogo foi enviado para os alunos por meio digital para ser desenvolvido em momento posterior. As Turma C e D tiveram apenas acesso as aulas ministradas pelo professor e resolução dos exercícios do livro adotado pela instituição.

O teste consistia em uma atividade avaliativa contendo quatro questões discursivas e seis questões objetivas. Avaliando o teste ao qual foram submetidos os discentes das Turmas A, B, C e D, temos atividades onde os alunos foram identificados por turma e nominalmente, diferentemente do pré-teste onde foram identificados apenas pela turma a que pertencem.

No Gráfico 7 abaixo, temos um comparativo percentual entre todos os acertos, todos os erros e questões não respondidas dos questionários feitos pelos alunos, as questões deixadas em branco pelos alunos foram contabilizadas como respostas erradas.

Gráfico 7 - Tabulação das respostas do teste



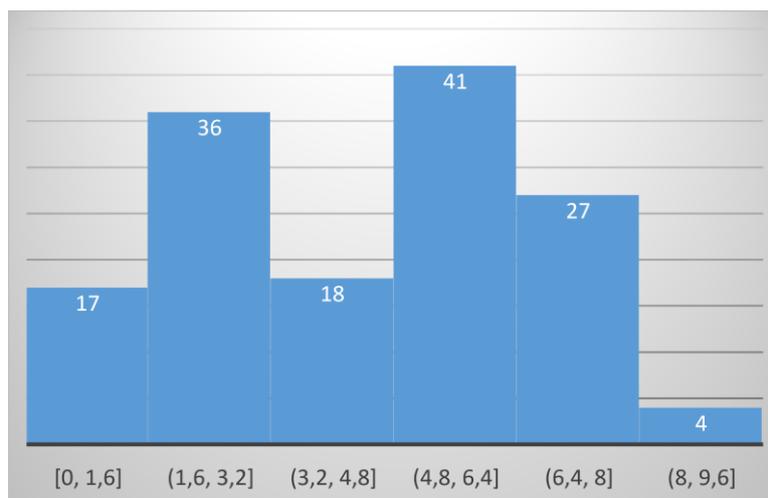
Fonte: Próprio Autor

Analisando o Gráfico 7 acima podemos verificar que as turmas A com 39,43% e turma B com 30,68%, apresentaram uma quantidade de acertos superior a quantidade de erros, quando analisamos todas as respostas corretas, temos que, de 100% das respostas listadas como corretas, 70,11% ocorreram nestas turmas.

Com este gráfico ainda podemos verificar uma melhoria da quantidade de acerto da turma A e uma melhoria também na turma B, porém menos representativa que a sofrida pela turma A.

Abaixo foi construído o histograma das notas tiradas pelos alunos de todas as turmas, para que possa ser analisado se ocorreu aumento na média das notas tiradas pelos discentes.

Gráfico 8 - Histograma dos acertos após aplicação do produto educacional

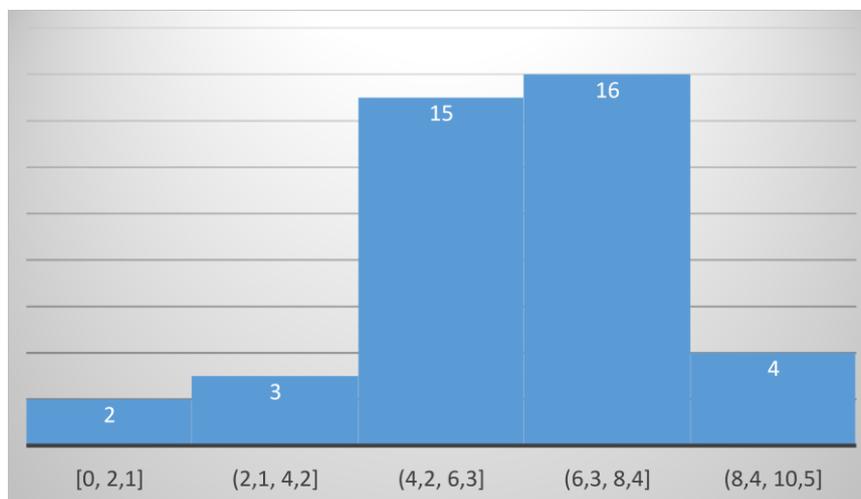


Fonte: Próprio Autor

Analisando o histograma com a quantidade de acertos, verifica-se que a maioria das notas, 95 delas (66,4%), encontra-se no intervalo de 1,6 a 6,4.

No Gráfico 9 abaixo temos o histograma com a quantidade de acertos da turma A após a aplicação do produto educacional.

Gráfico 9 - Histograma de acertos da turma A

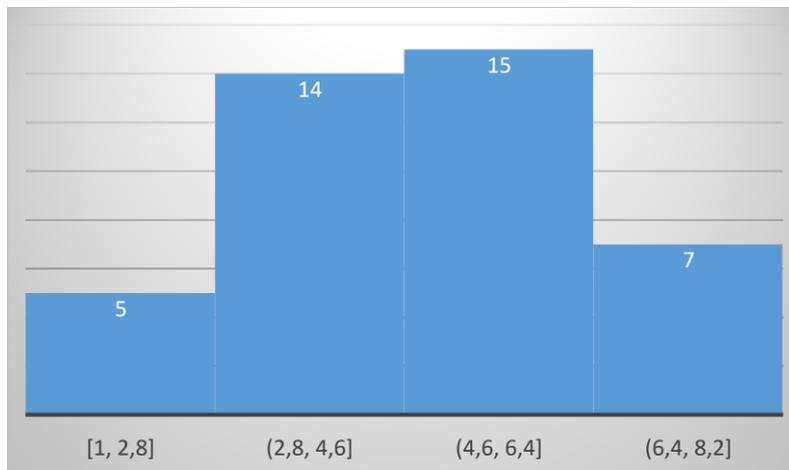


Fonte: Próprio Autor

Analisando o Gráfico 9 acima temos que dos 40 alunos desta turma que fizeram o teste, 20 alunos obtiveram notas entre 6,3 (63% de acertos) e 10,5 (100% de acertos) pontos, o que representa 50% dos alunos presentes a atividade.

No Gráfico 10 abaixo temos o histograma com a quantidade de acertos da turma B após a aplicação do produto educacional.

Gráfico 10 - Histograma de acertos da turma B

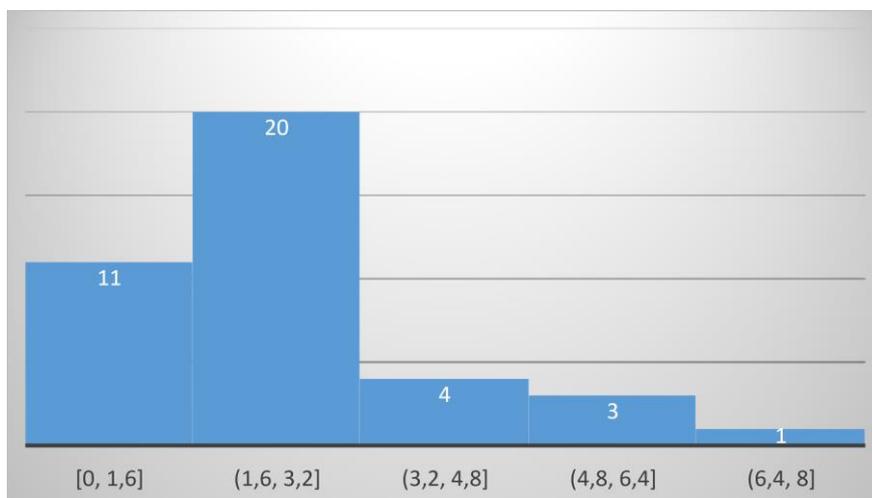


Fonte: Próprio Autor

Analisando o Gráfico 10 acima, temos que dos 41 alunos desta turma que fizeram o teste, 22 alunos obtiveram notas entre 4,6 pontos (46% de acertos) e 8,2 pontos (82% de acertos), o que representa aproximadamente 54% dos alunos presentes a atividade.

No Gráfico 11 abaixo temos o histograma com a quantidade de acertos da turma C após o desenvolvimento das aulas sobre movimento vertical.

Gráfico 11 - Histograma de acertos da turma C

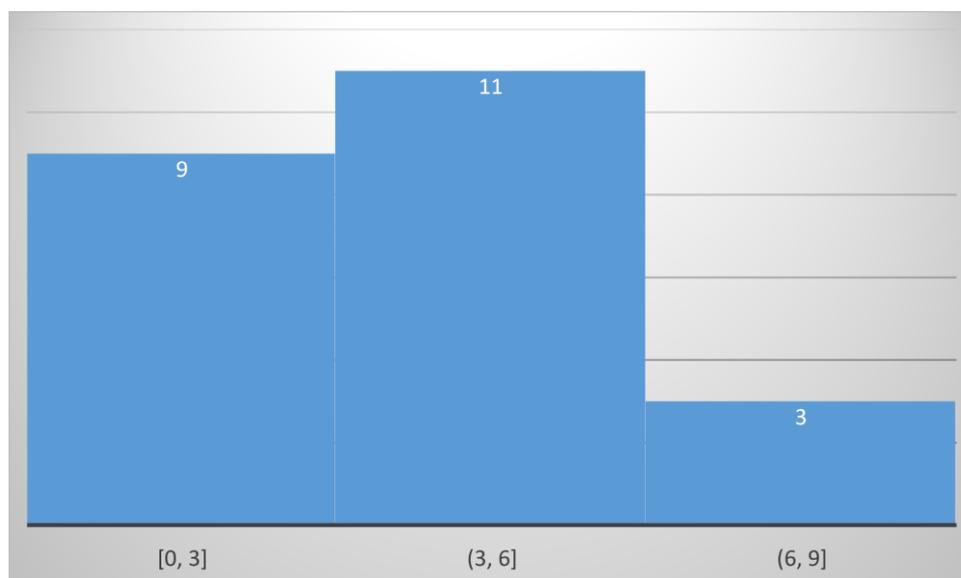


Fonte: Próprio Autor

Analisando o Gráfico 11 acima temos que dos 39 alunos desta turma que fizeram o teste, 4 alunos obtiveram notas entre 4,8 pontos (48% de acertos) e 8,0 pontos (80% de acertos), o que representa aproximadamente 10,2% dos alunos presentes a atividade.

No Gráfico 12 abaixo temos o histograma com a quantidade de acertos da turma D após a aplicação do produto educacional.

Gráfico 12 - Histograma de acertos da turma D



Fonte: Próprio Autor

Analisando o Gráfico 12 temos que dos 23 alunos desta turma que fizeram o teste, tivemos três grupos bem delimitados no histograma, o grupo com até 30% de acertos com 9 alunos, o grupo com até 60% de acertos com 11 alunos e o grupo com até 90% de acertos com 3 alunos.

Na turma A, quando comparamos os resultados podemos perceber que houve uma mudança importante nas notas tiradas pelos alunos, podemos atribuir esse fato as intervenções durante a aplicação do jogo e possibilidade de troca de conhecimento entre os discentes.

Na turma B, não tivemos melhoria, mas podemos perceber que percentualmente a quantidade de acertos praticamente foi a mesma considerando uma leve queda, que pode ser atribuída a falta de discussão em sala de aula e as dificuldades dos alunos com o uso das tecnologias.

Nas turmas C e D as notas não foram favoráveis, tivemos notas boas isoladas, mas no geral, a média não teve uma melhoria que elevasse a nota da turma, podemos atribuir a esta situação o fato de terem ocorrido menos situações onde os discentes poderiam trabalhar melhor os conceitos de queda-livre e lançamento vertical.

Quando confrontamos os resultados da aplicação do jogo, podemos perceber que de acordo com a teoria de Vygostky, o uso do lúdico possibilita uma melhoria no aprendizado dos discentes.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta um jogo digital batizado de Física Medieval, jogo que foi construído com o intuito de facilitar o aprendizado de Física, foi pensando a partir de uma pergunta que norteou todo o trabalho: Um jogo digital, pode tornar-se um recurso no aprendizado de Cinemática para alunos do 1º ano do ensino médio?

Para ajudar na solução deste questionamento nós usamos quatro pontos principais que foram enumerados como objetivos específicos deste trabalho. O primeiro se propunha a testar os conhecimentos prévios dos alunos, o segundo tinha o objetivo de construir um jogo para ensinar uma parte da cinemática onde os alunos sentem dificuldades, o terceiro era a aplicação do jogo e o quarto era testar em turmas do primeiro ano do Ensino Médio se existia alguma relação positiva entre as turmas que fizeram o uso do jogo e as notas entre um pré-teste e o teste após aplicação do produto.

Para o teste dos conhecimentos prévios dos alunos, um pré-teste foi aplicado nas quatro turmas, os resultados foram pouco satisfatórios em todas as turmas ficando a média geral abaixo de 70%.

O jogo já estava sendo desenvolvido desde o segundo semestre do ano 2017, foram levantados requisitos importantes que deveriam constar no jogo durante o levantamento bibliográfico, durante as pesquisas e leituras foi visto que no Brasil ainda são poucas as propostas de jogos para ensinar Física.

O jogo Física Medieval ficou pronto no final do ano de 2018, sendo aplicado no ano de 2019 nas turmas de primeiro ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Campus Caxias, durante o desenvolvimento das atividades tivemos a participação de 141 alunos no pré-teste distribuídos nas quatro turmas. Na aplicação do jogo tivemos a participação de 40 alunos no laboratório de informática da instituição e 41 alunos que tiveram a possibilidade de receber o jogo por meio digital para fazer uso em outro momento sem a presença do professor, os outros 60 alunos tiveram apenas aulas sem a aplicação do jogo.

Após a tabulação dos resultados do pré-teste e do teste após a aplicação do produto educacional, foram construídos gráficos para que fossem comparados os conhecimentos anteriores a aplicação do produto incluindo-se

aí o desenvolvimento das aulas que transcorreram normalmente conforme a proposta contida no apêndice C deste trabalho.

Ao compararmos os gráficos podemos verificar que a turma A obteve um aumento de quase 20% na quantidade de acertos entre o pré-teste e o teste após o produto educacional e as aulas terem sido aplicados. Quando comparamos os gráficos para a turma B, percebemos que está continua com mais acertos que erros, porém sem ganho percentual na quantidade de acertos, fato este, que nos leva a crer que a presença do professor, junto com a interação entre os discentes durante a aplicação reforçam a aprendizagem, como indicado por Vygotsky no processo de mediação.

Com relação aos dados tabulados para as turmas C e D, tivemos resultados pouco favoráveis quando comparados com as turmas onde ocorreu o uso do jogo, assim, podemos também inferir que o uso do jogo corroborou para o engajamento dos alunos para resolução dos problemas.

Após a conclusão das atividades é possível constatar que ainda temos muito o que melhorar no ensino de física, e que a proposta apresentada neste trabalho pode contribuir como instrumento para o professor diversificar suas aulas e conseguir um engajamento maior dos alunos fortalecendo as relações interpessoais entre aluno-aluno e professor-aluno.

## REFERÊNCIAS

- ARANHA, G. O processo de consolidação dos jogos eletrônicos como instrumento de comunicação e de construção de conhecimento. **Ciência & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 03, p. 21-62, Novembro 2004. ISSN 1806-5821. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/issue/view/17>>.
- BERNI, R. I. G. MEDIAÇÃO: O CONCEITO VYGOTSKYANO E SUAS IMPLICAÇÕES NA PRÁTICA PEDAGÓGICA. **Simpósio Nacional de Letras e Linguística e I Simpósio Internacional de Letras e Linguística XI**, Uberlândia, 2006. 2533-2542.
- BESSA, V. D. H. **Teorias da Aprendizagem**. 1ª. ed. Curitiba: IESDE Brasil S. A., v. I, 2008.
- BRASIL, M. D. E. **PCN+**: Ensino Médio - Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEB, 2002.
- CANO, R. J. C. El País Tecnologia. **El País**, 2014. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2014/12/08/tecnologia/1418033010\\_727427.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2014/12/08/tecnologia/1418033010_727427.html)>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- CHANTA, S. D. pongmuseum.com and the ball was square, setembro 2016. Disponível em: <[www.pongmuseum.com](http://www.pongmuseum.com)>. Acesso em: 20 maio 2019.
- COELHO, L.; PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. **Revista e-Ped**, Osório, 2, n. 1, agosto 2012. 144-152.
- DINIZ, F. V. D. S.; SANTOS, C. A. D. Ensinando atomística com o jogo digital "Em busca do Prêmio Nobel". **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. e20180268 - 1 - e20180268 - 8, julho 2019.
- DINO. Revista Exame. **Exame**, 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/o-crescimento-da-industria-de-games-no-brasil/>>. Acesso em: 12 junho 2019.
- EVAN-AMOS. Wikipédia: A enciclopedia livre, 2019. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Atari-2600-Console.jpg>>. Acesso em: 2 setembro 2019.
- ÉVORA, F. R. R. Discussão Acerca do Papel Físico do Lugar Natural na Teoria Aristotélica do Movimento. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, v. 16, p. 281-301, Julho 2006.
- FARDO, M. L. A Gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote – Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 11, 2013. ISSN 1679-1916.
- FEYNMAN, R. P. **Lições de Física de Feynman**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FRANCISQUINI, M. F. B.; SOARES, V.; TORT, A. C. O paradoxo cinemático de Galileu. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 1304-1 - 1304-4, 6 fevereiro 2014.

GANDIN, R. V. A contrução dos significados na teoria de Vygotsky: Possibilidades cognitivas para a realização da leitura. **Criar Educação**, São Paulo, v. II, n. 1, Janeiro 2013. ISSN 2317-2452.

GULARTE, D. Bojogá. **Museu dos Jogos Eletrônicos**, 2016. Disponível em: <<https://bojoga.com.br/retroplay/analises-de-jogos/arcade-pinball/death-race-exidy-1976/>>. Acesso em: 20 maio 2019.

HOPKINS, D. Folha de São Paulo Informática. **Folha de São Paulo**, 1997. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1997/12/03/informatica/3.html>>. Acesso em: 20 junho 2019.

JAPANAVISION. Japanavision. **Japanavision**, 2012. Disponível em: <<https://japanavision.wordpress.com/2012/02/08/othello-computer-m-ii/>>. Acesso em: 15 junho 2019.

JUNIOR, A. Webartigos. **Webartigos**, 2010. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/a-historia-do-pacman/46005>>. Acesso em: 20 maio 2019.

KNIGHT, R. D. **Física: Uma abordagem estratégica**. Porto Alegre: Bookman, v. 1, 2009. ISBN 978-85-7780-553-2.

LEMES, J. S.; PAIVA, D. C. D. Adaptação do Bow and Arrow, desafios para fins pedagógicos. **SBC – Proceedings of SBGames 2016**, São Paulo, 2016. 1481-1483.

MACHADO, G. M. InfoEscola Navegando e Aprendendo. **InfoEscola Serviços em Informática Ltda**, 08 agosto 2011. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/biografias/vigotski>>. Acesso em: 30 outubro 2017.

MINAYO, M. C. D. S. et al. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Vozes, v. 1, 1994. ISBN 85.326.1145-1.

MONTEIRO, R. techtudo. **Techtudo**, 09 novembro 2014. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/11/pac-man-conheca-curiosidades-mais-interessantes-sobre-franquia.html>>. Acesso em: 20 maio 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. 4ª. ed. São Paulo: Blucher, v. 1, 2002. 36 p. ISBN 978-85-212-0298-1.

PACHECO, M. A. Gamehall. **Gamehall**, 18 Outubro 2013. Disponível em: <<https://gamehall.com.br/tennis-for-two-o-primeiro-game-da-historia-completa-55-anos/>>. Acesso em: 20 maio 2019.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. Galileu, descartes e a elaboração do princípio da inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p.

4601-4610, fevereiro 2009. ISSN 1806-1117. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172009000400018&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000400018&lng=pt&tlng=pt)>.

QUAGLIO, V. G. **TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADAS AO JOGO OTHELLO: UM ESTUDO COMPARATIVO**. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, p. 33. 2013.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D. **Fundamentos da Física: Mecânica**. [S.l.]: LTC, v. 1, 2016. ISBN 971-85-216-1894-2.

ROBILOTTA, M. ; BABICHAK, C. Definições e Conceitos em Física. **Ensino da Ciência, Leitura e Literatura. Caderno Cedes**, Campinas, 17, 1997. 35-45.

SCORPIONS Gameplays. **Scorpions**, 2016. Disponível em:  
<<https://www.clanscs.com.br/destaques/o-primeiro-game-do-mundo/>>. Acesso em: 15 março 2019.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Física para Cientistas e Engenheiro: Mecânica**. 8ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, 2011. ISBN 978-85221-1084-1.

SILVA, J. B. D.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. D. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. e20180309 - 1 - e20180309 - 9, março 2019.

SILVA, J. C.; HAI, A. A. O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal na educação infantil: apropriações nas produções acadêmicas e documentos oficiais brasileiros. **Perspectiva**, p. 602, 2017.

SILVA, J. P. D. L.; GUEDES, H. V. F.; CHAGAS, J. F. B. Utilizando o jogo digital angry birds para o estudo de lançamentos parabólicos. **Conapesc**, Campina Grande, 20 Junho 2018. ISSN 2525-3999.

SILVEIRA JUNIOR, P. B. D.; ARNONI, M. E. B. Física dos anos iniciais: estudo sobre a queda livre dos corpos através da metodologia da mediação dialética. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Brasil, v. 35, n. 3, p. 1-8, 26 set. 2013. ISSN 1806-1117.

SOUZA, A. P. D.; ROSSO, A. J. MEDIAÇÃO E ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL (ZDP): ENTRE PENSAMENTOS E PRÁTICAS DOCENTES. **X Congresso Nacional de Educação - EDUCERE**, Curitiba, 7-10 Novembro 2011. 5895-5906.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientista e engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica**. 6ª. ed. São Paulo: LTC, v. 1, 2017.

VICTOR, R. A.; STRIEDER, R. B. ATIVIDADES LÚDICAS E ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO JOGO DE TABULEIRO, Brasília, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/9894781-Atividades-ludicas-e-ensino-de-astronomia-uma-proposta-envolvendo-jogo-de-tabuleiro->>

raquel-araujo-victor-1-roseline-beatriz-strieder-2.html>. Acesso em: 10 Janeiro 2019.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e Linguagem**. Tradução de Jefferson L. Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

## APÊNDICE A – Questionário usado no Pré-teste

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**Discente: FRANCISCO DAS CHAGAS OLIVEIRA**

Colégio: \_\_\_\_\_

Turno: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Pré-teste

1. Na Grécia antiga, Aristóteles construiu a teoria do lugar natural, onde nela ele descreve que tudo tem o seu lugar. Podemos recortar uma de suas falas:

*"Os deslocamentos dos corpos naturais simples, como o fogo, a terra e outros semelhantes, não somente nos mostram que o lugar é algo, mas também que exerce um certo poder. Porque cada um desses corpos, se nada o impede, é levado até seu lugar próprio, uns até o alto e outros até o baixo".* Você acredita que essa afirmação é correta? Explique.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Considere dois corpos, uma pena e uma bola de futebol. Quando estes corpos são abandonados de uma altura de 2 metros, no mesmo instante, quem chega primeiro ao chão da sala?

\_\_\_\_\_

3. O problema anterior, acontecendo em uma sala sem resistência do ar, o resultado é igual ao que você sugeriu no item anterior?

\_\_\_\_\_

4. Um paraquedista ao pular de um avião, confia plenamente no uso do paraquedas. Se o paraquedista estivesse na Lua, onde não temos resistência do ar, ele poderia saltar confiando no paraquedas?

\_\_\_\_\_

5. (UERJ) Foi veiculada na televisão uma propaganda de uma marca de biscoitos com a seguinte cena: um jovem casal está num mirante sobre um rio e alguém deixa cair lá de cima um biscoito. Passados alguns segundos, o rapaz se atira do mesmo lugar de onde caiu o biscoito e consegue agarrá-lo no ar. Em ambos os casos, a queda é livre, as velocidades iniciais são nulas, a altura da queda é a mesma e a resistência do ar é nula. Para Galileu Galilei, a situação física desse comercial seria interpretada como:

- a) impossível, porque a altura da queda não era grande o suficiente.
- b) possível, porque o corpo mais pesado cai com maior velocidade.
- c) possível, porque o tempo de queda de cada corpo depende de sua forma.
- d) impossível, porque a aceleração da gravidade não depende da massa dos corpos.

## APÊNDICE B – Questionário usado no Pós-teste

		
<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ          PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO          COORDENADORIA DE GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO          MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA          DISCENTE: FRANCISCO DAS CHAGAS OLIVEIRA          COLÉGIO: INSTITUTO FEDERAL DO MARANHÃO – CAMPUS CAXIAS</p>		
<p>Turno: _____          Turma: _____          Nome: _____</p>		
<p>PÓS – TESTE</p>		
<p>1. Em uma situação REAL, um corpo abandonado do alto de um prédio chegará em um tempo menor, maior ou igual, em comparação a uma situação IDEAL (sem nenhum tipo de resistência ao movimento).</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>2. Dois corpos de massas e volumes diferentes, são abandonados de uma altura de 90 m em uma condição ideal(sem resistência). Após três segundos de queda, qual dos dois corpos estará mais perto do solo?</p>		
<p>3. Uma esfera de massa igual a 3 kg é solta do alto de um prédio, cuja altura é 40 m. Calcule a velocidade dessa esfera quando ela atinge o chão, considerando a aceleração da gravidade como 10 m/s<sup>2</sup>.</p>		
<p>4. (UNESP-SP) Um corpo é lançado para baixo com velocidade de 15m/s. Sabendo que a altura inicial era de 130 m, determine o instante em que o corpo se encontra a 80m do solo.</p>		
<p>5. (UEMG-MG) Dois objetos de mesma massa são abandonados, simultaneamente, da mesma altura, na Lua e na Terra, em queda livre. Sobre essa situação, Carolina e Leila chegaram às seguintes conclusões:          Carolina: Como partiram do repouso e de uma mesma altura, ambos atingiram o solo com a mesma energia cinética.          Leila: Como partiram do repouso e da mesma altura, ambos atingiram o solo no mesmo instante.          Sobre tais afirmações, é CORRETO dizer que</p> <p>a) as duas afirmações são falsas.          b) as duas afirmações são verdadeiras.          c) apenas Carolina fez uma afirmação verdadeira.          d) apenas Leila fez uma afirmação verdadeira.          e) N.D.A</p>		
<p>6. (PUC-PR) Em um planeta, isento de atmosfera e onde a aceleração gravitacional em suas proximidades pode ser considerada constante igual a 5 m/s<sup>2</sup>, um pequeno objeto é abandonado em queda livre de determinada altura, atingindo o solo após 8 segundos. Com essas informações, analise as afirmações:</p>		



- I. A cada segundo que passa a velocidade do objeto aumenta em 5 m/s durante a queda.  
 II. A cada segundo que passa, o deslocamento vertical do objeto é igual a 5 metros.  
 III. A cada segundo que passa, a aceleração do objeto aumenta em 4 m/s<sup>2</sup> durante a queda.  
 IV. A velocidade do objeto ao atingir o solo é igual a 40 m/s.
- Somente as afirmações II e III estão corretas.
  - Somente a afirmação I está correta.
  - Somente as afirmações I e II estão corretas.
  - Somente as afirmações I e IV estão corretas.
  - Todas estão corretas.
7. (PUC-RIO 2009) Uma bola é lançada verticalmente para cima. Podemos dizer que no ponto mais alto de sua trajetória:
- a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo
  - a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.
  - a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é nula.
  - a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.
  - a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.
8. (UNESP- adaptado) Conta-se que Isaac Newton estava sentado embaixo de uma macieira quando uma maçã caiu sobre sua cabeça e ele teve, assim, a intuição que o levou a descrever a lei da Gravitação Universal. Considerando que a altura da posição da maçã em relação à cabeça de Newton era de 5,0m, que a aceleração da gravidade local é  $g=10\text{m/s}^2$  e desprezando a resistência do ar, a velocidade da maçã no instante em que tocou a cabeça do cientista, em km/h, era:
- 15
  - 72
  - 20
  - 36
  - 10
9. (PUC-MG) Dois corpos de pesos diferentes são abandonados no mesmo instante de uma mesma altura. Desconsiderando-se a resistência do ar, é CORRETO afirmar:
- Os dois corpos terão a mesma velocidade a cada instante, mas com acelerações diferentes.
  - Os corpos caem com a mesma aceleração e suas velocidades serão iguais entre si a cada instante.
  - O corpo de menor volume chegará primeiro ao solo.
  - O corpo de maior peso chegará primeiro ao solo.
  - N.D.A
10. Numa filmagem, no exato instante em que um caminhão passa por uma marca no chão, um dublê se larga de um viaduto para cair dentro de sua caçamba. A velocidade  $v$  do caminhão é constante e o dublê inicia sua queda a partir do repouso, repouso, de uma altura de 5 m da caçamba, que tem 6 m de comprimento. A velocidade ideal do caminhão é aquela em que o dublê cai bem no centro da caçamba, mas a velocidade real  $v$  do caminhão poderá ser diferente e ele cairá mais à frente ou mais atrás do centro da caçamba.  
 Para que o dublê caia dentro da caçamba,  $v$  pode diferir da velocidade ideal, em módulo, no máximo:
- 1 m/s
  - 3 m/s
  - 5 m/s
  - 7 m/s
  - 9 m/s

## APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL



### PRODUTO EDUCACIONAL

## FÍSICA MEDIEVAL: UMA PROPOSTA DE JOGO DIGITAL PARA ENSINAR QUEDA LIVRE

**FRANCISCO DAS CHAGAS OLIVEIRA**

Orientador: Prof. Dr. Ildemir Ferreira dos Santos

**TERESINA**

**2019**

## 1 APRESENTAÇÃO

Este roteiro apresenta uma proposta para aplicação do produto educacional: FÍSICA MEDIEVAL: uma proposta de jogo digital para ensinar queda livre.

É esperado que este trabalho possa contribuir com a melhoria do ensino de Física nas escolas de Ensino Médio, oportunizando aos educadores um jogo que possibilita ensinar queda-livre e lançamento vertical sem que exista uma mudança muito significativa no planejamento da quantidade de aulas destinadas para este conteúdo.

O roteiro é uma proposta, podendo ser alterado conforme a necessidade da instituição onde estiver sendo aplicado. Havendo interesse em saber como ocorreu a construção do jogo, buscar a dissertação na base de Dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Para download, o jogo foi hospedado no endereço:

[https://mega.nz/#!bEVA3S4R!8Nzu0oxDg6\\_xu5zHE9tjAwzoe0UDy9qv6Xg1qfo6tvk](https://mega.nz/#!bEVA3S4R!8Nzu0oxDg6_xu5zHE9tjAwzoe0UDy9qv6Xg1qfo6tvk)

## 2 ORIENTAÇÕES INICIAIS

### 2.1 Ponto de partida para uso do material

Para o uso da sistemática de ensino, recomendamos fortemente que seja aplicado um questionário para sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o movimento na vertical. Como exemplo temos sugestões no tópico seguinte.

Desenvolver a aula sobre queda-livre e lançamento vertical, aplicar o jogo Física Medieval como forma de motivar o uso das equações necessárias para resolver os problemas de lançamento.

### 2.2 Instalado e fazendo uso do jogo

Após o download, o arquivo precisará ser descomprimido, em seguida deverá ser localizado o arquivo executável para o jogo iniciar. A figura abaixo indica como aparecerá o arquivo após a descompactação.

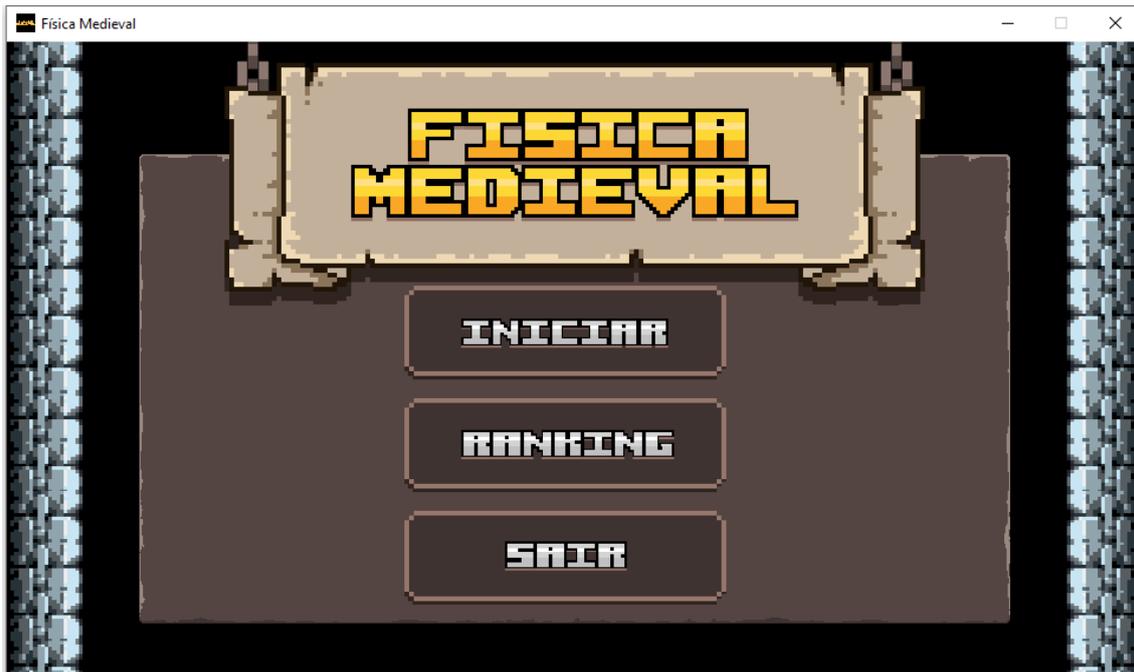
Figura 73 – Jogo Após a instalação

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
 data.win	28/09/2019 10:25	Arquivo WIN	7.056 KB
 Física Medieval	28/09/2019 10:25	Aplicativo	4.974 KB
 snd_musica	28/09/2019 10:25	Arquivo OGG	1.854 KB

Fonte: Próprio Autor

O jogo para iniciar deverá ser executado o arquivo Física Medieval, após a execução irá abrir a tela inicial do jogo conforme a figura abaixo.

Figura 74 – Tela de Início do Jogo



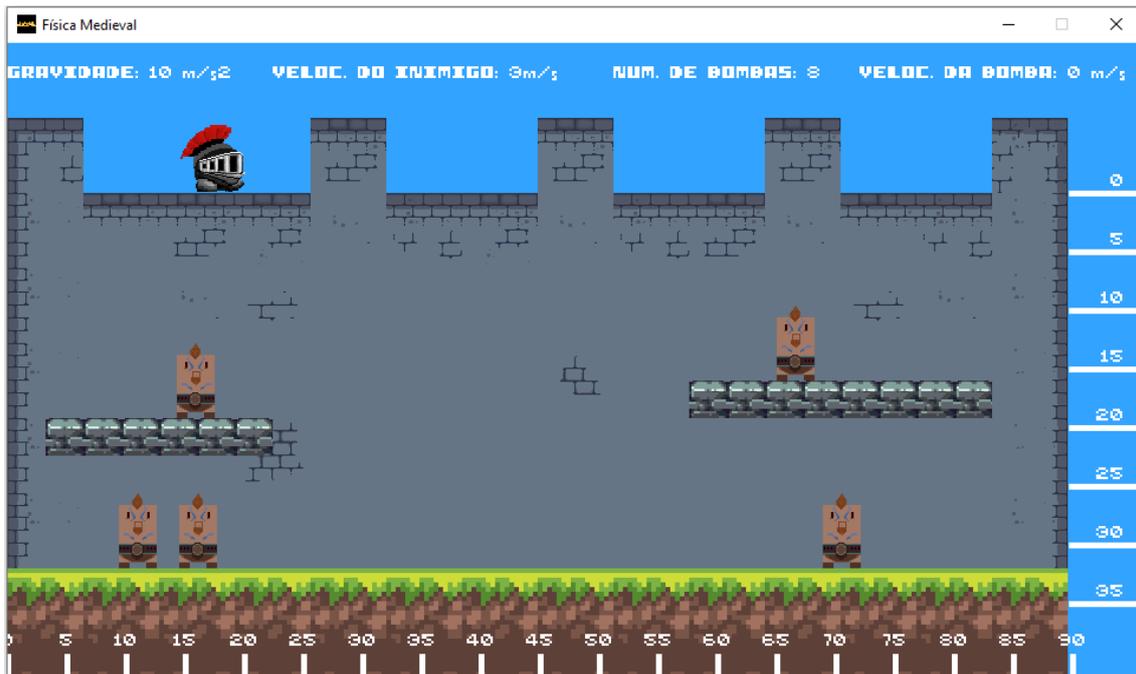
Fonte: Próprio Autor

Para iniciar a primeira fase do jogo o usuário deverá clicar com o mouse no botão Iniciar.

Caso tenha interesse em verificar o Ranking do jogo, temos o botão próprio para a visualização, caso tenha interesse em sair, deve-se clicar no botão Sair.

Na primeira e segunda fase do jogo temos um cenário semelhante, conforme figura abaixo.

Figura 75 – Cenário



Fonte: Próprio Autor

Como podemos verificar temos na parte superior dados relevantes como gravidade, velocidade do inimigo, número de bombas e velocidade da bomba durante o seu deslocamento. No piso e na lateral direita temos uma régua para representar distâncias na horizontal e na vertical.

### 2.3 Comandos de teclado

Para fazer uso do jogo, o usuário irá usar o teclado, tendo os botões do direcional, esquerda e direita para locomover o personagem principal e a barra de espaço do teclado para disparar as bombas.

Figura 76 – Teclado e seus recursos



Fonte: Próprio Autor

A tecla de comando F8, será usada para sair da fase do jogo (primeira ou segunda fase).

Para reiniciar o Ranking o usuário deverá clicar no botão de ranking e apertar a tecla de comando F8 para reiniciar as marcações.

### 3 SUGESTÕES DE PERGUNTAS PARA O PRÉ-TESTE

1. Na Grécia antiga, Aristóteles construiu a teoria do lugar natural, onde nela ele descreve que tudo tem o seu lugar, podemos recortar uma de suas falas: “*Os deslocamentos dos corpos naturais simples, como o fogo, a terra e outros semelhantes, não somente nos mostram que o lugar é algo, mas também que exerce um certo poder. Porque cada um desses corpos, se nada o impede, é levado até seu lugar próprio, uns até o alto e outros até o baixo*”. Você acredita que essa afirmação é correta? Explique.

2. Pensando em dois corpos, uma pena e um a bola de futebol, quando abandonados de uma altura de 2 metros, no mesmo instante, quem chega primeiro ao chão da sala?

3. O problema anterior acontecendo em uma sala onde não contenha o ar(resistência), o resultado é igual ao que você sugeriu no item anterior?

4. Um paraquedista ao pular de um avião, confia plenamente no uso do paraquedas, se o paraquedista estivesse na Lua, onde não temos resistência do ar, ele poderia saltar confiando no paraquedas?

5. (UERJ) Foi veiculada na televisão uma propaganda de uma marca de biscoitos com a seguinte cena: um jovem casal está num mirante sobre um rio e alguém deixa cair lá de cima um biscoito. Passados alguns segundos, o rapaz se atira do mesmo lugar de onde caiu o biscoito e consegue agarrá-lo no ar. Em ambos os casos, a queda é livre, as velocidades iniciais são nulas, a altura da queda é a mesma e a resistência do ar é nula. Para Galileu Galilei, a situação física desse comercial seria interpretada como:

a) impossível, porque a altura da queda não era grande o suficiente.

b) possível, porque o corpo mais pesado cai com maior velocidade.

c) possível, porque o tempo de queda de cada corpo depende de sua forma.

d) impossível, porque a aceleração da gravidade não depende da massa dos corpos.

## 4 SUGESTÃO DE AULA

# Queda Livre e Lançamentos na Vertical

Francisco das Chagas Oliveira

No slide abaixo o professor pode iniciar a aula com a proposta de comparação entre conceitos Aristotélicos e os propostos por Galileu.

## Queda Livre

- ▶ A queda livre é o movimento de um objeto que se desloca livremente, unicamente sob a influência da gravidade.



Quem tinha razão acerca da queda dos corpos?

Aristóteles

Galileu

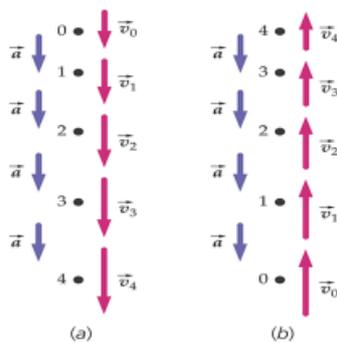
Nos slides abaixo o professor pode explicar o valor da aceleração da gravidade e em que situações ela pode variar, neste slide também pode ser iniciada a comparação entre o movimento horizontal e vertical.

## Queda Livre

O valor (módulo) da aceleração de um objeto em queda livre é  $g = 9.80 \text{ m/s}^2$

- ▶ A gravidade ( $g$ ) diminui quando aumenta a altitude;
- ▶ O valor médio na superfície da Terra é  $9.80 \text{ m/s}^2$ ;
- ▶ Os movimentos de lançamento vertical e queda livre são movimentos retilíneos.

## Queda Livre



a) durante a queda da partícula, aceleração e velocidade estão no mesmo sentido e a velocidade aumenta

b) aceleração e velocidade estão em sentidos opostos e a velocidade diminui.

No slide abaixo, o professor pode sugerir as equações para objetos se movimentando na vertical, recomendamos que com uso dessas equações o professor possa chegar na equação de Torricelli usando a lousa.

### Queda Livre de Objetos

Estes movimentos obedecem as seguintes equações:

Corpo lançado verticalmente

$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$	$v = v_0 - g t$
---------------------------------------	-----------------

Corpo abandonado em queda livre

$y = y_0 - \frac{1}{2} g t^2$	$v = -g t$
-------------------------------	------------

Nos dois próximos slides o professor deverá evidenciar os movimentos com e sem resistência do ar.

### Queda Livre de Objetos



Queda sem  
resistência do  
ar

Fonte: [https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRWXIXrYjZf2b59yTOoM85FfORek3RFf4fwo-K0r\\_JfRTnaPukLntKulw](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRWXIXrYjZf2b59yTOoM85FfORek3RFf4fwo-K0r_JfRTnaPukLntKulw)

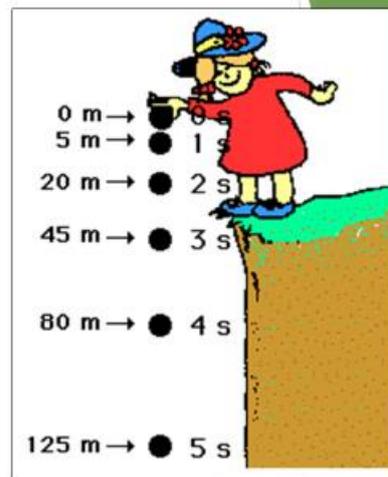
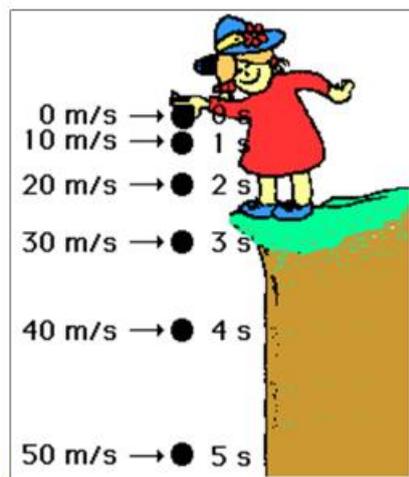
## Queda dos corpos



Fonte:  
<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/paraquedismo.jpg>

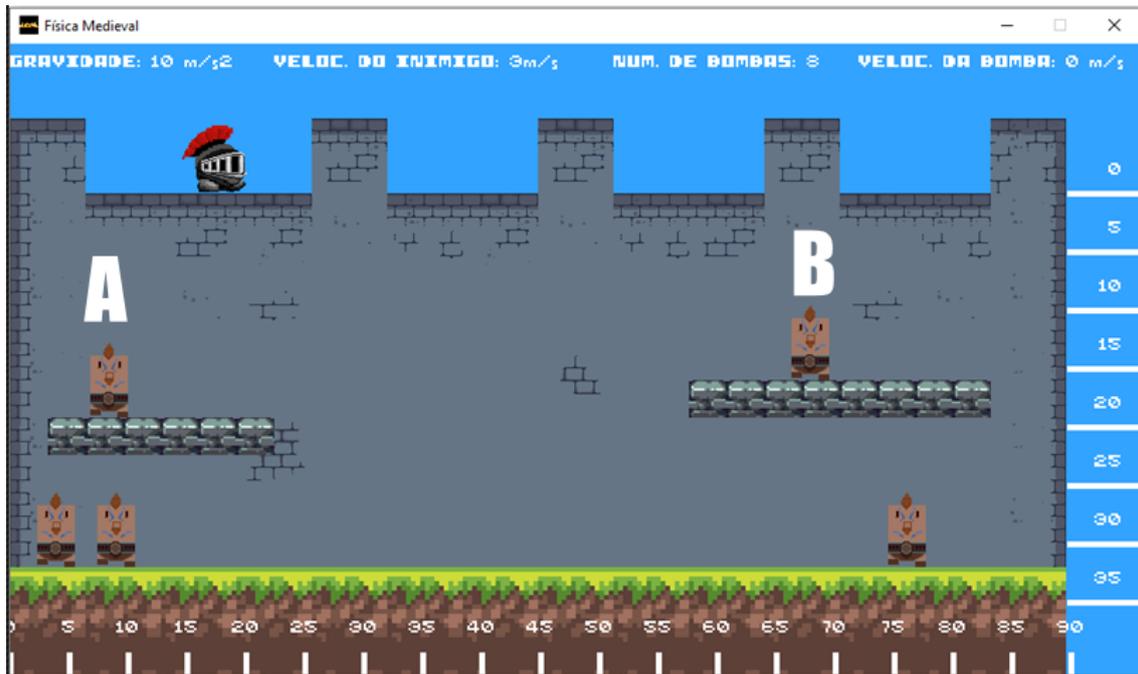
No slide abaixo, o professor pode usar a imagem para comparar com o que o aluno irá encontrar jogo, onde o personagem principal abandona uma bomba para destruir os inimigos.

## Queda Livre



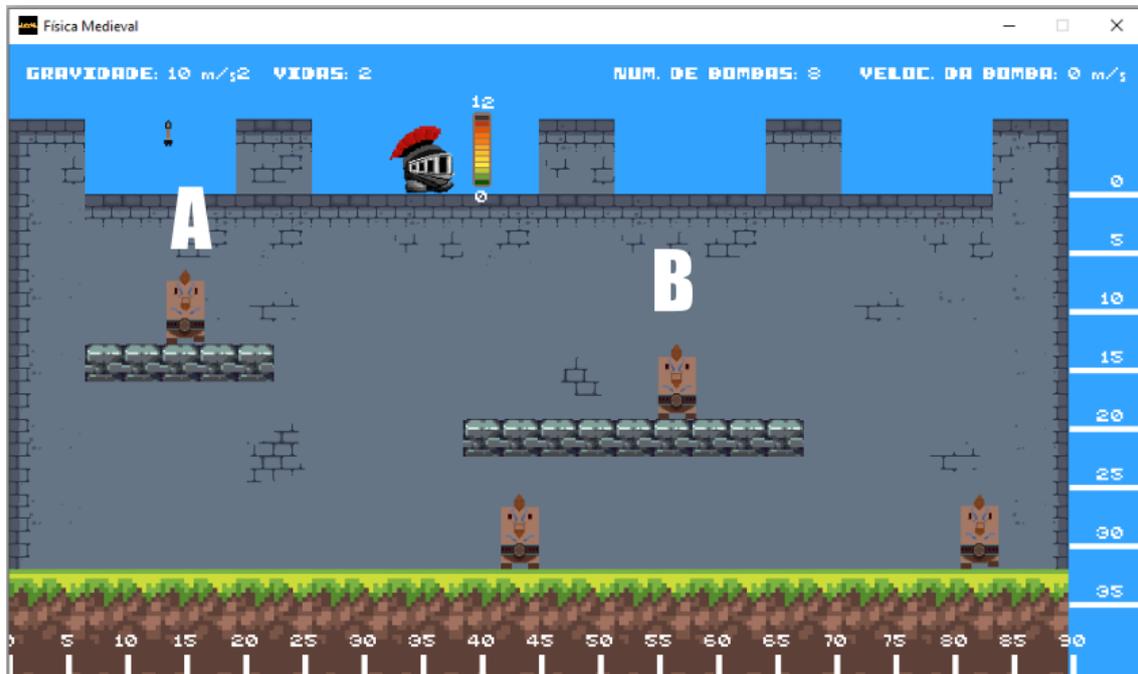
Fonte: <http://www.physicsclassroom.com/>

## 5 SUGESTÃO DE PROBLEMAS A SEREM APLICADOS DURANTE O USO DO JOGO NA PRIMEIRA FASE



1. Na figura acima identifique:
  - a) A aceleração da gravidade;
  - b) Velocidade do inimigo.
  
2. Na figura acima calcule:
  - a) O tempo de queda da bomba lançada pelo personagem principal até chegar ao solo;
  - b) O tempo de queda da bomba para o personagem A;
  - c) O tempo de queda da bomba para o personagem B.
  
3. O inimigo B estando na posição 80 m se deslocando da direita para a esquerda até a posição 60 m. Quanto tempo ele levará para completar esse deslocamento?
  
4. O personagem principal estando em repouso na posição 35 m, qual deve ser a melhor posição inicial para o inimigo que está no solo seja atingido por uma bomba arremessada por ele?

6 SUGESTÃO DE PROBLEMAS A SEREM APLICADOS DURANTE O USO DO JOGO NA SEGUNDA FASE



5. Na figura acima identifique a aceleração da gravidade.

6. Na figura acima calcule o tempo de queda da bomba lançada pelo personagem principal até chegar ao solo com uma velocidade inicial de 6 m/s;

7. O personagem principal estando em repouso na posição 35m, qual deve ser a melhor posição inicial para o inimigo que está no solo seja atingido por uma bomba arremessada por ele a uma velocidade de 12 m/s?