

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**GAME SERRA PELADA: PROJETO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM  
JOGO EDUCATIVO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA PARA ALUNOS DO 9º  
ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**MARIA ELIANE SOBRINHO**

**DM 04/2017**

UFPA/ITEC/PPGEE

Marabá-Pará -Brasil

2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**MARIA ELIANE SOBRINHO**

**GAME SERRA PELADA: PROJETO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM  
JOGO EDUCATIVO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA PARA ALUNOS DO 9º  
ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPA para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Elétrica na Área de Computação Aplicada.

Orientador: Prof. Dr Manoel Ribeiro Filho

UFPA/ITEC/PPGEE

Marabá-Pará -Brasil

2017

Dados Internacionais de Catalogação - na – Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da UFPA

---

Sobrinho, Maria Eliane, 1989-

GAME SERRA PELADA : projeto, implementação e avaliação de um jogo educativo para o ensino de geometria para alunos do 9º ano do ensino fundamental / Maria Elaine Sobrinho.- 2017.

Orientador : Manoel Ribeiro Filho

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belém, 2017.

1. Jogos no ensino de matemática – avaliação. 2. Estratégias de aprendizagem. 3. Geometria - ensino fundamental . 4. Geometria – ensino auxiliado por computador. I. Título.

CDD 23. ed. 371.337

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**AUTORA:** MARIA ELIANE SOBRINHO

**GAME SERRA PELADA: PROJETO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM**  
**JOGO EDUCATIVO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA PARA ALUNOS DO 9º**  
**ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPA para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Elétrica na Área de Computação Aplicada.

**BANCA EXAMINADORA:**

APROVADO EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Manoel Ribeiro Filho- FACEEL/ UNIFESSPA

Orientador

---

Prof. Dr. Narciso Neves Soares- FAMAT/ UNIFESSPA

Avaliador

---

Prof. Dr. Diego Lisboa Cardoso- Membro do PPGEE/UFPA

Avaliador

**Visto:**

---

Prof. Dr. Evaldo Gonçalves Pelaes

**COORDENADOR DO PPGEE/ITEC/UFPA**

*Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.*

*Paulo Freire*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus por todo o amor e cuidado demonstrado a cada momento de minha vida.

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e a UFPA pela oportunidade oferecida a mim para obter este mestrado.

A universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará pelo empenho na formação dos servidores.

Ao meu orientador Prof. Manoel Ribeiro Filho, pelo acompanhamento e carinho.

Aos professores e colegas que participaram ativamente na minha formação.

Aos membros do Laboratório de Games em Educação-LAGE em especial os discentes Denison Carlos da Silva Resplendes que atuou como programador na *game engine* Unity, Kelton William e Ernesto Sampaio que trabalharam na arte gráfica dos personagens.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

Sumário

LISTA DE FIGURAS .....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	IX
RESUMO.....	X
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Motivação.....	1
1.2. Objetivo geral.....	2
1.2.1. Objetivos Específicos .....	2
1.3. Organização do trabalho.....	2
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Uso das Tecnologias na aprendizagem .....	4
2.2. Jogos Educativos .....	7
2.3. Design e Desenvolvimento de Jogos.....	8
2.3.1.Estrutura de Game Design para desenvolvimento de Jogos Educacionais ....	12
2.4. A Matemática no Ensino Fundamental .....	14
2.4.1.A Matriz de Referência de Matemática da 8ª série do Ensino Fundamental.	15
2.5. Ensino da Matemática mediante os jogos digitais .....	17
2.5.1. Trabalhos Correlatos.....	18
<b>3. PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO .....</b>	<b>21</b>
3.1. Ferramentas Utilizadas .....	21
3.2. Pré-produção .....	22
3.3. Produção.....	23
3.3.1. Cenário.....	23
3.3.2. Personagens .....	24
3.3.3. Implementação na Game Engine .....	27
3.4. Pós-produção .....	32
<b>4. AVALIAÇÃO.....</b>	<b>34</b>
4.1. Avaliação das dificuldades encontradas e sugestões de melhorias .....	34
4.2. Avaliação do jogo como ferramenta educacional .....	37
4.2.1. Motivação .....	39
4.2.2. Experiência do Usuário .....	40
4.3. Resultados observados .....	43
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>45</b>
5.1. Dificuldade encontradas .....	45
5.2. Trabalhos futuros.....	46
5.3. Publicação .....	46
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>
Apêndice A .....	50
Apêndice B .....	58
Anexo I.....	61

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura do game design [SCHUYTEMA, 2008] .....	9
Figura 2: Imagens do game protótipo Wind Phoenix: Tales of Prometheus.....	18
Figura 3: Captura de tela da plataforma 2D do cenário do jogo Mathmare .....	19
Figura 4: Tela inicial para seleção de jogos .....	20
Figura 5: Terreno do jogo criado no Inskape .....	24
Figura 6: Montagem do cenário do jogo .....	24
Figura 7: Característica dos Personagens do Jogo.....	25
Figura 8: Representação visual dos bonés, tela do software [SPRITER, 2016].....	26
Figura 9: Dependências entre os recortes do personagem através da cinemática inversa...	27
Figura 10: Tela Inicial .....	27
Figura 11: Cutscene História do Jogo.....	28
Figura 12: Tela de início do Jogo com o menu Informações .....	28
Figura 13: Pergunta sobre o ângulo correto da escada .....	29
Figura 14: Tela opção incorreta.....	29
Figura 15: Desafio da Tábua .....	30
Figura 16: Pergunta sobre desafio da Tábua .....	30
Figura 17: Tela do jogo em execução após alterar ângulo da Tábua .....	30
Figura 18: Tela do jogo em execução desafio da Tábua .....	31
Figura 19: Pergunta sobre o 2º desafio da Tábua. ....	31
Figura 20: Tela do jogo em execução após alterar ângulo da Tábua .....	32
Figura 21: Bônus de Informação .....	32
Figura 22: Avaliação o Jogo .....	34
Figura 23: Gostou do jogo ou não .....	35
Figura 24: Sugestões de Melhorias no Jogo .....	35
Figura 25: Erros encontrados no Jogo .....	36
Figura 26: O jogo como auxílio no processo de ensino/aprendizagem. ....	36
Figura 27: O Jogo estimulou a conhecer mais a matemática .....	37
Figura 28: O Jogo estimulou a conhecer mais a matemática .....	37
Figura 29: Estrutura do modelo de avaliação de Jogos. Fonte [SAVI,2011]. ....	38
Figura 30: Subcomponente Motivação.....	39
Figura 31: Subcomponente Experiência do Usuário .....	41
Figura 32: Subcomponente Experiência do Usuário .....	42
Figura 33: Subcomponente Aprendizagem .....	43

**LISTA DE ABREVIATURAS**

- ARCS:** Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação
- 3D -** Três Dimensões
- 2D -** Duas Dimensão
- GDD-** Documento de *game design*
- GBL -** *Game-based Learning*
- INEP-** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
- LAGE -** Laboratório de Games Educativos
- LIBRAS -** Linguagem Brasileira de Sinais
- MEC -** Ministério da Educação
- PCNs-** Parâmetros Curriculares Nacionais
- SAEB -** Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
- W3C-** World Wide Web Consortium

## RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto, implementação e avaliação de um jogo de plataforma educativo, que utiliza os conceitos de geometria da Matriz de Referência de Matemática do 9º ano do Ensino Fundamental com o tema I Espaço e Forma. Tendo como cenário do jogo o garimpo de Serra Pelada, onde o personagem principal é um garimpeiro que luta com garimpeiros inimigos que tentarão impedi-lo de conseguir completar seus objetivos. O jogo Serra Pelada ao mesmo tempo em que ensina conceitos geométricos é divertido, o que o distingue comparado com a maioria dos jogos educativos de Matemática que carecem de ludicidade. Para verificar a aplicabilidade do jogo como ferramenta auxiliar no ensino de matemática, foram realizados os testes com alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública no município de Marabá-Pa. O jogo foi bem aceito pelos estudantes e a avaliação comprovou que o *software* pode ser utilizado como ferramenta para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da geometria.

**Palavras-chave:** jogos educacionais, ensino e aprendizagem, ensino da matemática.

## ABSTRACT

This article presents the project, implementation and evaluation of an educational game platform, whose user the geometry concepts the Math Reference Matrix 9th grade elementary school with the subject I space and form. Having as the game scenario is the mining of Serra Pelada, in the main character plot is a prospector who struggle with prospectors enemies who will try to stop you from achieving complete your goals. The game while teaching geometric concepts is fun, what distinguishes compared with the vast majority of educational mathematics games that lack of playfulness. To verify the applicability of the game as an auxiliary tool in mathematics teaching, tests were performed with students from 9th grade of elementary school in a public school in the city of Marabá-Pa. The game was well received by students and evaluation proved that the *software* can be used as a tool to assist in the teaching and learning geometry.

**Key- Words:** educational games, teaching end learning, mathematics teaching.

## 1. INTRODUÇÃO

A informática insere-se cada vez mais na comunidade educacional, proporcionando um novo cenário na forma de ensinar e aprender. O uso das tecnologias para auxiliar no processo de ensino aprendizagem tornou-se um grande aliado para a educação, de acordo com Reinoso *et al.* [2012] a educação é a base para o desenvolvimento do país, o processo de educar exige cada vez mais formas dinâmicas e interativas no mundo em que existem inúmeras situações que tornam o ato de estudar cansativo, repetitivo e desinteressante.

O processo de ensino/aprendizagem no cotidiano escolar segundo Rau [2011] passa por grandes problemáticas dentre as quais estão as dificuldades que os alunos têm em assimilar os conteúdos ministrados pelo professor, principalmente as disciplinas que envolvem a Matemática.

De acordo com Valente [1999] este novo cenário necessita de mudanças pedagógicas que facilitem o ensino aprendizagem, assim como novas abordagens de ensino envolvendo a criação de ambientes de aprendizagem em que os alunos possam construir conhecimento de forma mais proveitosa.

Segundo Moratori [2003] vivemos na “era da informação” em que os computadores estão cada vez mais presentes no ambiente escolar, no entanto, é necessário refletir sobre o que se espera desta tecnologia como recurso pedagógico para ser utilizado no processo de ensino e aprendizagem.

Diante deste cenário, os jogos digitais têm recebido grande atenção entre pesquisadores educacionais e professores que defendem o seu uso na aprendizagem, por apresentar o potencial de fornecer um ambiente altamente envolvente, com alto nível de interação e *feedback* [MACHADO, 2014].

### 1.1.Motivação

O uso de jogos para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos pode ser uma boa alternativa para tornar as atividades escolares mais interativas e dinâmicas, a ideia é que o aluno sinta-se motivado a buscar mais informações sobre o conteúdo que é abordado no jogo.

No sentido de concretizarmos a abordagem sobre os jogos digitais como ferramenta auxiliadora no processo de aprendizagem do aluno, desenvolvemos um jogo voltado para o ensino da matemática para os alunos do 9º ano do ensino fundamental (antiga 8º série), tendo

como princípio norteador a Matriz de Referência de Matemática do 9º ano do Ensino Fundamental: com o tema I, Espaço e Forma [INEP, 2016]. Tais diretrizes propõem o reconhecimento de Figuras geométricas planas e espaciais por meio de suas definições e da identificação de algumas propriedades. Nessa etapa do conhecimento, o estudante não demonstra formalmente as propriedades geométricas, mas deve saber justificá-las de forma simples, iniciando o desenvolvimento do raciocínio dedutivo.

## **1.2. Objetivo geral**

O Game Serra Pelada foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar o aluno no processo de aprendizagem da matemática, o jogo utiliza estratégias lúdicas para prender a atenção do jogador. No cenário do jogo é apresentado ao jogador alguns desafios matemáticos que trabalhará o reconhecimento de ângulos, além de bônus de informação sobre as Figuras geométricas.

### **1.2.1. Objetivos Específicos**

- ✓ Estudar o motor de desenvolvimento de jogos *Unity 3D* assim como sua linguagem de programação.
- ✓ Pesquisar técnicas para documentação e *game design* GDD.
- ✓ Definir o roteiro, personagens e cenários juntamente com a equipe do grupo de pesquisa do Laboratório de *Games* Educativos-LAGE.
- ✓ Realizar a arte e finalização das imagens de personagens e cenários juntamente com a equipe do LAGE.
- ✓ Implementar o jogo usando a *Game engine Unity 3D*.
- ✓ Realizar a avaliação do jogo Serra Pelada em escolas do município de Marabá.
- ✓ Realizar melhorias no jogo tendo como base o questionário de sugestões de melhorias.

## **1.3. Organização do trabalho**

Este trabalho está organizado da seguinte forma; o Capítulo 2 explana as principais obras e autores encontrados na literatura atual, que sustentam a proposta do presente trabalho, além dos trabalhos correlatos que enriquecem esta obra. No Capítulo 3 é explanado os métodos e ferramentas que foram aplicados durante o desenvolvimento do Jogo Serra Pelada. No Capítulo 4 são apresentadas avaliação do jogo na escola e os resultados obtidos e por fim no capítulo 5 são apresentadas as considerações finais.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizado um estudo teórico em artigos, anais de congressos e livros em busca de obras que pudessem enriquecer a proposta deste trabalho e dar fundamento à ideia apresentada. Entre eles destaca-se Schuyttema [2008] e sua obra *Design de Games: Uma Abordagem Prática* que foi a principal obra utilizada como referência para o design do Jogo Serra Pelada. Assim como a obra de Mattar [2010] que possui um vasto conhecimento da área de desenvolvimento de jogos educacionais, entre outros autores.

### 2.1. Uso das Tecnologias na aprendizagem

Pesquisadores na área da psicologia do desenvolvimento como Piaget [1975]; Vygotsky [1988] são alguns dos vários pesquisadores em educação que apoiam o desenvolvimento de novas formas de despertar o interesse, desenvolver a mente, estimular a criatividade.

Segundo Pietro *et al*, [2005] os jogos ou brinquedos com fins pedagógicos desenvolvidos para provocar uma “aprendizagem significativa”, estimula a construção de um novo conhecimento e, principalmente, desperta o desenvolvimento de uma habilidade operatória, ou seja, uma aptidão ou capacidade cognitiva e apreciativa específica, que possibilita a compreensão e a intervenção do indivíduo nos fenômenos sociais e culturais e o ajuda a construir conexões.

Os recursos tecnológicos inserem-se cada vez mais no cotidiano das crianças e jovens, a maioria deles tem acesso aos equipamentos como celular, *Ipad*, *Tablet*, *Notebook*, *internet* entre outros, suas experiências com as multimídias digitais fazem parte de uma ampla transformação cultural que está moldando a forma de comportamento e aprendizagem.

Neste contexto Prensky [2012] define esta geração de jovens e crianças como os nativos digitais, que são aqueles que nasceram e cresceram na era da tecnologia. Já os imigrantes digitais são aquelas pessoas que nasceram na era analógica, tendo migrado para o mundo digital somente durante a vida adulta, “naturalmente, esses dois grupos de pessoas pensam e processam informação de modo diferente” [MATTAR,2010 p.10].

Prensky [2012] apontou algumas das principais características dos nativos digitais, com relação ao modo de aprendizagem, que são:

- ✓ Maior velocidade para processar informações;

- ✓ Processamento em paralelo de múltiplas informações;
- ✓ Acesso aleatório às informações, onde a pessoa cria uma lógica própria para assimilar determinado conteúdo;
- ✓ Maior facilidade em leitura de gráficos e imagens;
- ✓ Conectividade mundial e instantânea;
- ✓ Comportamento ativo em relação ao novo, onde a pessoa aprende descobrindo e explorando o conteúdo, e não lendo previamente uma instrução;
- ✓ Encarar o ato de brincar como um trabalho, onde existe a superação de desafios, raciocínio lógico e solução de problemas;
- ✓ Necessidade de *feedback* imediato;
- ✓ Utilização da fantasia possibilitada pela tecnologia, como meio de se expressar;
- ✓ Utilização da tecnologia com naturalidade e facilidade.

Levando os pontos acima em consideração, Prensky [2012] confirma a necessidade da criação de uma abordagem de aprendizagem mais adequada a esta geração de nativos digitais, que segundo o autor, pode ser alcançada com a utilização de jogos eletrônicos.

Ainda se tratando das diferenças entre nativos e imigrante digitais, outro aspecto que pode ajudar a definir as diferenças é o conceito de gerações, onde uma geração é composta por pessoas cuja localização comum na história resulta em uma “personalidade” coletiva. O espaço de uma geração corresponde aproximadamente à duração de uma fase da vida. [NOVAK, 2011 *apud* LEITE e MENDONÇA, 2013].

Novak [2011, *apud* LEITE E MENDONÇA, 2013] também afirma que pessoas que fazem parte de uma geração, costumam manter alguns valores ao longo da vida, o que pode influenciar diretamente em sua forma de entretenimento e aprendizagem. Com isso, pode-se definir as diferenças de valores entre cada geração e conseqüentemente sua relação com a tecnologia.

Segue a relação das gerações da sociedade norte americana segundo Novak [2011, *apud* LEITE E MENDONÇA, 2013]:

- ✓ Geração Silenciosa (Nascidos entre 1924 e 1943)
- ✓ Geração Baby Boom (Nascidos entre 1943 e 1961)
- ✓ Geração X (Nascidos entre 1962 a 1981)

✓ Geração do Milênio (Nascidos entre 1982 a 2002)

A partir destes dados é possível perceber em que gerações estão encaixados a maioria dos educadores e a maioria dos alunos. Outro ponto importante é que entre a Geração Silenciosa e a Geração do Milênio, as famílias passaram por uma transformação. Se na primeira geração as crianças pertenciam a um ambiente doméstico, pós-guerra e sem grande acesso à tecnologia, a última cresceu tendo à sua disposição os mais recentes aparatos tecnológicos, apresentando como principais características, àquelas apontadas anteriormente para os nativos digitais [NOVAK, 2011 *apud* LEITE e MENDONÇA, 2013 p 133.].

Mattar [2010], cita que é preciso detectar os estilos de aprendizagem de cada geração, segundo ele cada aluno apresenta maneira diferentes de processar, absorver e reter informações. “Identificar os estilos de aprendizagem do aluno significa identificar a forma como ele aprende melhor e, por consequência, como obter melhor sucesso nos estudos. A partir daí é possível replanejar o currículo e o programa, sala de aula e os ambientes virtuais para ativar e manter a concentração do aluno” [ MATTAR,2010 p.10].

Levando em consideração as alterações nos estilos de aprendizagem, principalmente entre gerações, Mattar [2010], apresenta um quadro comparativo de características de estilos de aprendizagem entre a atual geração e as anteriores. Segue um quadro dos principais elementos daquele apresentado pelo na Tabela 1:

<b>Estilos de aprendizagem do novo milênio:</b>	<b>Estilos de aprendizagem do milênio anterior:</b>
Fluência em múltiplas mídias.	Centra-se no trabalho com uma mídia única, mais adequada ao estilo e às preferências do indivíduo.
Aprendizado baseado em experiências de pesquisa, peneira e síntese coletiva, em vez da localização e absorção de informações em alguma fonte individual melhor.	Integração individual de fontes de informação explícitas e divergentes.
Aprendizado ativo baseado na experiência (real ou simulada) que inclui oportunidades frequentes para reflexão.	Experiências de aprendizagem que separam ação de experiência em fases distintas.
Expressão por meio de teias não lineares e associativas de representação em vez de histórias lineares.	Usa multimídia ramificada, mas altamente hierárquica.
Codesign de experiências de aprendizado personalizadas para necessidades e preferências individuais.	Enfatiza a seleção de uma variante precustomizada de uma gama de serviços oferecidos.

Tabela 1: Estilos de aprendizagem novo milênio e milênio anterior [ MATTAR, 2010]

As características do estilo de aprendizagem da geração dos nativos digitais apresentadas na Tabela 1, complementam às apontadas por Prensky[2012], citadas anteriormente, demonstrando assim, como os estilos de aprendizagem representam o modo de aprendizagem das pessoas e sua importância na construção do conhecimento. Enquanto isso, as características do estilo de aprendizagem da geração anterior (imigrantes digitais), remetem à maioria dos métodos aplicados nas escolas, o que atualmente gera um grande problema para os educadores. Mattar [2010] destaca as principais dificuldades nas relações entre os nativos e o imigrante digitais, ele afirma que os alunos da atualidade são falantes digitais, ou seja, falam a linguagem dos computadores, *videogame* e da *internet*. Eles estão acostumados a receber informações mais rapidamente que seus professores imigrantes digitais sabem transmitir. O autor chama atenção para o novo padrão cultural na qual os nativos digitais estão inseridos e considera que o modelo tradicional de ensino já não se adequa a esses alunos “ Os alunos de hoje não são mais as pessoas para os quais nossos sistemas educacionais foram projetados, e em virtude disso a escola tem ensinado habilidade do passado” [ MATTAR, 2010 p.10].

A partir das definições das características dos nativos digitais e seus estilos de aprendizagem com relação aos estilos de aprendizagem da geração anterior, que representa a maioria dos educadores, é possível visualizar a necessidade de novas ferramentas para que o educador possa trabalhar com a geração atual [LEITE e MENDONÇA, 2013].

Segundo Mattar [2010] os *games* respeitam os diferentes estilos de aprendizagem e com isso permitem uma maior aproximação entre conteúdo e alunos, principalmente por poder atender as principais características de aprendizagem dos nativos digitais, além de fazer parte do seu dia a dia e do seu mundo.

## **2.2. Jogos Educativos**

Os jogos estão presentes na humanidade ao longo de sua existência, com vários formatos, situações, com objetivos simplesmente lúdicos e até abordando assuntos mais sérios ou de poder [FILHO, 2013].

De acordo com Salen e Zimmerman [2012] um jogo pode ser definido como "um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implica um resultado quantificável". Já os jogos educativos são aqueles criados para ensinar com diversão. São desenvolvidos para fins pedagógicos e geralmente contam com as crianças como público alvo. Contudo, todos os tipos de jogos permitem a obtenção de

conhecimentos do mundo real pelos jogadores e muitos jogos eletrônicos são educativos por “acidente” [NOVAK apud LEITE e MENDONÇA, 2013].

Basicamente o objetivo de um jogo é entreter o jogador, mas nem todos têm esse intuito, alguns deles têm objetivos mais específicos, até mesmo mais sérios, são os chamados jogos sérios [FILHO, 2013]. “Estes têm por objetivo instruir, educar, entreter o jogador com algum tema ou conceito. São chamados de sérios porque são usados de uma forma pedagógica para fins políticos, sociais, publicitários, econômicos, ambientais ou causas humanitárias” [ARVERS, 2009 apud ALVES, 2013].

Alguns autores como Soares [2012] e Filho [2013] concordam com a ideia de que os jogos sérios, podem ser categorizados por áreas em que eles se aplicam, dentre elas pode-se citar alguns: publicidade (*advergames*), entretenimento (*edutainment*), educativo (*game-based learning*), jornalísticos (*newsgames*), simulação (*training and simulation games*), persuasivos (*persuasive Games*), dinâmica organizacional (*organizational-dynamic*), educação em saúde (*games for health*), artísticos (*art games*) e militares (*militainment*).

O *Game-based Learning- GBL* ou conhecido popularmente por jogo educativo, tem como saída a aprendizagem. Em geral, um GBL é projetado para equilibrar a jogabilidade e divertimento com a capacidade do jogador para reter e aplicar o assunto do jogo para o mundo real. Eles podem ainda ser divididos em três outras categorias: conscientização, construção do conhecimento e treinamento. “Os GBLs para a conscientização têm por objetivo propor um problema do mundo real, estudar suas características e apontar suas consequências; nele o jogador terá que utilizar seu raciocínio para driblar as causas do problema ou minimizar suas consequências” [SOARES, 2012].

A utilização dos jogos como ferramenta educacional é defendida por Presnky [2012], que afirma que é possível melhorar o ensino para alunos e professores através da união entre o envolvimento que se consegue por meio de jogos e o conteúdo de aprendizagem. No entanto, para atender às necessidades educacionais, estes games precisam apresentar algumas características, normalmente definidas em seu *game design* que será discutido na próxima seção.

### **2.3. Design e Desenvolvimento de Jogos**

O desenvolvimento de um jogo digital pode envolver inúmeras etapas, dentre elas podemos destacar a *game design* (projeto de jogos). O *game design* é o processo onde são

descritas as características principais do jogo como a jogabilidade, os dispositivos de controle (teclado, mouse, joystick, etc), o nível gráfico e de apresentação (2D, 3D, plataforma, terceira pessoa, primeira pessoa, etc.) interfaces, personagens, armas, golpes, inimigos, fases. [MOTTA e JUNIOR, 2013].

Durante o *game design* é produzido o *game design document* (documento de *game design* ou GDD, como é comumente conhecido). O GDD contém todas as definições apontadas durante o *game design*. Segundo Motta e Junior, [2013] é um documento de texto, concebido por um *game designer*, que descreve os diversos elementos de um jogo (visual, roteiro, jogabilidade, estratégias, etc.). Tem por função guiar a equipe envolvida na produção de um jogo (como equipe de artistas, roteiristas, programadores, gerentes).

Pelo seu detalhamento e complexidade este documento é necessário na produção de jogos grandes e complexos que, ainda segundo Motta e Junior [2013] é tão importante no desenvolvimento de jogos quanto a documentação de *software* é no projeto de sistemas.

Segundo [SCHUYTEMA, 2008] “o GDD é o coração e a alma de todos os documentos que giram em torno de um game em desenvolvimento.” Sendo assim, o autor criou alguns itens que considera essências para o GDD de um jogo comum. Considerando que, para cada tipo de jogo esta estrutura deverá ser adequada corretamente, o que em alguns casos, poderá excluir alguns itens da Figura 1.

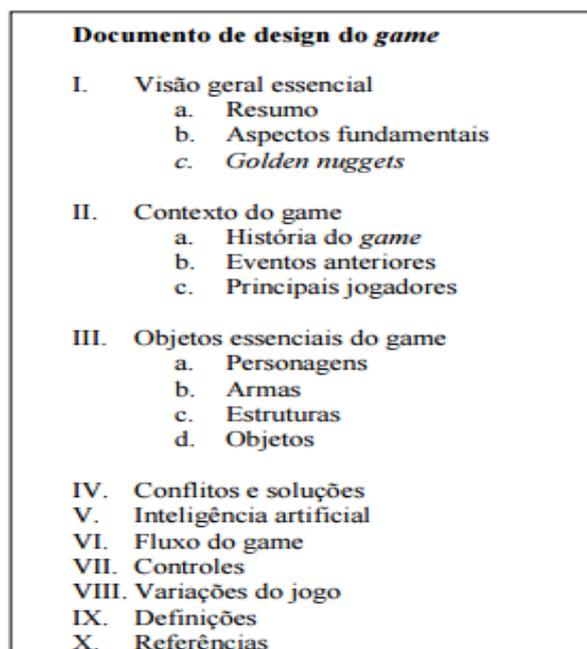


Figura 1: Estrutura do *game design* [SCHUYTEMA, 2008]

A seguir realizou-se o detalhamento de cada um dos itens apresentados por Schuytema [2008] na Figura 1:

- **Visão geral essencial:** apresenta uma visão geral do que será o jogo, de modo que, qualquer um se familiarize rapidamente com o conceito do jogo.
- **Resumo:** uma síntese do que será o jogo e toda a experiência que ele apresenta.
- **Aspectos fundamentais:** apresenta a essência do jogo, com foco na jogabilidade.
- **Golden nuggets:** sessão que lista os diferenciais que o jogo possui.
- **Contexto do game:** sessão onde é descrito o “mundo” do jogo. “Em alguns games, é uma história baseada na interação dos personagens. Em outros, pode ser o histórico de uma batalha ou guerra”.
- **Enredo do Jogo:** é a descrição de toda a história do jogo, nela estarão presentes todos os passos dos personagens e acontecimentos que ocorrerão durante o jogo.
- **Eventos anteriores:** descreve em que ponto a história do jogo acontece naquele universo.
- **Principais Personagens:** explica e descreve os principais personagens do jogo, suas habilidades, motivações e características físicas.
- **Objetos essenciais do game:** descreve os principais objetos que aparecem no jogo, e que afetam a jogabilidade.
- **Personagens:** descreve os personagens não controlados pelo jogador, que possuem relevância para a história.
- **Armas:** descreve as armas ou habilidades que têm relevância no jogo.
- **Estruturas:** descreve as estruturas essenciais para o jogo. Usada principalmente em jogos do tipo RTS (*Real-Time Strategy* – Estratégia em tempo real).
- **Objetos:** objetos que têm função no game, mas não são essenciais para sua história ou jogabilidade.

- **Conflitos e soluções:** descreve os sistemas de interação entre os elementos do game.
- **Inteligência artificial:** define os elementos controlados pelo computador e como ele proporcionará desafios para os jogadores.
- **Fluxo do jogo:** descrição de onde e como funcionarão todos os itens apresentados anteriormente.
- **Controles:** descreve os comandos e controles do jogador.
- **Variações de jogo:** descreve variações que podem ocorrer na jogabilidade.
- **Definições:** pode ser usada como glossário para termos novos ou que não ficaram claros nas sessões anteriores.
- **Referências:** contém toda informação que foi utilizada como referência para descrição e construção do jogo.

Em alguns jogos, a Sessão II mostrada na Figura 1, não existe, e a sessão III possui outros elementos, principalmente em jogos do tipo *puzzle*.

Além da documentação, o processo de desenvolvimento de um jogo deve seguir um modelo de projeto. Schuytema [2008] defende um modelo que é dividido em 3 etapas: Pré-produção, Produção e Pós-produção.

**Pré-produção:** é a fase conceitual do projeto. Segundo Schuytema [2008] este é o momento em que o jogo é concebido, a ideia principal é desenvolvida pelos designers, através de reuniões e *brainstormings*. Em alguns casos, esta ideia principal é concebida por pessoas que não fazem parte da equipe de desenvolvimento do jogo, mas que tem interesse nele. Nesta etapa são criados os primeiros documentos de *design* do jogo, que descrevem alguns dos aspectos básicos do jogo, como os objetivos, personagens, jogabilidade, etc. Esses documentos servem de planta baixa para a criação de documentos mais amplos e técnicos como, por exemplo, o GDD que pode ser elaborado ainda nesta fase.

**Produção:** é o momento em que o jogo será construído. Schuytema [2008] propõe que nesta fase do projeto sejam criados os principais recursos do jogo (sons, imagens de personagens e cenários).

Ainda segundo Schuytema [2008] é recomendável fazer uma organização da equipe de construção do jogo, dividindo-a em subequipes: gerentes de projeto, artistas,

programadores, testadores e designers. Os gerentes são responsáveis pela organização da equipe, atribuições de tarefas, contratações ou demissões e criação de cronogramas. Os artistas criam os elementos visuais e audíveis do jogo e realizam a arte-finalização desses elementos, utilizando ferramentas computacionais. Os programadores escrevem o código fonte, fazem correções necessárias no jogo, e algumas vezes até criam a *engine* de desenvolvimento do jogo. Os testadores realizam a inspeção contínua do jogo, buscando e relatando erros de programação e estratégia.

Por fim, os *designers* são responsáveis pela documentação de design do jogo, a eles é atribuída à responsabilidade de manter esses documentos sempre atualizados, considerando que algumas estratégias ou aspectos do jogo podem ser alterados durante esta fase, entretanto, deve-se mantê-los fiéis à proposta inicial do jogo. Estes documentos são referências para as demais equipes para realização de suas respectivas tarefas. No final da fase de produção o jogo estará pronto para ser lançado e distribuído.

**Pós-produção:** é a última etapa do desenvolvimento do jogo, começa a partir da publicação do jogo. Após o jogo ser distribuído pode necessitar de atualização para corrigir erros, incluir novas missões, recursos, ou conteúdo adicional. O suporte do jogo acontece neste momento, assim como a avaliação da receptividade dos jogadores [SCHUYTEMA, 2008].

### 2.3.1. Estrutura de *Game Design* para desenvolvimento de Jogos Educacionais

Mattar [2010] cita que um dos maiores desafios do uso de games na educação é tornar o jogo educativo tão interessante quanto os games comerciais, o autor esclarece que uma das alternativas para enfrentar este problema é que “ao produzir games educativos não devemos pensar no design do conteúdo, mas em arquitetar experiências e ambientes para os aprendizes tomarem decisões e refletirem sobre ela”. O *design* de game além de entender sobre os aspectos pedagógico precisa também “dominar os princípios de *Gameplay* (jogabilidade) e *level designer* (projeto de fases) que regem o *design de games* comerciais” [MATTAR, 2010].

Com base nos itens apontados anteriormente, Schell [2011] apresenta como tétrede elementar, a inclusão do elemento “aprendizagem”, para que o jogo possa atingir as necessidades pedagógicas.

- ✓ **Estética:** está relacionada, principalmente, as partes visual e sonora do jogo.

- ✓ **História:** descrição da história e acontecimentos relacionados ao mundo do jogo e seus personagens.
- ✓ **Aprendizagem:** descrição dos conteúdos pedagógicos e definição dos objetos de aprendizagem que serão abordados e trabalhados no jogo.
- ✓ **Mecânica:** define como o jogador interage com o jogo, como ele irá se comportar e seus objetivos.
- ✓ **Tecnologia:** permite a criação e funcionamento do jogo. Tema: relaciona o conteúdo à história, estética, mecânica e tecnologia do jogo.

Schell [2011] apresenta os elementos indicados para motivar o jogador a utilizar o jogo, incluindo os itens necessários para que ele tenha controle sobre a forma de aprender e que esteja adaptado para vários estilos de aprendizagem, atendendo assim às necessidades dos alunos com relação a um jogo educacional, são eles:

- ✓ **Desafio:** proporciona emoção e objetivos ao jogador.
- ✓ **Feedback:** permite a imersão do jogador e atende à sua necessidade de resposta imediata.
- ✓ **Falha:** proporciona o aprendizado não punitivo, mas que gere motivação e desenvolvimento de novas habilidades.
- ✓ **Personagens:** faz com que o jogador tenha novas experiências de identidade.
- ✓ **Recompensas:** promove o respeito ao jogador, uma vez que ao se esforçar recebe resposta a isso.
- ✓ **Fantasia:** proporciona ao jogador vivenciar uma realidade diferente.
- ✓ **Desenvolvimento progressivo:** além de permitir que o jogador perceba sua evolução, permite que ele tenha momentos em que pode jogar sem se sentir pressionado.
- ✓ **Adequação ao seu estilo de aprendizagem:** com a distribuição do conteúdo em diversos lugares e formas, o aluno aprende através dos meios que mais se adequam a seu estilo de aprendizagem.
- ✓ **Controle na forma de aprender o conteúdo:** enquanto experimenta o jogo e aprende, o jogador que está no controle desde início, define como é gerado o aprendizado.

Por último Schell [2011] destaca os itens necessários para que o educador possa utilizar o jogo com os alunos, além de auxiliá-lo em sua utilização e impedir que ele se sinta perdido com a utilização da tecnologia:

- ✓ **Avaliação do aluno:** o jogo funciona como ferramenta para o educador avaliar o aluno, seja com o próprio jogo ou propondo uma atividade relacionada a ele.
- ✓ **Desenvolvimento de habilidades específicas nos alunos:** promove o desenvolvimento de habilidades fundamentais para o século XXI.
- ✓ **Ferramentas para auxiliar o professor na utilização do jogo:** o professor recebe auxílio para a utilização do jogo com os alunos, como tutoriais e manuais.
- ✓ **Objetivos de aprendizagem bem definidos:** com objetivos pedagógicos bem definidos e aplicados corretamente no jogo, o professor pode definir como e quando aplicar o jogo com os alunos.

#### 2.4. A Matemática no Ensino Fundamental

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para a área de Matemática no ensino fundamental estão pautados por princípios decorrentes de estudos, pesquisas, práticas e debates desenvolvidos [MEC, 2016]. São eles:

- ✓ A Matemática é componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar.
- ✓ A Matemática precisa estar ao alcance de todos e a democratização do seu ensino deve ser meta prioritária do trabalho docente.
- ✓ A atividade matemática escolar não é “olhar para coisas prontas e definitivas”, mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade.

Segundo diretrizes do MEC [2016], as finalidades do ensino de Matemática indicam, como objetivos do ensino fundamental, levar o aluno a:

- Identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta e perceber o caráter de jogo intelectual, característico da Matemática, como aspecto que estimula o interesse, a curiosidade,

o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas;

- Fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos do ponto de vista do conhecimento e estabelecer o maior número possível de relações entre eles, utilizando para isso o conhecimento matemático (aritmético, geométrico, métrico, algébrico, estatístico, combinatório, probabilístico); selecionar, organizar e produzir informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las criticamente;
- Resolver situações-problema, sabendo validar estratégias e resultados, desenvolvendo formas de raciocínio e processos, como dedução, indução, intuição, analogia, estimativa, e utilizando conceitos e procedimentos matemáticos, bem como instrumentos tecnológicos disponíveis;
- Comunicar-se matematicamente, ou seja, descrever, representar e apresentar resultados com precisão e argumentar sobre suas conjecturas, fazendo uso da linguagem oral e estabelecendo relações entre ela e diferentes representações matemáticas;
- Estabelecer conexões entre temas matemáticos de diferentes campos e entre esses temas e conhecimentos de outras áreas curriculares;
- Sentir-se seguro da própria capacidade de construir conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a auto-estima e a perseverança na busca de soluções;
- Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente na busca de soluções para problemas propostos, identificando aspectos consensuais ou não na discussão de um assunto, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles.

#### **2.4.1. A Matriz de Referência de Matemática da 8ª série do Ensino Fundamental.**

Segundo MEC [2016], os conceitos geométricos constituem parte importante do currículo de Matemática porque, por meio deles, o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada e concisa, o mundo que o cerca.

Na 8ª série do Ensino Fundamental, exige-se o reconhecimento de Figuras geométricas planas e espaciais por meio de suas definições e da identificação de algumas propriedades. Nessa etapa do conhecimento, o estudante não demonstra formalmente as

propriedades geométricas, mas deve saber justificá-las de forma simples, iniciando o desenvolvimento do raciocínio dedutivo. Com respeito à geometria analítica, o estudante deve saber interpretar informações dadas em coordenadas cartesianas [MEC, 2016].

Os elementos e algumas relações do círculo e da circunferência são reconhecidos, e o aluno deve ser capaz de resolver problemas que exijam manipulações não muito simples das relações métricas do triângulo retângulo. A Matriz de Referência para alunos da 8<sup>o</sup> série do Ensino Fundamental, Tema I, Espaço e Forma: segundo o MEC [2016], é formada pelos seguintes descritores:

- D1 – Identificar a localização/movimentação de objeto, em mapas, croquis e outras representações gráficas.
- D2 – Identificar propriedades comuns e diferenças entre Figuras bidimensionais e tridimensionais, relacionando-as com suas planificações.
- D3 – Identificar propriedades de triângulos pela comparação de medidas de lados e ângulos.
- D4 – Identificar relação entre quadriláteros, por meio de suas propriedades.
- D5 – Reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de Figuras poligonais usando malhas quadriculadas.
- D6 – Reconhecer ângulos como mudança de direção ou giros, identificando ângulos retos e não retos.
- D7 – Reconhecer que as imagens de uma Figura construída por uma transformação homotética são semelhantes, identificando propriedades e/ou medidas que se modificam ou não se alteram.
- D8 – Resolver problema utilizando a propriedade dos polígonos (soma de seus ângulos internos, número de diagonais, cálculo da medida de cada ângulo interno nos polígonos regulares).
- D9 – Interpretar informações apresentadas por meio de coordenadas cartesianas.
- D10 – Utilizar relações métricas do triângulo retângulo para resolver problemas significativos.

- D11 – Reconhecer círculo/circunferência, seus elementos e algumas de suas relações.

## **2.5. Ensino da Matemática mediante os jogos digitais**

A disciplina de Matemática é vista como uma disciplina que apresenta muitas problemáticas entre as quais estão as dificuldades que os alunos têm em assimilar os conteúdos ministrados pelo professor, uma forma de solucionar tais dificuldades seria a utilização de estratégias que envolvam os alunos e os possibilitem a absorção de forma eficaz do que lhes é ensinado.

No Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), realizado em 2015, 237 de 500 pontos possíveis na prova de desempenho foi a nota que os alunos do 9º ano do ensino médio (antiga 8ª série) do estado do estado do Pará obtiveram. Um pouco abaixo da média nacional que foi de 256. Os dados também mostram que não houve uma grande evolução em comparação com os resultados no ano de 2013, em que o Pará obteve nota média de 232, e também ficou abaixo da média nacional que foi de 252. A SAEB também divulgou os resultados das avaliações referente as turmas do 9º ano a nível nacional em que 51% dos estados brasileiro em 2015 ficarão abaixo da média nacional.

Como podemos perceber, os dados revelam um quadro preocupante sobre o desempenho dos alunos na disciplina de matemática e mostram que esta continua sendo uma das matérias em que os alunos possuem inúmeras dificuldades.

São dados que nos fazem refletir sobre quais as possíveis causas desses baixos índices, e aí surgem inúmeras questões quanto à formação dos professores, currículos desatualizados, falta de preparo dos professores para trabalhar com situações que envolvem a realidade de seus alunos e também a falta de recursos didáticos, entre outros fatores.

A inserção das tecnologias digitais como auxílio no processo de aprendizagem da matemática seria uma proposta para auxiliar nessas mudanças que se fazem necessárias ao ensino da Matemática, dentre os recursos podemos destacar, o computador, a Internet os softwares educativos, assim como os jogos digitais.

### 2.5.1. Trabalhos Correlatos

Schell [2008] diz que jogo seria uma atividade solucionadora de problemas. Jogos oferecem metas e desafios a serem concluídos para cumprirem um objetivo, e tudo isso de forma lúdica, para manter os jogadores motivados.

Existem atualmente uma diversidade de jogos voltados para o ensino da matemática, dentre elas podemos destacar:

- ***Game Wind Phoenix: Tales of Prometheus,***

Toneis [2015], *Game Wind Phoenix* é um jogo epistemológico em 3D baseado na mitologia grega, o game oferece, a seu protagonista, espaços para desenvolver e produzir conhecimentos matemáticos via o raciocínio lógico e matemático na superação de puzzles e exploração dos espaços construídos. Com efeito, na superação da “tentativa e erro”, os protagonistas dessa aventura digital, desenvolveram processos de resolução de problemas, por meio de conjecturas, levantamento de dados, testes e verificações, denotando a produção de um pensamento estratégico.



Figura 2: Imagens do game protótipo Wind Phoenix: Tales of Prometheus.

O jogo *Wind Phoenix*, oferece ao jogador um espaço no qual a exploração e os encontros são fundamentais para o avanço na produção de conhecimentos por meio do raciocínio lógico e matemático expresso por suas ações no game [ TONEIS, 2015].

- ***Mathmare***

MADEIRA [2015] apresenta o *Mathmare*, como um jogo de plataforma instigante e divertido, envolvendo desafios matemáticos do Ensino Médio com o objetivo de aumentar

o interesse dos alunos pelas aulas do ensino médio, dos conceitos básicos de polinômios, matrizes, números binários e conjuntos. O cenário do jogo é composto por uma plataforma em 2D com movimentação lateral (Figura 3).

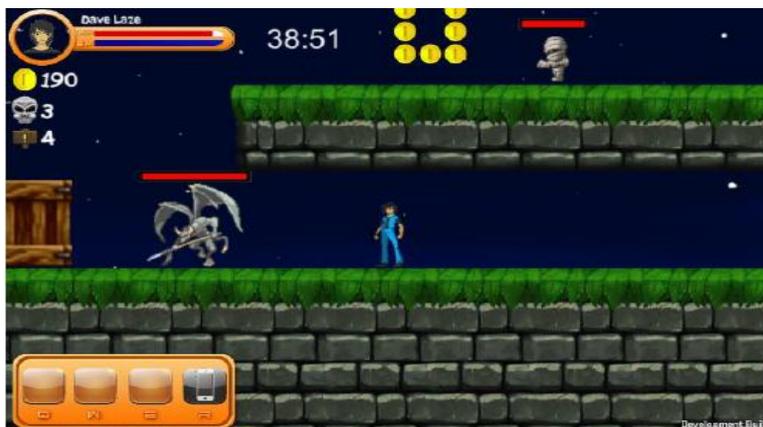


Figura 3: Captura de tela da plataforma 2D do cenário do jogo Mathmare

Dave é personagem principal do jogo, e possui apenas a movimentação básica de um jogo de plataforma (movimentação lateral e salto), de forma que ele não consegue destruir os inimigos de maneira direta, já que na história ele é apenas um ser humano comum, e não um personagem do jogo. Assim, Dave precisará raciocinar logicamente para poder enfrentar os monstros ou evitar os confrontos com eles. Portanto, para eliminar seus inimigos Dave tem que utilizar elementos do próprio jogo como canhões ou até mesmo os próprios monstros, hackeando a inteligência dos personagens para fazer com que eles lutem a seu favor.

Dave também precisa modificar o posicionamento dos blocos dos cenários através de *puzzles* (quebra-cabeça) para poder conseguir criar possíveis caminhos para lugares visivelmente impossíveis de serem alcançados. Por exemplo, para criar uma passagem que permita chegar a um objetivo, ele precisa modificar o cenário. Com essa perspectiva de resolver *puzzles* como um meio para atingir um determinado objetivo, o jogador que estará na pele do personagem Dave verá a matemática como uma importante ferramenta. [MADEIRA, 2015]

- **Jogo para Geometria**

Em Ribeiro [2015] é apresentado um jogo eletrônico educacional para plataformas mobile que aborda os diferentes temas da geometria aplicada no ensino fundamental. A

proposta do projeto é de um jogo lúdico, do gênero *puzzle*, que aborde diferentes temas da geometria aplicada no ensino fundamental. A partir deste critério, foram desenvolvidos três jogos que fazem uso de elementos da geometria, sendo estes: um jogo de perguntas e respostas sobre ângulos, *Tangram*, e jogo da memória.



Figura 4: Tela inicial para seleção de jogos

Na Figura 4 é apresentada a interface inicial do jogo. Um dos jogos aborda reconhecimento de Figuras geométricas planas “Jogo da Memória”, outro permite que o aluno construa objetos e animais a partir de um conjunto primitivo de Figuras geométricas planas “*Tangram*” e o terceiro aborda problemas de cálculo de ângulos, possibilitando, assim o aprendizado lúdico de variados temas da geometria “Ângulos”.

Assim como os jogos acima citados, o jogo Serra pelada foi desenvolvido com objetivo de auxiliar na aprendizagem e de forma lúdica, no entanto o seu diferencial é que ao invés de retratar um cenário fictício, ele faz uma referência ao cenário da Serra Pelada de forma que busca resgatar e valorizar o contexto histórico da nossa região. A Serra Pelada foi marcada pela corrida e disputa em busca do enriquecimento através do ouro.

### 3. PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO

O jogo Serra Pelada é fruto do Laboratório de Games Educativos- [LAGE, 2015]. O LAGE foi fundado em agosto de 2015 pelo professor Manoel Ribeiro Filho com o objetivo de produzir jogos educativos em diversas áreas do conhecimento, preferencialmente para ser usada como ferramenta auxiliar em turmas do ensino fundamental e ensino médio.

A proposta do projeto é o desenvolvimento de um jogo lúdico 2D do estilo plataforma que aborde algumas diretrizes da matriz de referência de matemática fornecida pelo MEC para os alunos do 9º ano do ensino fundamental, na qual foi implementada a diretriz D6 que propõe o reconhecimento ângulos como mudança de direção ou giros, identificando ângulos retos e não-retos.

A partir desse critério, foi desenvolvido um jogo que faz uso de elementos de ângulos e reconhecimento de Figuras planas, que execute no sistema operacional Windows e Linux, sendo que a maioria das escolas utiliza o Linux por ser *software* livre.

Esta seção aborda o processo de desenvolvimento do jogo Serra Pelada, que foi baseado no modelo proposto por Schuyttema [2008] sendo, portanto, dividido em três grandes etapas: Pré-Produção, Produção e Pós-produção. Esta seção também explana sobre as ferramentas utilizadas na construção do jogo, sendo elas, *Unity 3D*, *Inskape*, *Gimp*, *Tiled Map Editor* e *Spriter*.

#### 3.1. Ferramentas Utilizadas

**Unity 3D:** Trata-se de um motor de jogos (*game engine*) criado para auxiliar no desenvolvimento de jogos 3D, com esta ferramenta é possível desenvolver jogos para Desktop, Mac, dispositivos móveis. A *game Engine* Unity 3D permite a conversão dos jogos para vários sistemas Operacionais entre eles: Linux, Windows e Android. “Apesar de possui uma versão paga existe a versão livre do Unity 3D, apesar de sua versão mais completa ser paga, o uso da versão gratuita da ferramenta é totalmente possível e não compromete em nada a construção do mundo virtual”[SILVA E SILVA, 2011, P. 2014].

Segundo Silva e Silva [2011] o motor de jogos Unity 3D se mostra a alternativa mais adequada, uma vez que suporta a criação de ambientes virtuais elaborados, oferece suporte a comportamentos físicos, é portátil para *web* e dispositivos móveis. Além de possuir uma vasta documentação na *web*: tutoriais, fóruns de desenvolvedores, vídeos e etc. O que facilita bastante o seu uso.

**Inkscape versão 0.91:** É um editor de gráficos vetoriais de qualidade profissional para Windows, Mac OS X e Linux, de código-fonte aberto semelhante ao *Adobe Illustrator*, *Corel Draw*, *Freehand* ou *Xara X*. “O diferencial desse *software* é o uso nativo de *Scalable Vector Graphics* (SVG), em português Gráficos Vetoriais Escaláveis, um padrão aberto baseado em XML do consórcio W3C” [INKSCAPE. 2016].

**Gimp 2.8:** é um editor de imagens multiplataforma gratuito e de código aberto de livre distribuição capaz de simular ferramentas como lápis, giz pastel, giz de cera, caneta, similar ao *Adobe Photoshop*. “O GIMP fornece recursos de gerenciamento de cores de primeira qualidade para garantir a reprodução de cores de alta fidelidade em mídia digital e impressa. É melhor usado em fluxos de trabalho envolvendo outros softwares livres, como *Scribus*, *Inkscape* e *SwatchBooker*”[GIMP, 2016].

**Tiled Map Editor:** é um popular editor de mapas de código aberto para a criação de mapas 2D utilizando gráficos em Mosaicos [TILED, 2016]. “Com o *Tiled* é possível criar um conjunto de elementos gráficos dispostos em forma de matriz. Esses elementos gráficos são únicos, mas, se posicionados lado a lado e na ordem certa, eles dão continuidade em um cenário”[VIERTEL, 2014].

**Spriter Pro:** é uma poderosa ferramenta de animação para criar personagens e efeitos em tempo real 2D altamente detalhados em um editor visual intuitivo. Os caracteres são salvos em um formato que permite que os motores de jogo produzam imagens de alta qualidade, ao mesmo tempo em que utilizam menos memória de vídeo e requerem menos espaço em disco por quadro do que a animação tradicional de *sprite* 2D [SPRITER, 2016].

### 3.2. Pré-produção

Na etapa conceitual, a Pré-produção, foi elaborado o roteiro de *gameplay*, pelos pesquisadores do grupo de pesquisa LAGE. O documento trata-se de um esboço que aborda o fluxo do jogo, personagens principais e secundários e suas ações, missões, sistemas de pontuação e jogabilidade. Tal documento serviu como ponto de partida para a elaboração do documento de *game design*, elaborado pelo *game designer* da equipe de desenvolvimento.

Serra Pelada é um jogo do gênero Plataforma que se utiliza de *Puzzles* (desafios que devem ser desvendados) narrando a história do personagem “Marajoara”, um paraense que nasceu na ilha do Marajó, mistura de índio, branco e negro, 1,77 de altura, moreno, cabelo negro encaracolado, olhos puxados (genótipo indígena). Marajoara foi um dos milhares de brasileiros que na década de 80 deixaram muitas coisas para trás e foram em busca do sonho de ficar rico no garimpo conhecido como Serra Pelada, região localizada no estado do Pará,

onde atualmente é o município de Curionópolis (PA), onde deu-se início a corrida pelo ouro, sem qualquer organização e preocupação com os riscos à saúde e ambiente, movidos apenas pela busca da riqueza [VIERA, 2016].

Para atingir seu objetivo, que é encontrar ouro e ficar rico, o personagem “Marajoara” vai enfrentar os inimigos vindos de diversas regiões do Brasil, diversidade pela qual ficou caracterizada a comunidade do garimpo. Dentre os inimigos que o personagem irá enfrentar durante sua evolução no jogo, temos o nordestino “Lamparina”, o gaúcho “Vaneirão” e o maranhense “Maranhão”, que assim como o Marajoara, também deixaram seus estados de origem em busca do ouro de serra pelada. Durante o seu percurso o jogador será motivado a aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula de maneira lúdica. Para isso o jogador terá que desvendar diversos desafios matemáticos referentes a ângulos formados entre duas retas.

Durante a evolução pela plataforma, são apresentados ao jogador, na forma de bônus, conceitos referentes a formas geométricas planas. Esses conceitos, além de serem úteis para o jogador desvendar os desafios que surgirão aleatoriamente no jogo, poderão ser apenas de cunho informativo, ou seja, servirão somente para reforçar os conceitos estudados em sala de aula.

### **3.3. Produção**

Com o término da etapa conceitual, elaboração do roteiro de *gameplay*, definição dos personagens, escolha da *engine*, modelo de projeto e documentação; partiu-se para próxima etapa, definida por Schuyttema [2008] como produção. Primordialmente nesta etapa foi elaborado o GDD (Apêndice A) pelo *game design* da equipe. O GDD aborda todos os detalhes referentes à concepção do jogo, a forma de implementação e até a organização da equipe.

#### **3.3.1. Cenário**

A proposta do jogo é utilizar o garimpo da Serra Pelada como cenário onde se desenvolve a trama do jogo, pretendeu-se utilizar a ideia dos barrancos disposto e vários ângulos para aplicar os conceitos da geometria. Para a criação do cenário foi utilizada a ferramenta para edição gráfica *Inkscape* [INKSCAPE, 2016], utilizado também na confecção dos objetos da cena como escadas, os personagens e o plano de fundo.

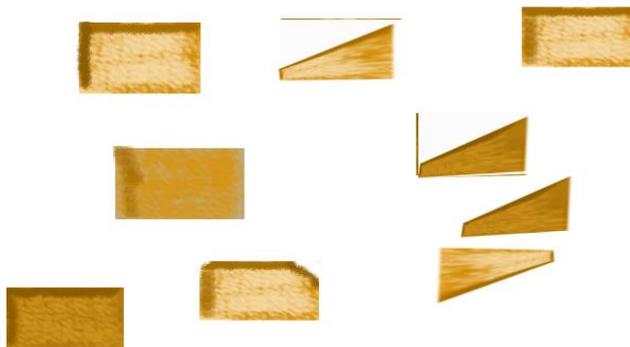


Figura 5: Terreno do jogo criado no Inskape

Na Figura 5 é mostrado os blocos do terreno criados no *Inskape*, na Figura 06 é possível ver parte da montagem do cenário na ferramenta *Tiled Map editor* [TILED,2016].

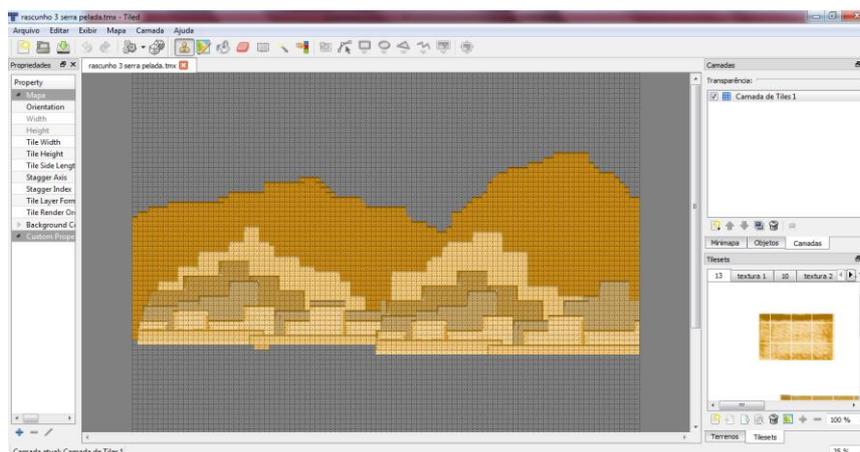


Figura 6: Montagem do cenário do jogo

No entanto para a montagem do cenário em completo, foi necessário utilizar a ferramenta *Tiled Map Editor* (Figura 6), esta ferramenta permite transformar a imagem criada em pequenos blocos também chamados de “spriters”, com os *spriter* foi possível realizar a montagem dos barrancos de variados tamanhos e altura.

### 3.3.2. Personagens

Os personagens do Jogo Serra Pelada foram criados objetivando demonstrar o surgimento de pessoas advindas das diversas regiões do Brasil para a Serra Pelada. Portanto, cada personagem, desde o herói Marajoara até os seus inimigos Lamparina, Maranhão e Vaneirão, têm um teor tipicamente regional na definição do seu *Concept Arts*.

A Tabela 2 apresenta para cada personagem, suas características primárias, ou seja, elementos mais importantes do visual do personagem e características secundárias,

elementos importantes que ajudam a conceituar o personagem. O resultado do *Concept Arts* é apresentado na Figura 7.

Tabela 2 : Características dos Personagens

Personagem	Características primárias	Características secundárias
Marajoara	Camisa amarelada aberta e desabotoada; bermuda cinza rasgada; luvas de couro marrom; e cinto.	Pele morena; cabelo negro encaracolado; olhos puxados do tipo indígena; um boné com as cores do Pará; uma bolsa lateral; e uma faca atada à perna esquerda.
Lamparina	Camisa azul claro aberta e desabotoada; bermuda azul escuro rasgada e luvas de couro amarelo queimado; e cinto.	Pele amarela, chapéu de couro tipicamente nordestino; óculos; e sandálias de couro.
Maranhão	Camisa verde aberta e desabotoada; bermuda preta rasgada e luvas de couro marrom; e cinto.	Pele negra; cabelo rastafári; barba e bigode; óculos; sandálias de couro; e um boné preenchido com as cores do <i>reggae</i> , segmento musical típico da cultura maranhense.
Vaneirão	Camisa branca abotoada; Colete amarelado por cima da camisa; bermuda cinza; e luvas de couro marrom; e cinto.	Pele branca; lenço no pescoço; bigode; chapéu; e botas.



Figura 7: característica dos Personagens do Jogo

A Figura 7 apresenta *Concept Arts* dos personagens do jogo, a) Marajoara de origem paraense, e seus seus inimigos b) Lamparina de origem Nordestina, c) Maranhão vindo do Maranhão e d) Vaneirão de origem gaúcha.

Através do *software* de edição gráfica *Inkscape*, aconteceu a elaboração da solução estética e posição principal definidas no *Concept Arts*. É importante definir o ângulo dessa posição. Foi definida a posição de três quartos, pelo fato do Jogo Serra Pelada ser composto por uma plataforma em 2D com movimentação lateral. Quanto a estética, decidiu-se que os personagens seriam caricatos. Além disso, a aparência de recorte do personagem seria óbvia, tendo contornos de recortes bem visíveis.

Quanto às articulações, para que o desenvolvimento não fosse complexo, cada personagem foi separado em poucos pedaços, caso contrário, o tempo de produção elevaria.

Portanto, a quantidade de recortes foi a mínima possível, mas de tal maneira que atingisse todos os movimentos desejados. O acabamento final dos personagens foi feito através do software de edição gráfica Gimp [GIMP, 2016].

Para o processo de animação dos personagens, utilizou-se o *software* privado *Spriter Pro* [SPRITER, 2016] por possibilitar a estruturação das conexões do personagem, assim como por pinos de maneira hierárquica, tal que o controle de uma peça interfira nos movimentos de outra. Essa ferramenta usa o conceito de esqueletos, desenvolvido por Burtnyk e Wein [LUCENA, 2011] e conhecida nos softwares especializados como *bones*.

Na preparação por *bones*, as conexões do personagem são naturalmente invisíveis. As peças fazem parte de uma única camada, conhecida nos softwares especializados de edição gráfica como *layer*. Sua estrutura, análoga a um esqueleto, provoca dependências entre os recortes, podendo-se definir entre eles cinemáticas diretas ou inversas.

Faz-se necessário fazer a preparação do personagem para a sua animação por interpolações através de *bones*, iniciando pelo torso do personagem, tornando-o o pai principal. A representação visual dos *bones* pode ser visto na Figura 8.

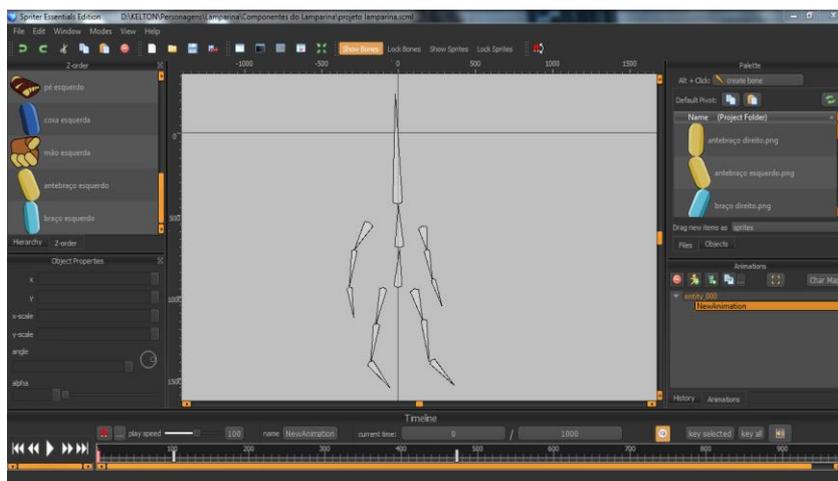


Figura 8: representação visual dos *bonés*, tela do software [SPRITER, 2016].

Devido a preparação do personagem para a sua animação por interpolações através de *bones*, foi possível invocar a cinemática inversa, a qual basta mover o objeto selecionado, que o computador determina algoritmicamente o ajuste das demais partes do membro [LUCENA, 2011], como é apresentado na Figuras 9.



Figura 9: dependências entre os recortes do personagem através da cinemática inversa

Quando movemos o objeto selecionado, neste caso o torso do personagem, as partes filhas do torso (cabeça e braços) também se movem hierarquicamente em uma relação de dependência.

### 3.3.3. Implementação na *Game Engine*

O projeto foi implementado usando a *game engine* Unity, na qual foram desenvolvidas as interfaces, constituídas de imagens (da Serra Pelada e Bônus de Informações de Matemática) e botões, os *scripts* de controle dos personagens e objetos interativos foram feitos utilizando a linguagem de programação C# (Orientada a Objetos).

Ao iniciar o jogo, o jogador é introduzido a um “Menu”, que conterà os botões JOGAR, SOBRE e SAIR representados apenas por imagens, como ilustrado na Figura 10.



Figura 10: Tela Inicial

Ao pressionar o botão SAIR a aplicação fechará, ao pressionar SOBRE aparecerá informações pertinentes ao jogo e a equipe de desenvolvimento, e o JOGAR, dará início ao jogo propriamente dito. O jogo inicia com a apresentação de uma *cutscenes*. Uma *cutscene* é uma sequência em um jogo eletrônico sobre a qual o jogador tem nenhum ou pouco controle,

interrompendo a jogabilidade e sendo usada para avançar o enredo, reforçar o desenvolvimento do personagem principal, introduzir personagens inimigos, e providenciar informações de fundo, atmosfera, diálogo ou pistas [UNITY3D, 2016].

No caso do Game Serra Pelada a *Cutscene* é apresentada para fazer uma breve narração sobre a história do jogo (Figura 11).

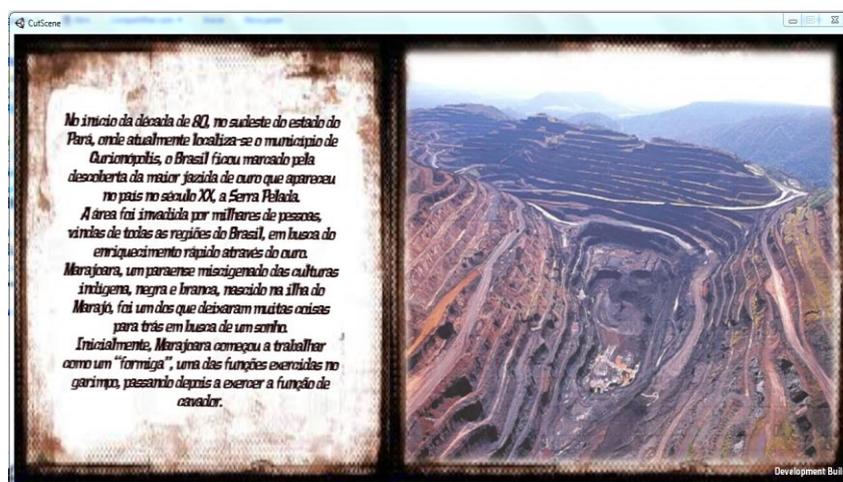


Figura 11: *Cutscene* História do Jogo

A história do personagem é contada tanto utilizando os recursos textuais, áudio e imagens do período de extração de ouro da serra pelada.

Durante o jogo, o jogador assumirá o papel do Marajoara (personagem principal e fictício) que deverá derrotar os inimigos que estão espalhados pelo barranco (local de extração de ouro), conforme é mostrado na Figura 12.

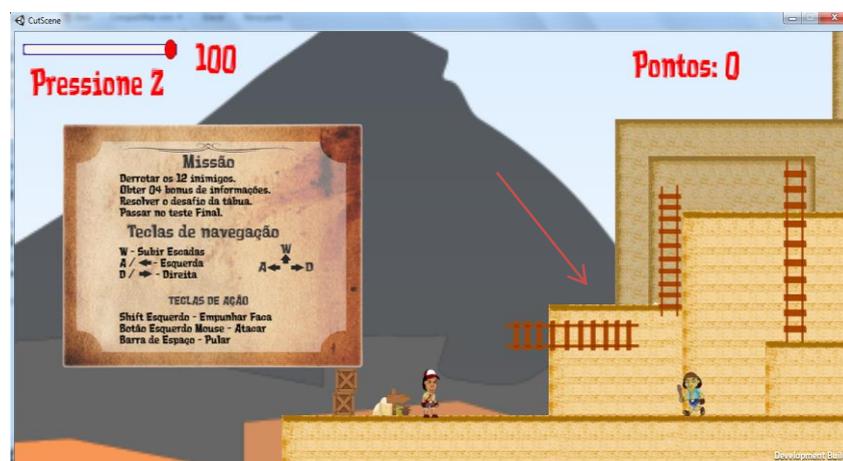


Figura 12: Tela de início do Jogo com o menu Informações

Na Figura 12 pode-se verificar na parte superior as informações referentes a quantidade de vida do jogador e os pontos acumulados, além disso a opção “Pressione z” mostrará ao jogador a ajuda referente ao jogo; por exemplo como usar a teclas de navegação,

logo no início do jogo é apresentado ao jogador o desafio da escada. A escada estará suspensa no barranco, para que o jogador possa subir, ele precisa responder a pergunta sobre o ângulo correto da escada Figura 13.

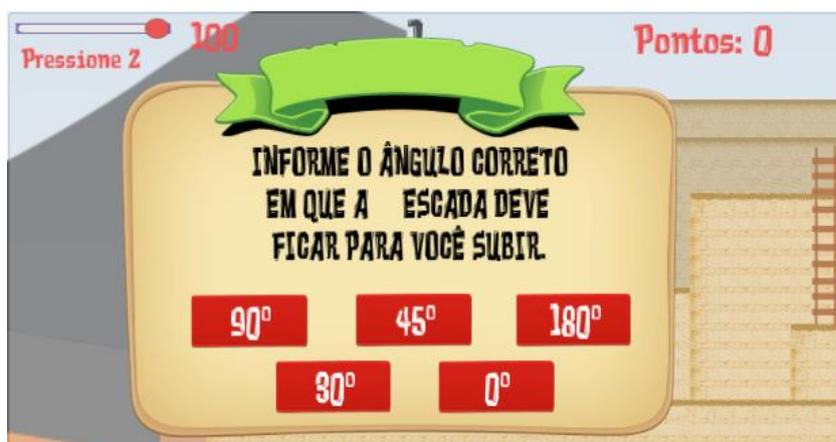


Figura 13: pergunta sobre o ângulo correto da escada

Caso o jogador responda corretamente a pergunta, (no caso a opção correta é o ângulo de  $90^\circ$  Graus), o jogador poderá prosseguir no jogo, caso ele erre a pergunta, voltara para o início do jogo. A Figura 14 mostra a tela que é apresentada toda vez que o jogador erra os desafios.

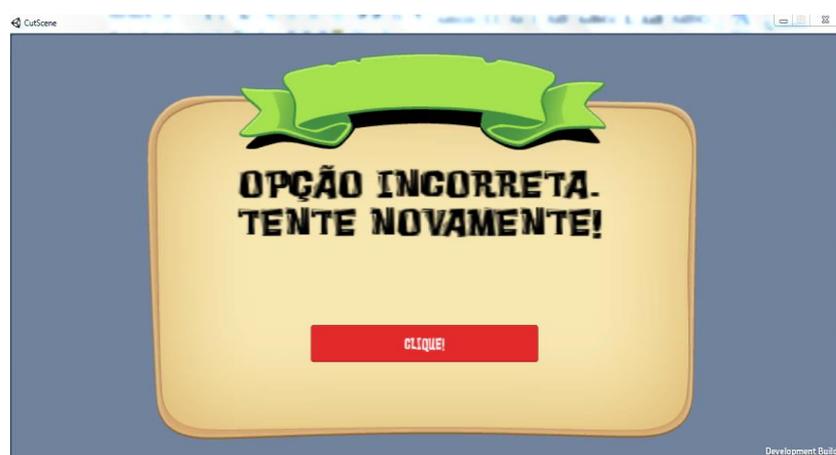


Figura 14: tela opção incorreta

No próximo desafio o jogador encontrará uma tábua girando entre dois barrancos, para prosseguir no jogo ele precisa responder corretamente qual o ângulo correto a tábua deverá ficar para que ele possa atravessar sem cair do abismo entre os barrancos, conforme é mostrado na Figura 15.



Figura 15: Desafio da Tábua

A Figura 16 mostra a pergunta referente ao desafio da tábua, o jogador terá que escolher corretamente o ângulo o de  $0^\circ$  (graus), caso o jogador clique na opção errada o jogo volta ao início.

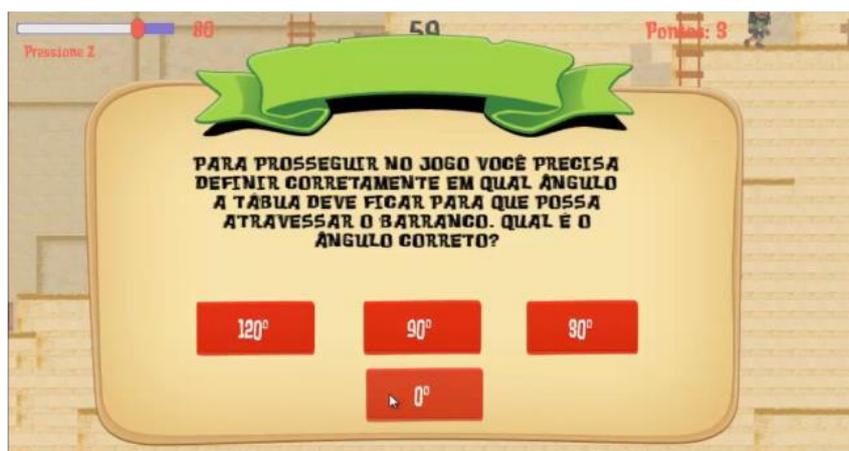


Figura 16: pergunta sobre desafio da Tábua

Ao clicar na opção correta a posição da tabua é ligeiramente alterada para o ângulo  $0^\circ$  e o jogador poderá prosseguir no jogo (Figura 17).



Figura 17: tela do jogo em execução após alterar ângulo da Tábua

Já em outro ponto do jogo é apresentado ao jogador o 2º desafio da tábua, neste desafio o jogador precisa alcançar o inimigo no barranco acima dele (Figura 18). Para que possa alcançá-lo é preciso resolver o desafio da tábua, a mesma encontra-se em movimentos giratórios no cenário.

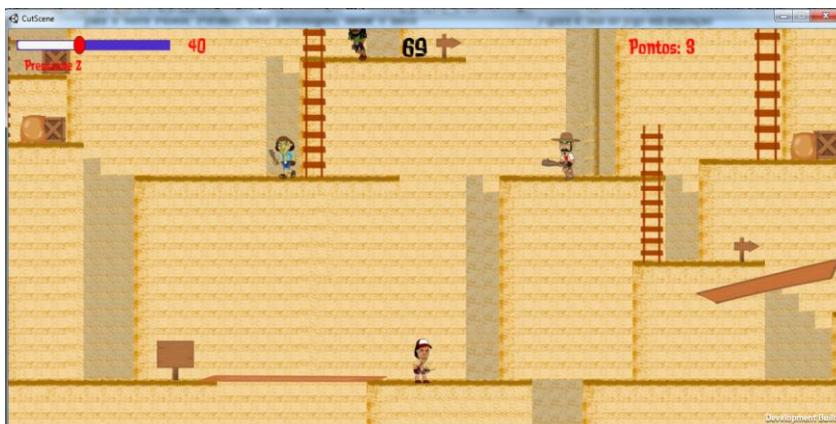


Figura 18: tela do jogo em execução desafio da Tábua

Ao chegar na área do desafio será exibido ao jogador uma tela com uma pergunta, para prosseguir o jogador deverá escolher corretamente o ângulo de 45º graus, caso o jogador clique na opção errada o jogo volta ao início (Figura 19).

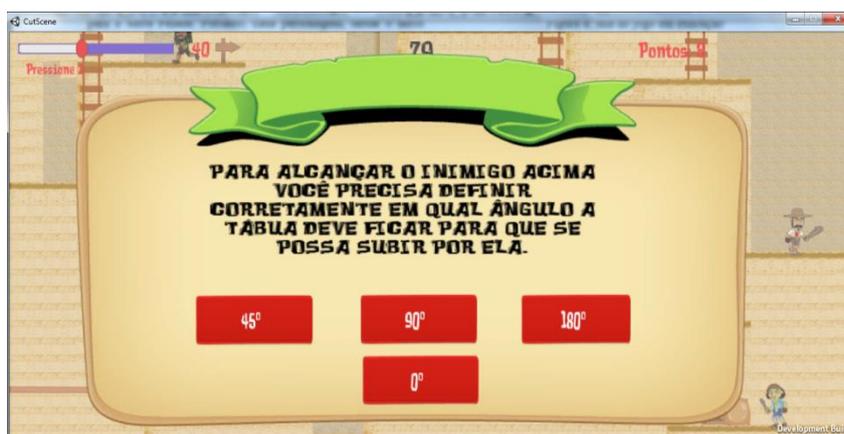


Figura 19: Pergunta sobre o 2º desafio da Tábua.

Ao clicar na opção correta a tabua é ligeiramente colocada no ângulo de 45º graus e o jogador poderá prosseguir no jogo (Figura 20).



Figura 20: tela do jogo em execução após alterar ângulo da Tábua

Além dos desafios também é mostrado ao jogador alguns bônus de informação sobre as Figuras geométricas, sendo que a cada 3 inimigos derrotados o jogador receberá um bônus de informações (Figura 21), os bônus são obrigatórios no jogo e seu tempo de execução é cronometrado, a ideia é que o aluno sinta-se obrigado a ler as informações dos bônus, uma vez que ao final do jogo será apresentado ao jogador um questionário com perguntas referente as informações apresentadas nos bônus.

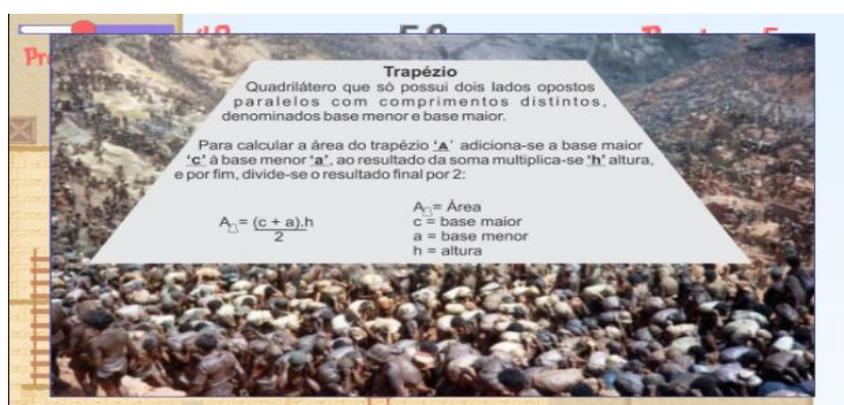


Figura 21: Bônus de Informação

Para ganhar o jogo, o jogador terá que derrotar os 12 inimigos dispostos na plataforma, assim como resolver corretamente os desafios matemáticos ao final da fase é apresentado ao jogador o questionario para avaliar o aprendizado do aluno durante a execução do jogo.

### 3.4. Pós-produção

A primeira versão do jogo foi compilada somente para plataforma *Windows* e *Linux* na versão *desktop*, para os testes de validação do *software*, no qual ocorreu com alunos de uma escola do município de marabá.

A segunda versão foi compilada e testada tanto para *Windows* como para as plataformas *web*, podendo ser executado em qualquer *browser* com suporte para HTML5, o jogo foi disponibilizado para o público em geral, e poderá ser baixado pelo site: <https://lage.unifesspa.edu.br>.

#### 4. AVALIAÇÃO

A avaliação do jogo Serra Pelada foi realizada no laboratório de informática da escola pública Anísio Teixeira no município de Marabá-PA, participaram da avaliação 51 (cinquenta e um) alunos de três turmas do 9º ano do ensino fundamental com faixa etária entre 08 a 10 anos. A amostra de alunos foi definida de acordo com a disponibilidade de computador (Figura 22).



Figura 22: Avaliação o Jogo

Os alunos foram bem receptivos com relação ao jogo, tentou-se deixar o aluno à vontade para que o mesmo pudesse explorar o jogo. No início alguns deles tiveram certas dificuldades para se adequar a mecânica do jogo. Em algumas vezes houve a necessidade de intervenção do monitor para orientá-los.

Cada aluno teve em média uma hora para jogar, ao término do jogo foi entregue a cada jogador um questionário com 22 questões para que o aluno realizasse a avaliação sobre o jogo ( Apêndice B).

O questionário foi dividido em duas partes, a primeira busca avaliar as dificuldades encontradas e sugestões de melhorias no jogo e do material instrucional e na segunda fase buscou-se avaliar o jogo como ferramenta educacional.

##### 4.1. Avaliação das dificuldades encontradas e sugestões de melhorias

A primeira parte do questionário tem como objetivo avaliar o impacto do Game Serra Pelada na aplicação da matemática, além de verificar as dificuldades e as melhorias no design e material instrucional. De acordo com os resultados obtidos 96% dos estudantes gostaram do jogo, e somente 4% não gostou (Figura 23).

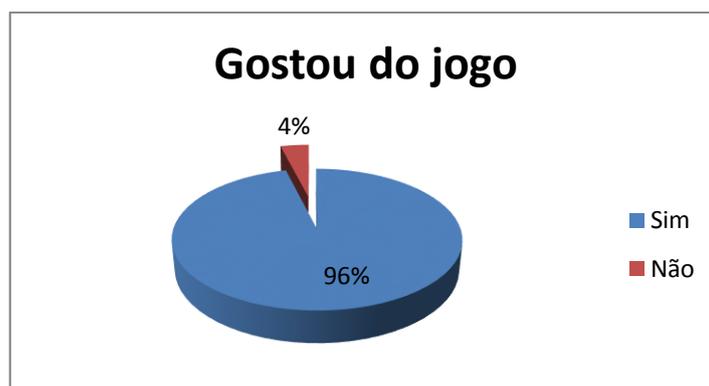


Figura 23: Gostou do jogo ou não

Durante a realização do experimento foram registradas as seguintes observações e sugestões de melhorias no jogo, conforme apresentado na Figura 24:

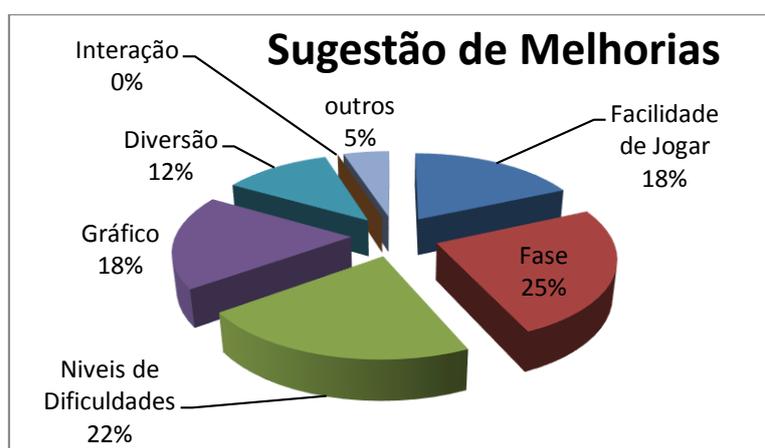


Figura 24: Sugestões de Melhorias no Jogo

18% acharam o jogo difícil de ser jogado. 22% acharam que o jogo deve ser abordado com diferentes níveis de dificuldades: fácil, médio e difícil. 8% acharam que o gráfico do jogo precisa ser melhorado. 12% acharam que o jogo deve ser mais divertido, propondo mais dinâmica para o personagem. 25% sugeriram a criação de novas fases para serem exploradas. 5% sugeriram outras melhorias.

Depois foi questionado aos alunos se encontraram algum erro no Jogo (Figura 25).



Figura 25: Erros encontrados no Jogo

82% não encontraram nenhum erro durante a execução do jogo. 18% encontraram alguns erros, como por exemplo bugs de execução e problemas na hora de subir as escadas. Alguns problemas encontrados pelos usuários tiveram como causa a própria configuração dos computadores, alguns apresentavam baixo desempenho gráfico.

Em seguida foi perguntado aos alunos se o jogo serviu para como ferramenta de auxílio no processo de ensino/aprendizagem sobre a geometria e ângulos; 90% responderam que “Sim” e 10% responderam “Não”. (Figura 26).

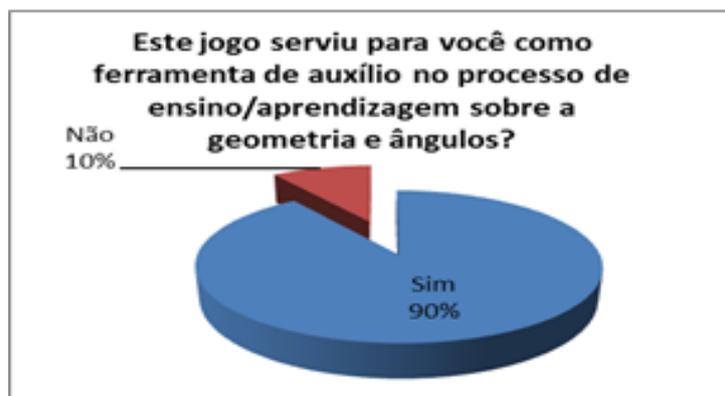


Figura 26: O jogo como auxílio no processo de ensino/aprendizagem.

Logo em seguida foi perguntado aos estudantes se o jogo estimulou-os a conhecer melhor a matemática. 86% responderam que sim e 14% não concordaram (Figura 27).

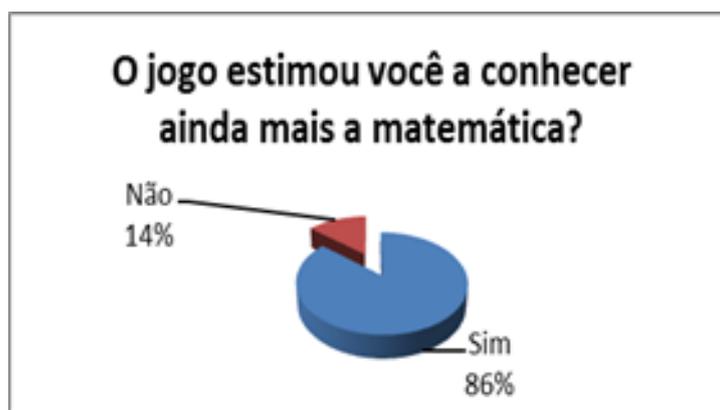


Figura 27: o Jogo estimulou a conhecer mais a matemática

Na última pergunta sobre a usabilidade do jogo, verificou-se que 82 % dos alunos acham que o ambiente virtual do jogo representa bem o mundo real permitindo que suas ações sejam bem executadas e aumentando o aprendizado, e 18% não concordaram (Figura 28).



Figura 28: o Jogo estimulou a conhecer mais a matemática

#### 4.2. Avaliação do jogo como ferramenta educacional

A segunda etapa do questionário, busca avaliar o jogo como ferramenta educacional baseado modelo utilizado por [SAVI, 2011; PONTES, 2013], um modelo de avaliação utilizado para medir a qualidade dos jogos educacionais, e que busca obter a percepção dos alunos a respeito dos 3 subcomponentes promovidos por um jogo: níveis de motivação, a experiência do usuário e aprendizagem.

A definição do modelo de avaliação foi realizada com bases em teorias da área de *design* instrucional e educação, como o modelo ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Sastifaction*), Taxonomia de Bloom, modelo de Kikpatrick, em uma compilação de estudos recentes da área de experiência do usuário em jogos. [SAVI, 2011].

A estrutura do modelo demonstrada na Figura 29, e detalhada da seguinte maneira: os círculos representam os *constructos* teóricos do modelo (Taxonomia de Bloom, modelo de Kirkpatrick) e os quadrados representam as dimensões que compõem as variáveis pertencentes ao modelo [SAVI, 2011].

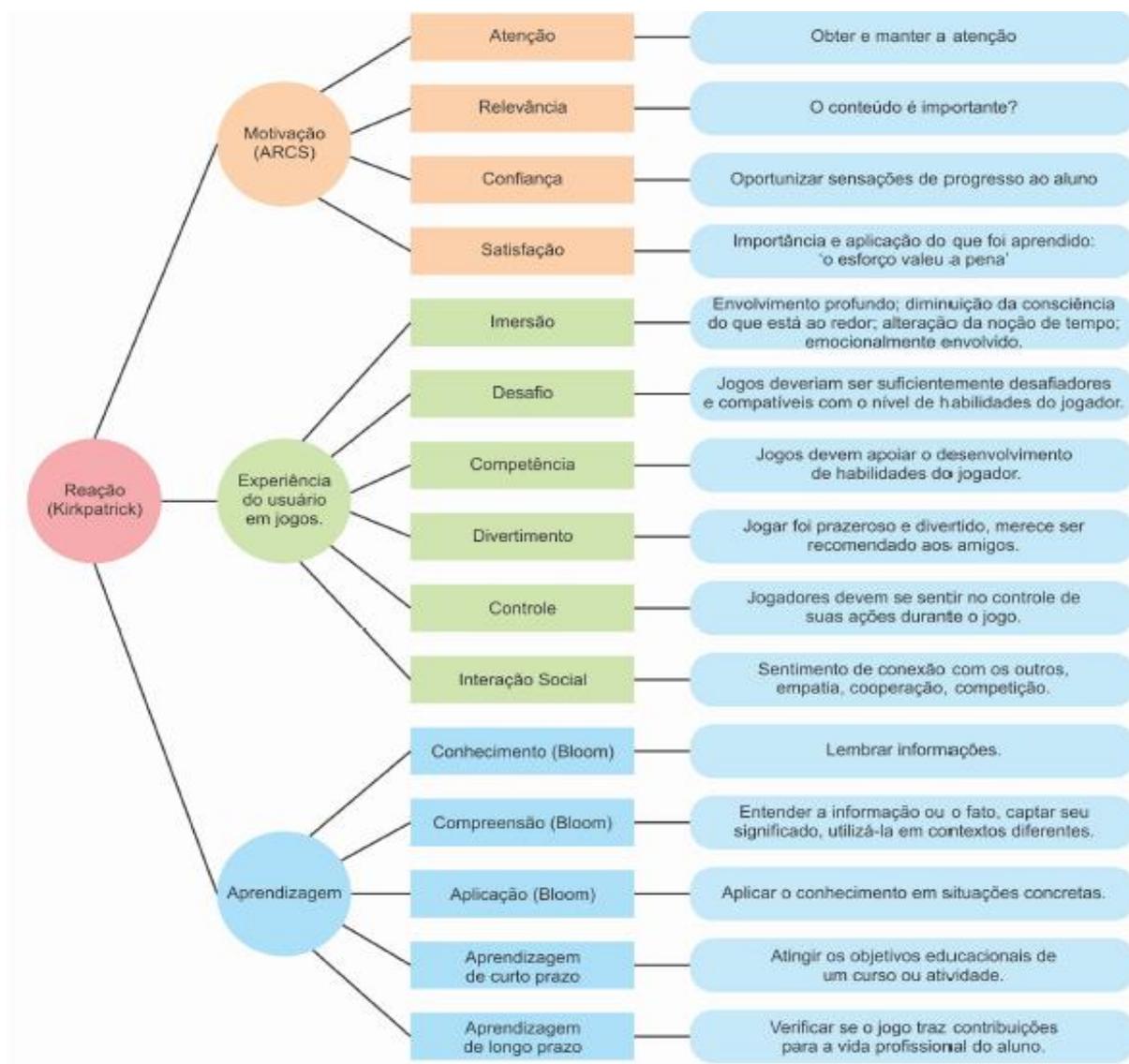


Figura 29: Estrutura do modelo de avaliação de Jogos. Fonte [SAVI,2011].

Segundo Pontes [2013] cada um dos 3 subcomponentes é composto por algumas dimensões. O subcomponente **motivação** é composto pelas 4 dimensões do modelo ARCS: atenção, relevância, confiança e satisfação. O subcomponente **experiência do usuário** em jogos é composto por 6 dimensões: imersão, desafio, competência, divertimento, controle e interação social. O subcomponente **aprendizagem** é composta por 5 dimensões (os 3 primeiros níveis da taxonomia de Bloom): conhecimento, compreensão e aplicação; mais duas dimensão com variáveis “aprendizagem de curto termo” e “aprendizagem de longo

termo”, com base no modelo de avaliação de [MOODY e SINDRE *apud* PONTES, 2013]. Desta forma, o modelo teórico para avaliação de jogos educacionais é composto pelo *constructo* reação, seus 3 subcomponentes e 15 dimensões [SAVI, 2011].

Para definir as notas foi atribuída uma escala que vai de -2 a 2, onde -2 significa que o aluno discorda totalmente, -1 significa que o aluno apenas discorda, 0 significa que o aluno concorda totalmente, 1 que somente concordo com as afirmativas e zero significa sem opinião, abaixo segue o resultado do questionaria aplicado aos 51 alunos.

#### 4.2.1. Motivação

De modo geral foi possível observar que o jogo teve efeito positivo, conforme pode-se verificar nos gráficos da Figura 30 referente aos itens do subcomponente motivação.

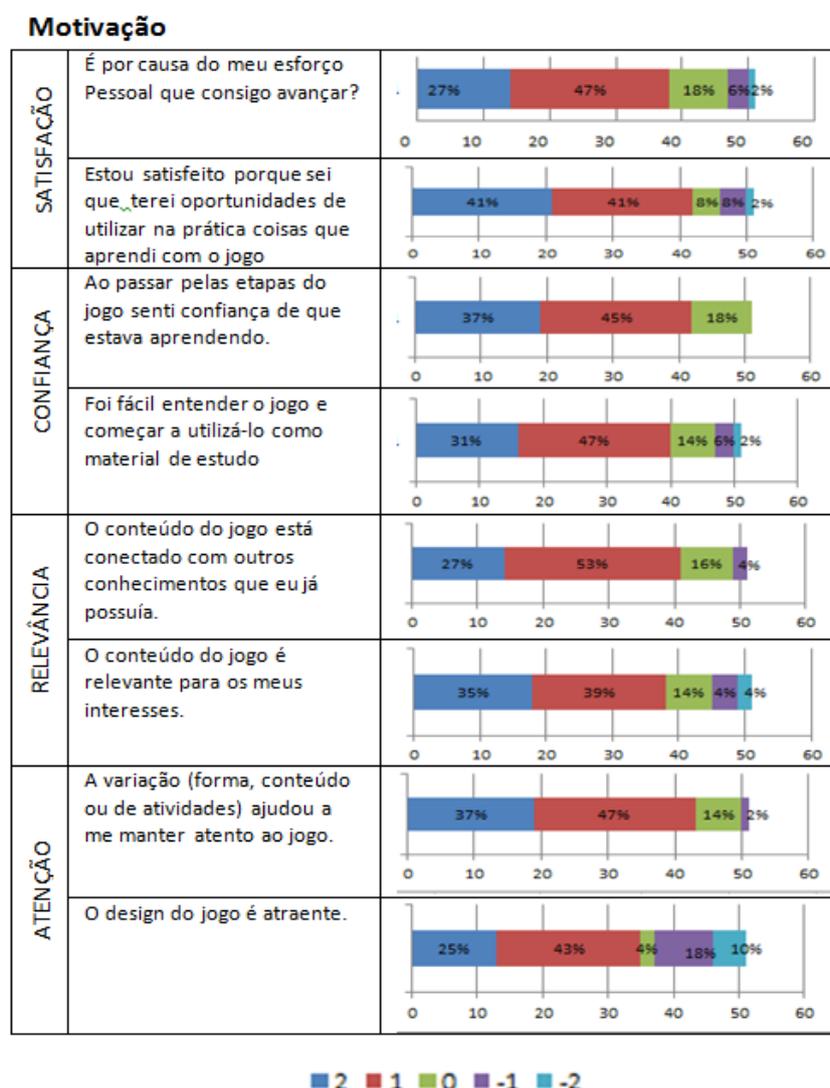


Figura 30: Subcomponente Motivação

De modo geral é possível verificar uma concentração maior nas notas de 1 e 2 em todos os itens, a média total dos alunos que atribuíram a nota 1 e 2 corresponde 78%, a nota

0 foi utilizado por 13,25%, e as notas -1 e -2 por 16,87% dos alunos. A Figura 30 demonstra os itens Motivação dividido e 4 aspectos (Satisfação, Confiança, Relevância, Atenção), onde é possível perceber:

**Satisfação-** neste quesito 74 % dos alunos confirmaram que seu esforço pessoal ajudou a avançar no jogo, e 18% dos alunos não quiseram opinar, e 7% não concordaram com a afirmativa, no item seguinte 82% dos alunos afirmaram que terão oportunidade de utilizar na pratica o que aprenderam com o jogo, 8% atribuíram nota zero, e 10 % discordaram.

**Confiança-** 82% dos alunos concordaram que, ao passar pelas etapas do jogo sentiram confiança de que estavam aprendendo, 18% atribuíram nota 0, O jogo foi considerado fácil de entender pelos alunos, com 78% de notas 1 e 2, sendo que 14% não quiseram opinar, e 8% atribuíram notas -1 e -2.

**Relevância-** O jogo é considerado relevante para 74% dos alunos, que atribuíram nota 1 e 2, 14% não quiseram opinar e 8% atribuíram nota -1e -2 para este item. O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos para 80% dos alunos, 16% não quiseram opinar e 4% atribuíram nota -1 para este item.

**Atenção-** no total 84% dos alunos afirmou que a variação do conteúdo ajudou a manter a atenção no jogo, 14% não opinaram e 2% discordaram deste item. 59 % dos alunos acharam o design do jogo atraente, no entanto este quesito foi o que mais obteve notas inferiores a 0, onde 28 % dos alunos não acharam o *design* do jogo atraente.

É possível verificar que os itens “estou satisfeito por que sei que terei a possibilidade de utilizar na prática coisas aprendidas no jogo, confiança na aprendizagem, variedade de componentes ajudou a manter a atenção no jogo” obtiveram as maiores porcentagens de notas 2 na escala de motivação.

#### **4.2.2. Experiência do Usuário**

O jogo foi considerado divertido por 92 % dos alunos que atribuíram nota 1 e 2 para este item, sendo que 90% dos alunos afirmaram que recomendariam o jogo para os colegas. Como pode ser observado no gráfico de frequência (Figura 31).

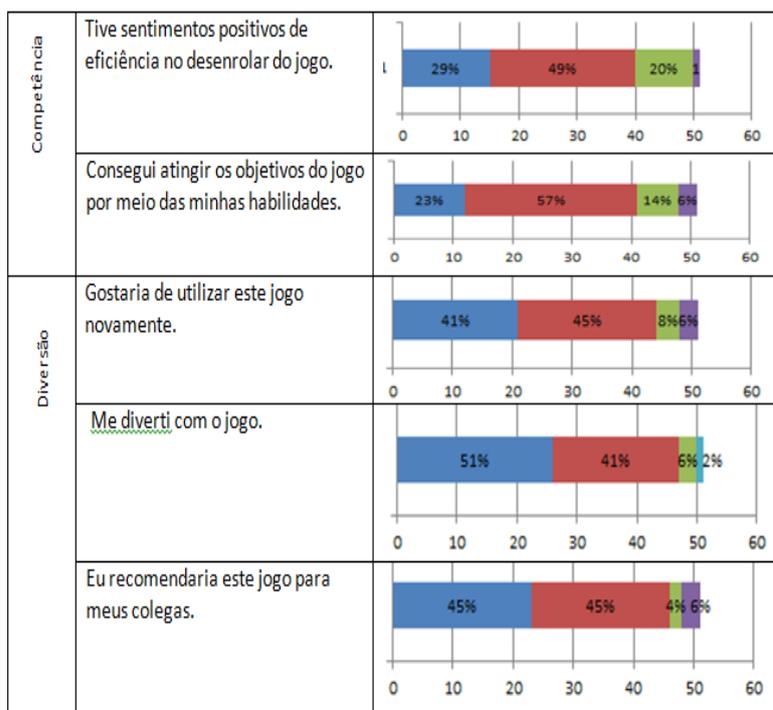


Figura 31: Subcomponente Experiência do Usuário

Os gráficos nas Figuras 31 e 32 especificam os itens de Experiência do Usuário que é dividido em 5 aspectos (Imersão, Interação Social, Desafio, Diversão, Compreensão).

**Competência-** o item que avalia se os alunos atingiram os objetivos do jogo por meio de suas habilidades foi de 80 %, para as notas 1 e 2, 14% dos alunos não quiseram opinar. O item que avalia os sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo foi de 76%, 20% não quiseram opinar sobre este item.

**Diversão-** o item diversão foi o de maior pontuação, em que 92 % dos alunos acharam o jogo divertido, somente 6% atribuíram nota 0 e 2% discordaram, 86% dos alunos gostariam de utilizar o jogo novamente e 90% recomendariam para seus colegas.

**Desafio-** para 80% dos alunos que atribuíram nota 1 e 2 o jogo evoluiu num ritmo adequado e não ficou monótono além de oferecer variações de atividades. 13 % dos alunos não quiseram opinar e somente 6% discordaram deste item. 80% dos alunos acharam o jogo desafiadoras sendo as tarefas nem muito fácil nem muito difícil, 10 % dos alunos não quiseram opinar e somente 8% atribuíram nota -1 para este item.

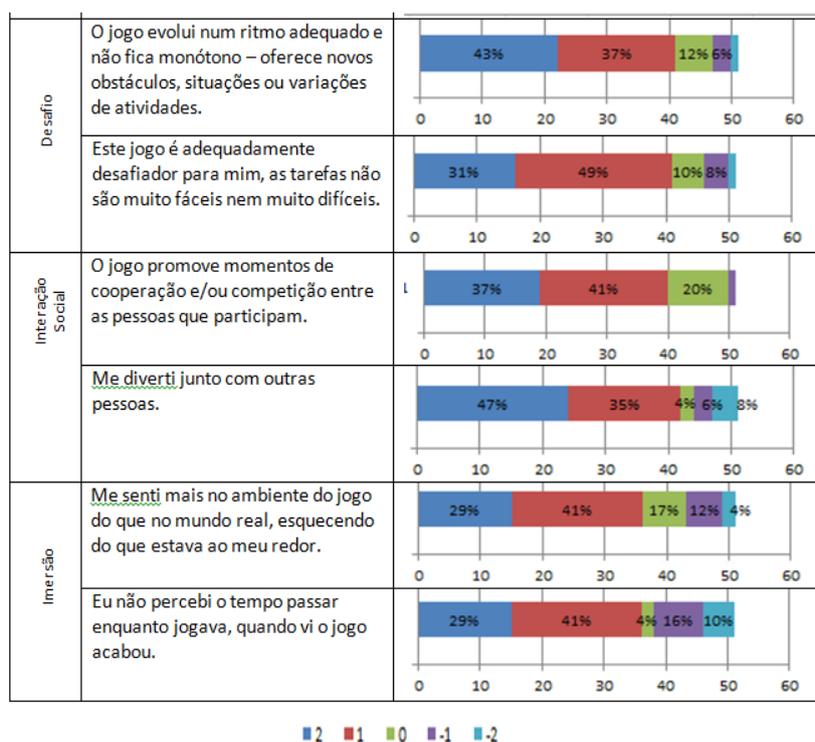


Figura 32: Subcomponente Experiência do Usuário

**Interação Social-** neste quesito 78 % dos alunos acharam que o jogo promove momentos de cooperação e competição entre os colegas que participaram, sendo que 20% não quiseram manifestar opinião sobre este item e 2% discordaram deste item. 82% dos alunos atribuíram nota 1 e 2 e afirmaram ter se divertido com as outras pessoas, 4% atribuíram nota 0, e 13% atribuíram nota -1 e -2 para este item.

**Imersão-** pode ser verificado que o jogo promover a imersão dos alunos, tendo em vista que 70% dos alunos atribuíram notas 1 e 2, para o item que pergunta se esqueceram do ambiente ao redor e ficaram concentrados no jogo, sendo 17% não quiseram opinar e 4% discordaram deste item. Também 70% dos alunos afirmaram não ter percebido o tempo passar, no total 16% dos alunos não quiseram opinar e 26 % discordaram deste item, o que mostra que a imersão não uns dos melhores aspectos avaliados no jogo.

#### 4.2.3. Aprendizagem

Em geral é possível verificar que na percepção dos alunos o jogo contribuiu na aprendizagem da disciplina de matemática (Figura 33).

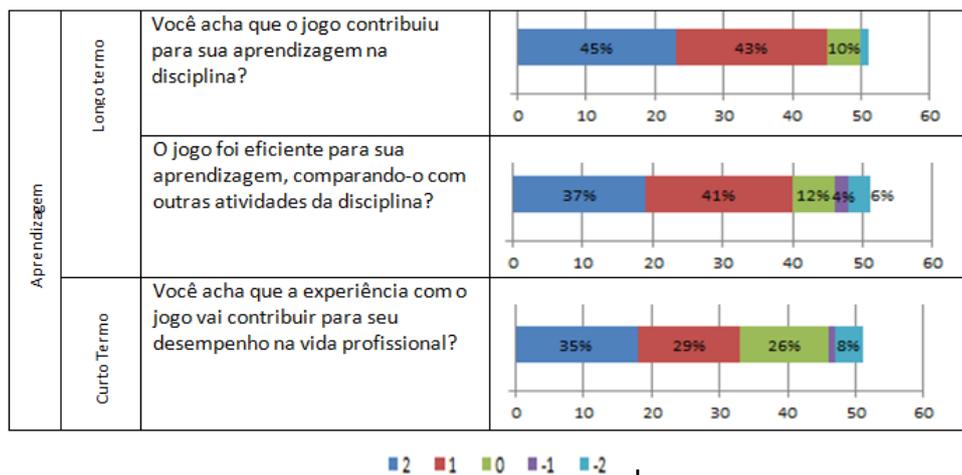


Figura 33: Subcomponente Aprendizagem

A aprendizagem é dividida em dois momentos: a “curto termo” e “longo termo”. Onde é possível perceber:

**Aprendizagem a curto termo:** 88% dos alunos acham que o jogo contribuiu na aprendizagem da disciplina, sendo que somente 10% não quiseram opinar. 78% dos alunos acham o jogo eficiente na aprendizagem em comparação com outras atividades da disciplina, sendo que 12% dos alunos atribuíram nota 0, e 10% atribuíram nota -1 e -2 para este item.

**Aprendizagem a longo termo:** 64% dos alunos acham que a experiência do jogo irá contribuir no seu desempenho profissional, no entanto 26% atribuíram nota 0 e 8% não acham que esta experiência irá influenciar em sua vida profissional.

### 4.3. Resultados observados

Através da avaliação do jogo feita pelos alunos do 9º ano do ensino fundamental na escola Anísio Teixeira foi possível verificar a viabilidade do uso deste software como ferramenta auxiliadora no processo de ensino sobre a geometria, o desafio maior era abordar a disciplina de forma indireta (em 2º plano, contidas em objetos que compõe o cenário), mas primando sempre pelo aprendizado.

A estratégia principal no desenvolvimento do Game Serra Pelada, foi despertar a motivação do aluno, de forma a prender atenção do aluno, fazendo-o, assim, aprender ao mesmo tempo em que se diverte. Ao término do jogo o aluno deverá reconhecer os ângulos e as formas geométricas.

Desta forma o professor poderá incluir o Game Serra Pelada nas atividades de ensino da matemática como complemento ao conteúdo dado em sala sobre a geometria.

Os resultados sugerem que o jogo cumpriu o objetivo proposto; que era despertar o interesse e motivar os alunos na busca do conhecimento sobre a Geometria.

No entanto o jogo por si só não é suficiente para ensinar a geometria para os alunos, é preciso que esta ferramenta seja aliada ao conhecimento teórico da disciplina dada em sala de aula pelo professor, desta forma o jogo pode ajudar os alunos a assimilar o conteúdo proposto.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem atualmente vários trabalhos realizados voltados para e jogos digitais, pois estes possuem um auto poder de interação, sendo que a maioria dos alunos já possuem bastante afinidade com jogos digitais, foi pensando nesta proximidade, que o jogo Serra pelada foi desenvolvido.

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de um jogo para auxiliar os alunos da 8º série do ensino fundamental no processo de aprendizagem da geometria, tendo como princípio norteador a Matriz de Referência de Matemática do 9º ano do Ensino Fundamental, tais diretrizes propõem o reconhecimento de ângulos e Figuras geométricas planas.

Um levantamento histórico foi necessário para desenvolver o jogo que retrata a realidade do município de Marabá. O jogo em plataforma 2D foi o que mais se adequou a realidade das escolas do município, pois o jogo não precisa de máquinas com alto nível de processamento, podendo o jogo ser executado em *desktop* com configurações mínimas.

As análises dos dados coletados demonstram que o jogo Serra Pelada teve boa aceitação pelos alunos. Na primeira parte do questionário foi possível avaliar o impacto do Game Serra Pelada na aplicação da Geometria, além de verificar as dificuldades e as melhorias no design e material instrucional.

Através da avaliação também foi possível identificar algumas falhas no jogo, falhas essas que já foram solucionadas, foram realizadas também as melhorias sugeridas pelos alunos na primeira fase do jogo, com objetivo de melhorar ainda mais o desempenho do jogo e aumentar a motivação e principalmente a atenção no jogo quesito no qual obteve-se a menor índice de aprovação, as melhorias no jogo podem ser verificadas na versão final do jogo disponível no site <https://lage.unifesspa.edu.br>.

Na segunda etapa do questionário, buscou-se avaliar o jogo como ferramenta educacional, através da percepção do próprio aluno, dessa forma foi possível obter a percepção dos alunos a respeito dos 3 subcomponentes promovidos por um jogo: níveis de motivação, a experiência do usuário e aprendizagem.

### 5.1. Dificuldade encontradas

Antes de iniciar o processo de avaliação do jogo, a equipe do LAGE consultou várias escolas do município, das escolas consultadas somente em uma foi possível realizar a avaliação pois as escolas não possuíam laboratório com bom funcionamento.

As escolas enfrentam dificuldades com a falta de recursos tecnológicos e com deficiência nas estruturas dos laboratórios, a maioria das escolas municipais não possuíam laboratórios, e as que possuíam estavam defasados.

Através da aplicação do jogo Serra Pelada na escola Anísio Teixeira foi possível enxergar de perto as dificuldades que muitos professores têm em utilizar os recursos tecnológicos para auxiliar em suas aulas.

## **5.2. Trabalhos futuros**

Foi firmado um acordo com a escola Anísio Teixeira, para realização da avaliação e continuidade do desenvolvimento da segunda fase do jogo.

O projeto da segunda fase do jogo já está sendo desenvolvido por dois alunos do curso de graduação de Sistemas de Informação, nesta fase serão trabalhados problemas envolvendo o cálculo de perímetro, cálculo de área de Figuras planas, e coordenadas cartesianas. Pretende-se com a conclusão do projeto disponibilizar o jogo para ser utilizado nas escolas públicas do município.

Também pretendemos disponibilizar o jogo Serra pelada na versão *Android* para dispositivos móveis e internet, de forma que possamos facilitar o acesso desta aplicação para que todos possam ter acesso.

## **5.3. Publicação**

Trabalho completo publicado em evento:

Sobrinho, Maria Eliane.; Resplandes, Denison C. S.; Valente, Kelton W. S.; Neto, Ernesto Sampaio.; Filho, Manoel R. Game Serra Pelada: Projeto, Implementação e Avaliação de um Jogo Educativo para o Ensino de Geometria para alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental. XV Simpósio Brasileiro de Jogos e entretenimento Digital, 8 a 10 de Setembro na Escola Politécnica da USP- 2016, São Paulo- SP.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Edgar. Jogos Sérios para Ensino de Engenharia de Software. 60 f. Dissertação [Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto Brasil, 2013.
- FILHO, Pedro Lealdino. Jogo Digital Educativo Para O Ensino Da Matemática. 2013. 102 f. Dissertação [Mestrado em Ensino de Informatica e Tecnologia) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa - PR, 2013.
- GIMP.Org. Disponível em: <http://www.gimp.org>. [Acesso em: 27 abr. 2016).
- INEP- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Matriz de Referência de Matemática.2016 <http://portal.inep.gov.br/web/guest/matrizes-de-referencia-matematica-8serie>. [Acesso em: 26 de Abril. 2016).
- INKSCAPE.Org. Disponível em: <https://inkscape.org/pt/>. [Acesso em: 27 abr. 2016).
- LUCENA, A.. Arte da animação: técnica e estética através da história. 3ed. São Paulo, 2011.
- LEITE, Patrícia da Silva. MENDONÇA, Vinícius Godoy de. Diretrizes para Game Design de Jogos Educacionais- Proceedings of SBGames 2013. São Paulo. p 133-141. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/17-dt-paper.pdf>> Acesso em 10/11/2016.
- LAGE, Laboratório de Games Educativos: [www.lage.unifesspa.edu.br](http://www.lage.unifesspa.edu.br)> [Acesso em: 27 Novembro. 2016).
- MORATORI, Patrick B. Por que utilizar Jogos Educativos no processo de Ensino Aprendizagem?. Rio de Janeiro, 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso [Mestrado em Informática Aplicada a Educação) Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.nce.ufrj.br/ginape/paginas/trabalhos.html>> Acesso em 10/11/2016.
- MACHADO, R. S.. Fator diversão na produção de um jogo eletrônico educativo. SBGAMES 2014. disponível em: [http://www.sbgames.org/sbgames2014/files/papers/culture/full/Cult\\_Full\\_Fator%20diversao%20na%20producao%20de%20jogo.pdf](http://www.sbgames.org/sbgames2014/files/papers/culture/full/Cult_Full_Fator%20diversao%20na%20producao%20de%20jogo.pdf) . disponível[Acesso em: 06 de Abril. 2016).
- MATTAR, João. Games em educação: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: editora Pearson Prentice Hall, 2010.
- MOTTA, Rodrigo L.; JUNIOR, José Trigueiro. Short Game Design Document [Sgdd). Proceedings of SBGames 2013, p. 7, 2013. ISSN 2179-2259.
- MEC- ministério da Educação. 2016. Matriz de referencia do MEC. <http://www.todospelaeducacao.org.br//arquivos/biblioteca/13a4daa6-b166-4d7c-bc58-03f724ad4d3a.pdf>> acesso em 21/10/2016.
- NOVAK, J. Desenvolvimento de Games – Tradução da 2º edição norte- americana. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- PRIETO, Lilian Medianeira et al. Uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nas séries iniciais. Revista Novas Tecnologias da Educação, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p.1-11, maio 2005. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13934/7837>. Acesso em: 15/09/2016.

- PRENSKY, M: Aprendizagem baseada em jogos digitais. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.
- PIAGET, J. Teoria de Piaget. In: MUSSEN, Paul H. (org) Psicologia da criança. São Paulo: EPU/ Edusp. 1975.
- PONTES, Paulo André Ignácio. Em busca do doador perdido: um jogo educativo como ferramenta de conscientização e informação sobre doação de sangue. 2013. 91 f. Dissertação [Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2013. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/4611>> [Acesso em: 30 de Abril. 2016).
- REINOSO, L. F. Bolonha, N., Calixto, L., Luis, C. L. Principais características dos games para serem inseridos como ferramenta educacional. congresso sul brasileiro de computação: SULCOMP 2012.
- RAU, Maria Cristina Trois Dorneles. A Ludicidade na Educação: Uma Atitude Pedagógica. Curitiba: Ibpx .2011.
- RIBEIRO Manoel F; SILVA, Abner C. da Jogo Eletrônico para dispositivos mobile com foco no ensino de geometria para alunos do ensino fundamental. Proceedings of SBGames. 2015. p874 – 879. Disponível em: <http://pibic.ufpa.br/relFinais/6609.pdf>. Acesso em: 13 de abril de 2016.
- SAVI, Rafael. Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento [tese) / Rafael Savi; orientadora, Vânia. Ribas Ulbricht. Florianopolis- SC, Dissertação de Doutorado. 2011 Disponível em: <http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2011/12/RafaelSavi.pdf>> [Acesso em: 30 de Abril. 2016).
- SILVA; SILVA, A. R. Tecnologias Para construção de mundos Virtuais: um comparativo entre as opções existentes no mercado. FAZU em Revista, Uberaba, n. 8, p. 211-215, 2011. Disponível em: <http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/viewArticle/274> > [Acesso em: 30 de Abril 2016].
- SALEN, K; ZIMMERMAN, E.. Regras do jogo: fundamentos do design de jogos. São Paulo:2012 Blucher. p. 27.
- SCHUYTEMA, Paul. O Que é Design de Games? In: Cláudia Mello Belhassof [Ed.). Design De Games: Uma Abordagem Prática. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- SPRITER PRO. Disponível em: <http://www.brashmonkey.com/spriter.htm>. [Acesso em: 27 abr. 2016).
- SOARES, Michele dos Santos. Projeto De Jogos Educativos 2d De Aventura Usando Lua. 2012. 72 f. Dissertação [Mestrado em Informática) - Programa de Pós-graduação em Infomática do Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro [PUC-Rio), Rio de Janeiro - RJ, 2012.
- SCHELL, J. A arte de game design: o livro original. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- TILED, Map Editor. Disponível em: <http://www.mapeditor.org/>. [Acesso em: 27 abr. 2016).
- UNITY3D. Disponível em: <https://unity3d.com/pt>. [Acesso em: 27 abr. 2016).

VALENTE, José Armando. O Computador na Sociedade do Conhecimento. Campinas-SP: 1.ed, 1999.

VIERTEL, Santiago: Tutorial: Criando terrenos para Cocos2d-x: Introdução à ferramenta Tiled – Parte 1. 2014. Disponível no site: <http://www.fabricadejogos.net/posts/tutorial-criando-terrenos-para-cocos2d-x-introducao-a-ferramenta-tiled-parte-1/>. [Acesso em: 30 de Abril 2016].

VYGOTSKY, L. (1988) Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. SP: Ícone.

# Apêndice A

## Serra Pelada

*Game Design Document*



02 de Junho de 2016

Adaptado por Maria Eliane Sobrinho

## JOGO SERRA PELADAS

### Game Design Document

Este documento apresenta a visão do “Jogo Serra Peladas”, sendo o documento que formaliza a fase de pré-produção da primeira fase do jogo. Ele está dividido em três partes:

- **Game Concept:** expressa a idéia central do jogo, de forma geral, sendo utilizado para um entendimento inicial do que é o “Jogo Serra Pelada”;
- **Game Proposal:** define a proposta do jogo como produto, ambientando o jogo no mercado e dando uma proposta em alto nível para o projeto do jogo;
- **Game Design:** define os elementos do jogo de forma detalhada, e serve de base para a fase de produção.

<b>Equipe</b>		
<b>Nome</b>	<b>Função</b>	<b>Contato</b>
<b>Manoel Ribeiro Filho</b>	Gerente de Projeto	manoelrib@unifesspa.edu.br
<b>Maria Eliane Sobrinho</b>	<i>Game Designer</i> Programador Secundário Testador	Eliane.sobrinho@unifesspa.edu.br
<b>Denison Carlos da Silva Resplandes</b>	Programador Lider	denison.carlos@unifesspa.edu.br
<b>Ernesto Sampaio Neto</b>	Arte-finalista	ernesto @unifesspa.edu.br
<b>Kelton Willian Souza Valente</b>	Arte-finalista	keltonvalente@unifesspa.edu.br

**SUMÁRIO**

<u>RESUMO .....</u>	<u>53</u>
<u>ASPECTOS FUNDAMENTAIS .....</u>	<u>53</u>
<u>GÊNERO .....</u>	<u>53</u>
<u>PLATAFORMA .....</u>	<u>53</u>
<u>GAME PROPOSAL.....</u>	<u>54</u>
<u>PUBLICO -ALVO .....</u>	<u>54</u>
<u>ANÁLISE TÉCNICA.....</u>	<u>54</u>
<u>RECURSOS ESTIMADOS .....</u>	<u>54</u>
<u>CRONOGRAMA .....</u>	<u>54</u>
<u>GAME DESIGN .....</u>	<u>55</u>
<u>PROGRESSÃO NO JOGO .....</u>	<u>55</u>
<u>PERSONAGENS PRINCIPAL .....</u>	<u>55</u>
<u>FLUXO DO JOGO .....</u>	<u>55</u>
<u>MISSÃO/ESTRUTURA DO DESAFIO .....</u>	<u>55</u>
<u>OBSTÁCULOS.....</u>	<u>55</u>
<u>DESCRIÇÃO DO CENÁRIO.....</u>	<u>55</u>
<u>OBJETIVOS.....</u>	<u>56</u>
<u>MECÂNICA DO JOGO.....</u>	<u>56</u>
<u>FÍSICA.....</u>	<u>56</u>
<u>MOVIMENTO.....</u>	<u>56</u>
<u>MOVIMENTO GERAL.....</u>	<u>56</u>
<u>OUTROS MOVIMENTOS.....</u>	<u>56</u>
<u>OBJETOS.....</u>	<u>56</u>
<u>OBJETOS COLETÁVEIS E BARRA DE VIDA .....</u>	<u>56</u>
<u>OBJETOS MÓVEIS.....</u>	<u>56</u>
<u>ACÇÕES .....</u>	<u>56</u>
<u>BOTÕES E ALAVANCAS .....</u>	<u>56</u>
<u>COMBATE .....</u>	<u>57</u>
<u>APRENDIZAGEM .....</u>	<u>57</u>

## Visão Geral do Jogo

O jogo a ser desenvolvido pela equipe será representado em ambientes 2D que serão baseados no cenário da Serra Pelada. O jogo tem como objetivo principal o aprendizado lúdico da Matriz de referência de Matemática da 8ª série do ensino fundamental, Marajoara o personagem principal, irá explorar o cenário da serra pelada para encontrar as peitas de ouro escondidas, para que isso ocorra ele terá que derrotar seus inimigos que tentaram lhe impedir, além disso terá que desvendar alguns desafios matemáticos que lhe será imposto ao longo do jogo.

## Resumo

O Jogo “Serra Pelada” é um jogo 2D estilo plataforma que será desenvolvido (utilizando a game Engine Unity5, Gimp, Tiled, InkSkape e Spriter Pro) que aborde algumas diretrizes da matriz de referência de matemática fornecida pelo MEC para os alunos do 9º ano do ensino fundamental, o jogo narra a história do personagem “Marajoara”, um paraense que nasceu na ilha do Marajó. Marajoara foi um dos milhares de brasileiros que na década de 80 deixaram muitas coisas para trás e foram em busca do sonho de ficar rico no garimpo conhecido como Serra Pelada. O jogo faz jogo que faz uso de elementos de ângulos e reconhecimento de Figuras planas, que execute no sistema operacional Windows e Linux, sendo que a maioria das escolas utiliza o Linux por ser software livre.

## Aspectos Fundamentais

**Single-player:** A primeira fase do “Jogo Serra Pelada” será desenvolvida sobre uma concepção single-player e não fornecerá um suporte *multi-player*.

**Gráficos em duas dimensões (2D):** A primeira fase do “Jogo Serra Pelada” utilizará a Game Engine de desenvolvimento Unity5 e utilizará *sprites* desenvolvidos nas ferramentas de edição de imagens Inkscape, Gimp e Spriter Pro para fazer a plotagem gráfica.

**Cenários:** A primeira fase do “Jogo Serra Pelada” será ambientada no garimpo conhecido como “Serra Pelada”, região localizada no sudeste do estado do Pará, onde atualmente é o município de Curionópolis (PA). Onde no início dos anos 1980 ficou marcado pela descoberta da maior jazida de ouro existente no país, dando início ao a corrida pelo ouro de Serra Pelada.

**Jogabilidade:** A jogabilidade será feita com o auxílio das teclas do teclado e com o auxílio do mouse. Eles serão utilizados para atacar os inimigos, movimentar-se pela plataforma, subir/descer escadas, entre outras funcionalidades.

## Gênero

O “Jogo serra Pelada” é um jogo no consagrado estilo “Plataforma 2D”, onde o jogador deverá impedir que os inimigos o atinjam, e resolver desafios proposto pela Matriz de Referência de Matemática da 8ª série do Ensino Fundamental .

## Plataforma

O jogo será desenvolvido para Desktop. Para jogar, será necessário a utilização de um teclado e Mouse.

## GAME PROPOSAL

### Publico -Alvo

O público-alvo da Segunda Fase do “Jogo Serra Pelada” é formado por alunos das Escolas Públicas de Marabá, que estão cursando a 8ª série do Ensino Fundamental (de 08 anos), jogadores casuais, com idade e habilidades para resolver problemas envolvendo a aplicação de técnicas para resolução de problemas envolvendo a Geometria da 8ª série. Não há distinção de gênero ou limite máximo de idade para o público-alvo, dado sua característica de jogador casual.

### Análise Técnica

### Recursos Estimados

Os recursos estimados para o desenvolvimento da 1ª Fase do Jogo Serra Pelada são:

- pessoas;
- Software: Sistema Operacional Windows; biblioteca PAlib para Java Script; Unity 5.3.2f1; IDE Microsoft Visual Studio for Unity, IDE MonoDevelop-Unity 5.3.2f1, Inkscape 0.91; Gimp2 e Spriter Pro.
- Hardware: PCs Corei3 ou superior, com 02GB de RAM, placa de vídeo de 128MB e placa de som (ambas as placas compatíveis com DirectX 10 ou superior) para todos os membros da equipe de desenvolvimento.

### Cronograma

Fase	Marco	Data de Início	Data de Término
<b>Concepção</b>	Apresentação do Conceito do Jogo	29/02/2015	29/02/2015
<b>Design</b>	Release do Documento de Game Design	29/02/2015	29/02/2015
<b>Documentação</b>	Em definição	18/07/2015	19/07/2015
<b>Treinamento nas ferramentas</b>	Conclusão do curso de treinamento interno	20/08/2015	14/09/2015
<b>Implementação</b>	Release da versão alfa		
<b>Testes</b>	Release da versão beta e apresentação prévia do jogo	24/04/2016	26/04/2016
<b>Entrega</b>	Release da versão 1.0 e apresentação do jogo	20/01/2016	05/06/2016

## **Game Design**

### **Progressão no Jogo**

#### **Personagens Principal**

O jogador controlará o personagem principal, “Marajoara”. Os inimigos serão os demais garimpeiros como o “Maranhense”, “Gaúcho” e “Lamparina”.

#### **Fluxo do Jogo**

A fase começa no barranco do personagem principal e irá correr o cenário transpondo os obstáculos até alcançar o objetivo final.

O jogo começa com o menu básico, onde o jogador pode escolher uma das seguintes opções: Iniciar (inicia o Jogo), Sobre (Descrição do jogo, equipe de desenvolvimento, etc.), Sair (sai do jogo).

Quando começar o jogo, irá aparecer uma pequena introdução que conta a história do personagem, e em seguida aparecerá o primeiro desafio para ser resolvido pelo jogador. O jogo é dinâmico, o jogador deve passar os Desafios Matemáticos à medida que eles forem surgindo, ele não pode pular nenhum. A fase tem diferentes Desafios Matemáticos que aparecerão um por vez, ao final da fase é apresentado um questionário com 5 perguntas ao jogador.

#### **Missão/Estrutura do desafio**

A missão da fase é derrotar os 12 inimigos dispostos na plataforma, e resolver três desafios sobre a geometria, e ao final do jogo responder o questionário com 5 perguntas sobre o assunto abordado no jogo,

#### **Obstáculos**

Os obstáculos são o centro da jogabilidade. O personagem principal, constantemente encontrará outros inimigos garimpeiros que tentarão atrapalhar o personagem principal na conclusão do seu objetivo, e se o personagem não for mais rápido para atacá-la, poderá perder a vida. Além disso haverá os desafios matemáticos que deverão ser respondidos corretamente caso contrário o jogador volta para o início do jogo.

#### **Descrição do Cenário**

A proposta do jogo é utilizar o garimpo da serra Pelada como cenário onde se desenvolve a trama do jogo, pretendeu-se utilizar a ideia dos barrancos dispostos em vários ângulos para aplicar os conceitos da geometria.

## **Objetivos**

O objetivo final do jogo é que o personagem encontre a sua grande pepita para “bamburar” (enriquecer no dialeto da Serra Pelada). No entanto, se ele demorar a atingir o objetivo proposto, poderá ser morto por um desabamento que acontece periodicamente ou se o tempo (10min) se esgotar. Além do mais, os obstáculos como cobras e outros inimigos garimpeiros que estão dispersos aleatoriamente na plataforma podem retardar/impedir a realização desse objetivo.

## **Mecânica do Jogo**

### **Física**

A física do jogo vai obedecer às regras da física real. Ela não tem muita relevância, a sua principal presença será na utilização da gravidade para os desmoronamentos de barracos e pedras que ocorrerão durante a progressão do jogador no jogo.

### **Movimento**

#### **Movimento Geral**

O personagem pode mover-se para a direita, esquerda, pular, correr subir escadas e descer..

#### **Outros Movimentos**

o personagem possui o movimento de ataque ao inimigo

### **Objetos**

#### **Objetos coletáveis e Barra de vida**

Os únicos objetos coletáveis do jogo são representações de comida (açai e peixe com farinha) que estarão no solo do barranco de maneira aleatória dentro da fase. Os objetos coletáveis fazem com que o personagem aumente seu poder de vida (*life*) em 10% permitindo-o continuar no cumprimento do seu objetivo.

A Barra de vida do jogador é decrementada em 10% a cada ataque de um inimigo garimpeiro.

#### **Objetos móveis**

Os objetos móveis estão representados pelos inimigos garimpeiros. Quando o personagem entra em sua área de ataque.

### **Ações**

#### **Botões e alavancas**

Os dispositivos de acionamento do jogo são as teclas do computador. O personagem poderá ou atacar (tecla esquerda do mouse), descer (tecla “S” ou “DOWN”), subir (tecla “W” ou “UP”), ir para direita (tecla “D” ou “RIGHT”), ir para esquerda (tecla “A” ou

“LEFT”), adquirir objetos coletáveis (tecla “ENTER”), além de acionar o inventário (Tecla “Z”).

### **Combate**

O conflito do jogo é diretamente com os inimigos garimpeiros que atacam o personagem com uma arma específica e desafios de raciocínio lógico de geometria embutidos de forma direta na fase. E a cada ataque do jogador aos garimpeiros será decrementado 33,33% da vida dos garimpeiros, portanto são necessário três (03) ataques do jogador para matar cada mineiro.

### **Aprendizagem**

aborda algumas diretrizes da matriz de referência de matemática fornecida pelo MEC para os alunos do 9º ano do ensino fundamental, na qual foi implementada a diretriz D6- que propõe o Reconhecimento ângulos como mudança de direção ou giros, identificando ângulos retos e não-retos.

Reconhecimento de Figuras Geométricas.

# Apêndice B

## Game Serra pelada: Jogo Educativo voltado para o ensino de matemática para alunos do ensino fundamental.

Apresentação e Teste do Jogo na Escola Anísio Teixeira

Aluno [a]: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PROJETO PILOTO

**1 – Gostou do Jogo?**

Sim  Não

**2 - O que você sugere para melhorias?**

Facilidade de Jogar  Fase  Níveis de Dificuldades  Gráfico  Diversão  Interação

Outros:

---



---

**3 - Você encontrou erros no jogo?**

Sim  Não

Se a resposta for sim, onde encontrou o erro?

---



---

**4 – Este jogo serviu para você como ferramenta de auxílio no processo de ensino/aprendizagem sobre a geometria e ângulos?**

Sim  Não

**5 – O jogo estimou você a conhecer ainda mais a matemática?**

Sim  Não

**6 - O ambiente virtual representa bem o mundo real permitindo que suas ações sejam bem executadas e aumentando o aprendizado?**

Sim  Não

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS

#### MOTIVAÇÃO

Satisfação

**1 - É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.**

Concorda\_Totalmente  Concorda  Sem\_Opinião  Discorda  Discorda\_Totalmente

**2 - Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.**

<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
Confiança				
<b>3 - Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
<b>4 - Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
Relevância				
<b>5 - O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
<b>6 - O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
Atenção				
<b>7 - A variação [forma, conteúdo ou de atividades) ajudou a me manter atento ao jogo.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
<b>8 - O design do jogo é atraente.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			

<b><u>EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO</u></b>				
Competência				
<b>9 - Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
<b>10 - Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
Diversão				
<b>11 - Gostaria de utilizar este jogo novamente.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
<b>12 - Me diverti com o jogo.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
<b>13 - Eu recomendaria este jogo para meus colegas.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			
Desafio				
<b>14 - O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.</b>				
<input type="checkbox"/> )Concorda_Totalmente	<input type="checkbox"/> )Concorda	<input type="checkbox"/> )Sem_Opinião	<input type="checkbox"/> )Discorda	<input type="checkbox"/>
	)Discorda_Totalmente			

**15 - Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.**

)Concorda\_Totalmente       )Concorda       )Sem\_Opinião       )Discorda       )Discorda\_Totalmente

Interação Social

**16 - O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.**

)Concorda\_Totalmente       )Concorda       )Sem\_Opinião       )Discorda       )Discorda\_Totalmente

**17 - Me diverti junto com outras pessoas.**

)Concorda\_Totalmente       )Concorda       )Sem\_Opinião       )Discorda       )Discorda\_Totalmente

Imersão

**18 - Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.**

)Concorda\_Totalmente       )Concorda       )Sem\_Opinião       )Discorda       )Discorda\_Totalmente

**19 - Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.**

)Concorda\_Totalmente       )Concorda       )Sem\_Opinião       )Discorda       )Discorda\_Totalmente

#### APRENDIZAGEM

Curto termo

**20 - Você acha que o jogo contribuiu para sua aprendizagem na disciplina?**

)Concorda\_Totalmente       )Concorda       )Sem\_Opinião       )Discorda       )Discorda\_Totalmente

**21 - O jogo foi eficiente para sua aprendizagem, comparando-o com outras atividades da disciplina?**

)Concorda\_Totalmente       )Concorda       )Sem\_Opinião       )Discorda       )Discorda\_Totalmente

Longo termo

**22 - Você acha que a experiência com o jogo vai contribuir para seu desempenho na vida profissional?**

)Concorda\_Totalmente       )Concorda       )Sem\_Opinião       )Discorda       )Discorda\_Totalmente

## Anexo I



XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital



### CERTIFICADO

Certificamos que o artigo intitulado **GAME SERRA PELADA: PROJETO IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO EDUCATIVO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA PARA ALUNOS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**, com autoria de **MARIA ELIANE SOBRINHO, DENISON CARLOS DA SILVA RESPLANDES, KELTON WILLIAN SOUZA VALENTE, ERNESTO SAMPAIO NETO, MANOEL RIBEIRO FILHO**, foi apresentado no XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2016), realizado no período de 08 a 10 de Setembro de 2016, em São Paulo, SP.

  
Ricardo Nakamura

Coordenador Geral do SBGames 2016

Apoio



Patrocínio



Av. Bento Gonçalves, 9500  
Setor 4 - Fiel e 44.112  
Sala 218 - Bairro Agronomia -  
91.509-900 - Porto Alegre - RS  
[www.sbc.org.br](http://www.sbc.org.br)

