

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE**

DJAVAN FERREIRA LIMA

**BUBUIA: UM JOGO EDUCACIONAL PARA REFORÇAR O
APRENDIZADO DA MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL I**

Itacoatiara – Amazonas
Novembro – 2019

DJAVAN FERREIRA LIMA

**BUBUIA: UM JOGO EDUCACIONAL PARA REFORÇAR O
APRENDIZADO DA MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL I**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientadora: Profa. Dra. Odette Mestrinho Passos

Itacoatiara – Amazonas
Novembro – 2019

RESUMO

No cenário atual, a sociedade faz o uso constante das tecnologias de informação e comunicação, com ela amplia-se os métodos pedagógicos de ensino e aprendizagem através de seus vários dispositivos, *softwares* e mídias disponíveis atualmente para proporcionar ao aluno o aprendizado ativo. Por outro lado, a disciplina matemática é considerada de difícil aprendizagem por conter dados complexos tendo como resultado um baixo índice de aprendizagem de acordo com cada perfil de aluno. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um jogo digital educacional, denominado Bubuia, para reforçar o aprendizado de conteúdos matemáticos relacionados ao ensino fundamental I. A metodologia consiste em um levantamento bibliográfico para embasar a proposta inicial, por conseguinte a construção do *software* com base na especificação de requisitos. Após isso foi realizada a avaliação de usabilidade do jogo através da aplicação de um questionário com professores e alunos do Ensino Fundamental I, baseado no sistema *System Usability Scale*. Na avaliação com os participantes do perfil professor foi observado que o jogo obteve elevado nível de concordância nas questões que se referem a facilidade de uso, aprendizagem e satisfação. No perfil aluno obteve-se a média total com o valor de 78,6 de acordo com os critérios de avaliação do método utilizado, o que representa um bom índice de satisfação com o jogo desenvolvido.

Palavras-Chave: Informática na Educação. *Software* Educacional. Jogos Digitais Educacionais. Lúdico na Matemática.

L732b Lima, Djavan Ferreira
Bubuia: Um Jogo Educacional para Reforçar o Aprendizado da
Matemática do Ensino Fundamental I / Djavan Ferreira Lima. 2019
73 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Odette Mestrinho Passos
TCC de Graduação (Engenharia de Software) - Universidade Federal
do Amazonas.

1. Informática na Educação. 2. *Software* Educacional. 3. Jogos Digitais
Educativos. 4. Lúdico na Matemática. I. Passos, Odette Mestrinho II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título.

DJAVAN FERREIRA LIMA

**BUBUIA: UM JOGO EDUCACIONAL PARA REFORÇAR O
APRENDIZADO DA MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL I**

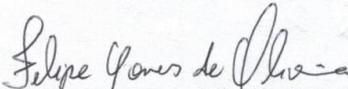
Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Aprovado em 26 de Novembro de 2019

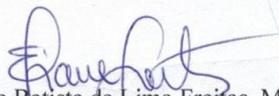
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Odette Mestrinho Passos, Presidente
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Me. Felipe Gomes de Oliveira, Membro
Universidade Federal do Amazonas



Profa. Eliane Batista de Lima Freitas, Membro
Universidade Federal do Amazonas

*Agradeço a Deus, a toda a
minha família, pois foram
fundamentais para a minha
formação acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao ser superior originário de todas as coisas; também aos meus pais pois foram fundamentais para todo meu processo de formação como pessoa e não só acadêmica. Pelos esforços que fizeram para me dar toda a educação que possuo, além de nunca deixar que faltasse nada para mim, sempre pensando no meu melhor. Meu pai Mauro sempre foi um orgulho para mim que sempre tive como modelo, assim como minha mãe Evelina, sempre muito guerreira e batalhadora e um grande exemplo de mãe. Juntamente com meus pais agradeço aos meus irmãos Evandro, Marcel, Michael, Monique e Alex por me apoiarem em todo o meu processo de graduação. Luana Calheiros, obrigado por estar presente e me ajudar quando precisei até a chegada deste estimado momento.

A professora Dra. Odette Passos, meus sinceros agradecimentos por ter me orientado na realização deste trabalho, onde teve paciência me direcionar e me aconselhar corretamente em meio a momentos em que julgava estar sem direção.

Aos meus amigos que agradeço por ter conhecido nos períodos de faculdade como Severino, Aston, Elian, Lucas, Max, Raimundo, Eduardo, Ian, Thalison, Renan, Thiago entre outros nos quais passamos por noites desenvolvendo programas, listas e mais listas tanto em feriados como em dias comuns, e também pelas partidas de futebol nos meios de semana.

Por fim, tenho gratidão aos professores que me ajudaram durante todo meu desenvolvimento acadêmico como Fernando Leon, Antônio Alberto, Cristophe Xavier, Bruno Bonifácio, Felipe Oliveira, Priscila, Edson, Vandermir.

Todos possuímos um grande poder interior. O poder é a autoconfiança. Há de fato uma postura para vencer. Você precisa se ver vencendo antes de vencer. E você precisa estar faminto. Você precisa querer conquistar.

Arnold Schwarzenegger

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativos com os trabalhos relacionados	42
Tabela 2 - Requisitos funcionais	43
Tabela 3 - Requisitos não funcionais.....	44
Tabela 4 - Regras de negócio	44
Tabela 5 - Descrição do diagrama de caso de uso	46
Tabela 6 - Perfil do professor	61
Tabela 7 - Perfil do aluno	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da metodologia	18
Figura 2 - Logo UDK	35
Figura 3 - Exemplo de telas do jogo Desafio com Palitos.....	36
Figura 4 - Tela de dicas do jogo Tabuada da Velha	37
Figura 5 - Divisão dos 35 camelos	39
Figura 6 - Tela inicial do jogo Serra Pelada	39
Figura 7 - Tela da plataforma do cenário Mathmare	41
Figura 8 - Diagrama de caso de uso	45
Figura 9 - Diagrama de classe	47
Figura 10 - Selecionar jogar	48
Figura 11 - Selecionar ano.....	48
Figura 12 - Ligar/desligar áudio	49
Figura 13 - Responder questão	50
Figura 14 - Visualizar ajuda	50
Figura 15 - Arquitetura do jogo	51
Figura 16 - Tela de apresentação do jogo.....	52
Figura 17 - Tela de seleção do jogo.....	53
Figura 18 - Sorteando o dado	54
Figura 19 - Respondendo pergunta.....	54
Figura 20 - Tela de fim do jogo	55
Figura 21 - Tela ligar e desligar áudio.....	55
Figura 22 - Tela de ajuda.....	56
Figura 23 - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	57
Figura 24 - Questionário aplicado ao professor.....	58
Figura 25 - Questionário aplicado ao aluno.....	60
Figura 26 - Nível de concordância dos professores.....	62
Figura 27 - Idade dos alunos	63
Figura 28 - Média de satisfação dos alunos.....	63
Figura 29 - Nível de concordância dos alunos (questões de 1 a 10)	64
Figura 30 - Nível de concordância dos alunos (questões de 11 a 15)	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AJAX	<i>Asynchronous Javascript And XML</i>
GE	<i>Game Engine</i>
JDE	Jogo Digital Educacional
LORI	<i>Learning Object Review Instrument</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UDK	<i>Unreal Development Kit</i>
UML	<i>Unificate Model Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Contexto e Descrição do Problema	14
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Objetivos	18
1.4 Metodologia.....	18
1.5 Organização do Trabalho	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 Conceitos Relacionados	21
2.1.1 O Lúdico no Ensino da Matemática	21
2.1.2 Informática na Educação	23
2.1.3 Game Engine	30
2.2 Trabalhos Relacionados	36
2.2.1 Santos <i>et al.</i> (2017).....	36
2.2.2 Henrique <i>et al.</i> (2015).....	37
2.2.3 Neto e Fonseca (2013).....	38
2.2.4 Sobrinho <i>et al.</i> (2016).....	39
2.2.5 Madeira <i>et al.</i> (2015)	40
2.2.6 Comparativo dos Trabalhos Relacionados	41
3 PROJETO DO JOGO BUBUIA.....	43
3.1 Especificação de Requisitos	43
3.2 Modelagem.....	44
3.2.1 Diagrama de Caso de Uso.....	45
3.2.2 Diagrama de Classe	46
3.2.3 Diagramas de Sequência.....	47
3.3 Arquitetura.....	50
4 IMPLEMENTAÇÃO DO JOGO BUBUIA.....	52
4.1 Telas do Jogo Bubuia	52
4.1.1 Tela: Seleção de Jogo	53
4.1.2 Tela: Execução da Partida.....	53
4.1.3 Tela: Fim de Jogo	54
4.1.4 Tela: Áudio	55
4.1.5 Tela: Ajuda	56
4.2 Avaliação de Usabilidade.....	56
4.2.1 Planejamento da avaliação.....	56
4.2.2 Resultado da Avaliação	59
5 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	66

5.1 Considerações Finais	66
5.2 Limitações	67
5.3 Trabalhos Futuros.....	67
REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e Descrição do Problema

No cenário atual, a sociedade faz o uso constante das tecnologias de informação e comunicação (TIC), ela é responsável por impulsionar a modernização, modificar a forma de produção, além de possibilitar novas alternativas de acesso a informação (FIGUEIREDO, NOBRE e PASSOS, 2015).

A TIC pode ampliar os métodos pedagógicos de ensino e aprendizagem através de seus vários dispositivos e mídias disponíveis atualmente, proporcionando ao aluno o aprendizado ativo, o qual ele de forma autônoma pode adquirir conhecimento (GRIMM e CALOMENO, 2009)

Nesse contexto, o uso da TIC possibilitou o aumento na gama de acesso ao conhecimento, proporcionando, principalmente, mudanças significativas no cenário educacional. Tais mudanças oferecem novos métodos e ferramentas a serem utilizados pelos docentes, contribuindo como mais uma alternativa que possibilite ajudar no processo educacional (LEVAY *et al.*, 2015). Uma classificação que pode ser destacada entre várias é o *software* educacional, o qual pode ser inserido em qualquer contexto disciplinar.

Para o *software* educacional é uma ferramenta didática que tem por objetivo facilitar o processo de formação de conhecimento do aluno na sala de aula e também no aprendizado à distância (GARCIA e GARCIA, 2007).

Os *softwares* educacionais são utilizados com intuito de facilitar o processo de ensino e aprendizagem de um determinado conteúdo, promovendo o desenvolvimento cognitivo dos alunos, como a raciocínio, a criatividade entre outros (SILVA e MINEO, 2015).

Há vários tipos de *software* educacional e uma de suas ramificações são os jogos digitais educacionais, onde Fernandes (2010), afirma que através destas ferramentas a assimilação do conhecimento é facilitada, pois para as crianças e adolescentes os jogos estão incorporados em seu dia a dia, e se para eles o conhecimento for adquirido brincando, então proporcionará grande satisfação.

os jogos digitais educacionais são *softwares* criados com o intuito de possibilitar aos jogadores foco nos conteúdos abordados no jogo de maneira descontraída. Por conseguinte,

promove ao usuário o relacionamento entre o aprendiz e seu mundo imaginário (LIMA *et al.* 2015).

Já para Neto e Fonseca (2013) os jogos digitais educacionais são *softwares* que propiciam o lúdico para impulsionar o processo de ensino e aprendizagem de vários conceitos e conteúdos relacionados ao jogo. Assim, promovendo um ambiente rico para o aprendiz em meio a dados complexos.

Uma das disciplinas que possui dados complexos para realizar a aprendizagem é a matemática. Segundo Menezes (2013), o processo de ensino e aprendizagem matemática tem mostrado baixo índice de acordo com o perfil de cada aluno ao fim do ano letivo, sendo este um caso preocupante.

Com baixo índice de ensino aprendizagem na matemática, foi observado que um dos motivos é a frequência em que as aulas de matemática são apresentadas de forma tradicional, sendo poucas vezes apresentadas de forma interativa ou dinâmica, resultando em pouco entendimento de seus conceitos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2013).

Um outro motivo é considerado como “algebrismo”, que pode ser entendido por realização de cálculos algébricos sem o entendimento de sua aplicação no mundo real. Com isso o aluno é prejudicado, pois essa abstração não possui embasamento matemático e causa mais empecilhos do que assimilação de conhecimento. (SANTOS, FRANÇA E SANTOS 2007).

Portanto, uma alternativa para melhorar o aprendizado matemático é o uso de jogos educacionais digitais. Estes são considerados ferramentas significativas na formação do aluno, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem (PIETRUCHINSKI *et al.*, 2011), sendo a matemática uma das áreas em que os jogos educacionais digitais estão sendo adotados. De acordo com Melo, Araújo e Lins (2016), por meio deles, o aprendizado de conteúdos matemáticos pode ser realizado de modo interessante e dinâmico.

Nesse contexto, foi desenvolvido um *software* educacional com intuito de promover a aprendizagem de conteúdos matemáticos do ensino fundamental, proporcionando um ensino dinâmico e interativo de forma a contribuir com as aulas ministradas. E para compor suas perguntas, foram utilizados questões do caderno do futuro com base nas diretrizes curriculares para educação básica (2013) e a base nacional comum curricular (2017).

1.2 Justificativa

As dificuldades de aprendizagem são uma preocupação constante para professores, equipe gestora e toda a comunidade escolar e muitos questionamentos são elencados sobre como lidar com cada dificuldade apresentada pelos alunos em sala de aula. Observa-se que uma das grandes dificuldades de aprendizagem dos alunos apresenta-se na disciplina da matemática, na qual, essa área de aprendizagem para muitos é considerada como um tormento e pode contribuir para o fracasso escolar. Silveira (2002), explica que existe um sentido pré-constituído evidenciado na fala dos alunos de que a matemática é difícil, chata e misteriosa.

A matemática para alguns dos estudantes, possui a imagem de ser uma disciplina reprovativa, pois os mesmos possuem o conhecimento da matemática como algo difícil de se entender. Desse modo, muitas crianças vão para as escolas com pouco ou nenhum estímulo devido as dificuldades em aprender a disciplina matemática (SANTOS e OLIVEIRA 2015).

Os educadores devem procurar alternativas para aumentar a motivação da aprendizagem, desenvolver a autoconfiança, a organização, concentração, atenção, raciocínio lógico-dedutivo e o senso cooperativo, desenvolvendo a socialização e aumentando as interações do aluno com outras pessoas (GROENWALD e TIMM, 2010). Nesse sentido, compreender a matemática é necessário, pois pode colaborar no desenvolvimento de novas competências, novos conhecimentos para o desenvolvimento de diferentes tecnologias e linguagens que o mundo globalizado exige das pessoas (BLUMENTHAL, 2002).

A desmotivação é um dos principais pontos negativos para a criança que está em contato com a Matemática. O acúmulo de notas baixas desestimula o aluno, que fixa em seu pensamento que é impossível aprender, assim, o rendimento segue uma linha decrescente, gerando altos índices de reprovação, que são observados no Ensino Fundamental (2º fase) e Ensino Médio. O índice de reprovação nos anos finais (do 6º ao 9º ano) do ensino fundamental, no ano de 2016, ficou em 11,4%, segundo dados do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) e a matemática muito contribui para este elevado índice.

O conteúdo matemático transmitido sem contextualização ou dinamismo recebe pouca ou nenhuma atenção dos educandos, pois os alunos não veem a necessidade de uso imediato no conteúdo lecionado (SANTOS, SANTOS e DINIZ, 2015)

Desse modo, deve-se propor alternativas para motivar os alunos a percebam o quanto a matemática é útil e necessária para sua formação escolar e que ela não é tão difícil de ser aprendida (MORATORI, 2003).

Uma das propostas é utilizar modelagem matemática, onde primeiramente é observado um fenômeno e posteriormente se busca alcançar a solução representando-o com cálculos matemáticos, afim de relacionar o que é abordado com a realidade do aluno (JUNIOR e SOARES, 2012).

Outra alternativa é o uso de aulas temáticas, abordagem de várias mídias incorporadas ao ensino da matemática, para auxiliar na aprendizagem ativa do aluno, de modo que, capture sua atenção, pois já está habituado com essas tecnologias em seu cotidiano (OLIVEIRA e SANTANA, 2015).

Por fim, outra proposta abordada é o lúdico no processo de ensino e aprendizagem matemática, onde existe um consenso que a diversão inserida na aprendizagem proporciona um ambiente gratificante e atraente servindo como estímulo para o desenvolvimento da criança. Com isso no ambiente lúdico, foram criadas brincadeiras pedagógicas, jogos educativos, brinquedotecas e outros materiais (SILVA e ANGELIN, 2017).

Nesse contexto, os jogos digitais educacionais podem criar uma relação entre o contexto matemático e a realidade do estudante de forma interativa (NOGUEIRA *et al*, 2013). Não obstante, com o estabelecimento do currículo oficial matemático como matriz para criação dos jogos, houve tanto um aumento no interesse quanto no índice de aprendizado do estudante em relação aos conteúdos abstratos deste componente curricular (PEREIRA *et al*, 2016).

Os jogos digitais educacionais, segundo Silva (2010), estabelecem a demonstração dos assuntos de forma que sejam melhores explanados, e promovem o desenvolvimento do potencial dos indivíduos em meio a um ambiente que estabelece diversão e farto conteúdo. Com isso, é percebido o possível uso desta ferramenta educacional no aprendizado de diversos conteúdos matemáticos.

É notório o reconhecimento dos professores em relação a facilidade que os jogos digitais educacionais proporcionam em transmitir conhecimento matemático, fazendo com que os alunos resolvam problemas de suma importância para o aprendizado (ARAÚJO *et al*, 2015).

O uso de jogos digitais educacionais voltados para o ensino de conteúdos matemáticos proporciona ao aluno desenvolver o raciocínio crítico, pois ilustra o seu funcionamento de modo dinâmico, propiciando ao aluno se concentrar no assunto devido a visualização dos conteúdos abstratos e com isso perceber a importância em seu aprendizado (EMILIANO, 2015).

1.3 Objetivos

- **Geral**

Desenvolver um jogo digital educacional para reforçar a aprendizagem de conteúdos matemáticos relacionados ao ensino do 2º ao 5º ano do ensino fundamental I.

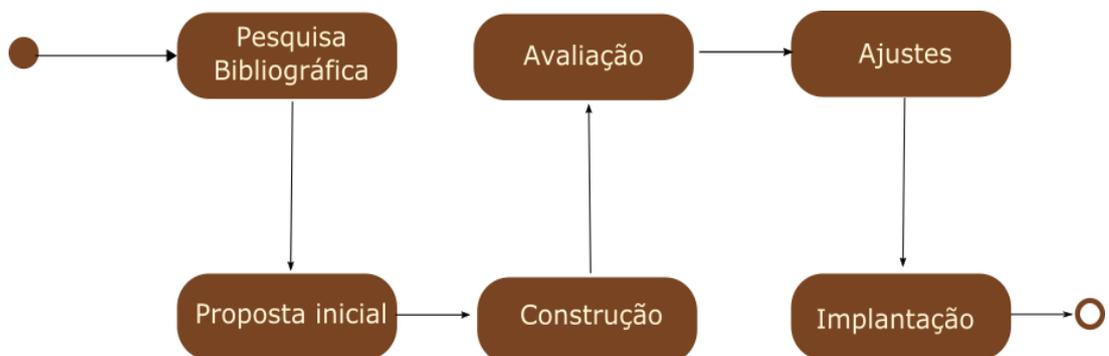
- **Específicos**

- ✓ Definir os requisitos viáveis para o desenvolvimento do *software* e produzir os documentos necessários para a sua construção;
- ✓ Realizar a implementação do *software* utilizando uma *engine* de games que proporcione melhor desenvolvimento;
- ✓ Avaliar o *software* realizando testes com usuários com a finalidade de coletar dados para possíveis ajustes e melhorias.

1.4 Metodologia

A metodologia adotada nesta proposta será dividida em seis etapas, conforme o modelo apresentado abaixo na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia



Fonte: O autor (2018).

Levantamento Bibliográfico: Consiste em realizar pesquisas para compor a fundamentação teórica fornecendo uma estrutura conceitual que dará sustentação ao desenvolvimento do *software*. Nesta etapa as pesquisas foram realizadas em sites, livros, artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso relacionados com o tema;

Proposta Inicial: A partir dos resultados obtidos na etapa anterior, foi definida a proposta do trabalho, que incluem os seguintes tópicos: Lúdico no Ensino da Matemática, Informática na Educação, Game *Engine* e Trabalhos Relacionados;

Construção: Na terceira etapa do projeto será realizada a construção do *software*, baseada no Modelo Cascata. Seguindo essa metodologia, esta proposta seguirá as seguintes etapas:

- **Especificação do Requisitos:** Os requisitos do *software* foram especificados para direcionar o desenvolvimento do jogo;
- **Modelagem:** Documentação que visa melhor estruturação e qualidade do *software*, facilitando o entendimento de como os requisitos elicitados agem no sistema. Astah foi o *software* responsável pela modelagem da aplicação, utilizando a *Unificate Model Language* (UML) para elaboração dos seguintes diagramas: Caso de Uso, Classe e Sequência;
- **Arquitetura:** Para identificar os componentes estruturais da aplicação e os relacionamentos entre eles. Foi utilizado o *software* livre *Inkscape* para elaborar a imagem da arquitetura, pois o mesmo é utilizado para criar desenhos vetoriais e possui ferramentas qualificadas para este processo;
- **Desenvolvimento:** no desenvolvimento do jogo digital educacional foi utilizado o motor gráfico de games *Unity*, juntamente com as linguagens *Csharp*, *SQL*; o editor de imagens *Inkscape*;
- **Testes:** serão realizados durante a fase de desenvolvimento, visto que haja erros após a finalização de cada etapa do *software*, logo deverá ser ajustado.

Avaliação: Foi realizado na escola com professores e alunos. Para isso, foram utilizados dois questionários adaptados do método SUS, um de acordo com cada perfil, com perguntas sobre a usabilidade do jogo.

Ajustes: Após a coleta das documentações oriundas do teste com o jogo, foram feitas correções para entrega da versão final do *software* de acordo com as possíveis melhorias sugeridas pelas mesmas.

Implantação: O *software* foi copiado em dispositivos de mídia para ser introduzido em seus devidos ambientes onde serão utilizados por estudantes e pessoas autorizadas pelas escolas.

1.5 Organização do Trabalho

- **Capítulo 1 – Introdução:** Apresenta os principais aspectos deste trabalho, descrevendo o seu contexto, motivação, justificativa, objetivos, metodologia adotada e a organização do trabalho. Além desta Introdução outro Capítulo compõe este trabalho:
- **Capítulo 2 – Fundamentação Teórica:** Apresenta os principais assuntos relevantes a pesquisa como: O Lúdico no Ensino da Matemática, Informática na Educação, *Game Engine*, e Trabalhos Relacionados.
- **Capítulo 3 – Projeto do Jogo Bubuia:** Este capítulo apresenta os requisitos, regras de negócio e a modelagem do jogo.
- **Capítulo 4 – Implementação do Jogo Bubuia:** Este capítulo apresenta as telas do jogo assim como sua avaliação com alunos e professores.
- **Capítulo 5 – Conclusão e Perspectivas Futuras:** Neste capítulo é apresentado considerações finais, limitações e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceitos Relacionados

2.1.1 O Lúdico no Ensino da Matemática

Atualmente, tem-se percebido diferenças no perfil dos alunos em relação a anos anteriores. Essa mudança pode ser atribuída aos recursos tecnológicos disponíveis e a grande quantidade de informações que as crianças e adolescentes têm acesso diariamente no seu cotidiano (MENDES e TROBIA, 2015). Nesse novo cotidiano as crianças e adolescentes se afastaram de brincadeiras, antes comuns, para diversões restritas à frente do computador ou à tela do celular, onde o contato com outros dar-se apenas por meio da internet.

Segundo Mendes e Trobia (2015), é necessário observar esse novo contexto, no qual os alunos estão inseridos, para que possam ser desenvolvidas metodologias inovadoras, adequadas para construção do conhecimento. Dessa forma, o educador tem como grande desafio estabelecer diferentes estratégias de aprendizagem, capazes de auxiliar os alunos na construção de uma aprendizagem satisfatória (NUNES e SARACENI, 2013). Além disso, é preciso se trabalhar com alunos indiferentes aos conteúdos, desmotivados e desinteressados pelas atividades propostas.

Nesse cenário, surge a oportunidade aos educadores de inserção de atividades lúdicas para auxiliar no ensino e aprendizagem dos alunos. O termo lúdico se origina do latim *ludus* e significa brincar. A ludicidade torna a aula mais motivadora, no sentido de permitir que os alunos aprendam de uma forma diferente, deixando de lado a angústia para adquirirem conhecimento de forma dinâmica e prazerosa, podendo ser por meio de jogos, brinquedos e divertimentos (SANTOS, 2010; VANDRESEN, 2013).

De acordo com Nunes e Saraceni (2013), a inserção do lúdico na sala de aula abre a possibilidade para os alunos se desenvolverem academicamente de variadas formas. No entanto, o educador deve estar atento às metas e objetivos a serem atingidos, pois ao se utilizar o lúdico somente como recreação significa abdicar da sua importância real para o desenvolvimento psicológico, cognitivo, emocional, físico, motor e social da criança. Como citado em Mendes e Trobia (2015), se os recursos não forem bem explorados, a forma tradicional e mecanizada de ensino estará apenas ganhando uma nova roupagem.

Contudo, dentro desse contexto lúdico, os jogos surgem como ferramenta fundamental para que a aprendizagem se desenvolva. Em Piaget (1971), o autor já destacava o jogo como sendo importantíssimo na vida da criança, por meio dele prevalece a assimilação e a apropriação daquilo que se percebe na realidade. Para Friedmann (1966), aprender de forma lúdica com os jogos possibilita uma situação educativa cooperacional e interacional, ou seja, ao jogar executa-se regras e, ao mesmo tempo, desenvolve-se ações de cooperação e interação, benéficas ao convívio em grupo.

Além disso, com os jogos, os alunos ganham a habilidades como, por exemplo: de observar, diferenciar as cores, figuras e formas, autonomia, aceitação do erro e regras (MENDES e TROBIA, 2015). Segundo Vandresen (2013), através do jogo os alunos brincam naturalmente, testam hipóteses, exploram toda sua espontaneidade, utilizando suas potencialidades de maneira integral. Dessa forma, os alunos podem ganhar habilidades em uma das disciplinas com quais sentem mais dificuldade: a matemática.

É perceptível há muito tempo a dificuldade dos alunos em aprenderem os conteúdos de matemática (PASUCH *et al*, 2013). Muitos alunos veem esta disciplina como desinteressante e sem significado. Essa situação pode ser explicada pelo fato de, muitas vezes, os alunos ficarem passivos às aulas, onde cabe ao professor a explicação e ao aluno apenas ouvir e registrar (MENDES e TROBIA, 2015). Cabe ao educador a busca pela origem e pelo significado dos conteúdos trabalhados, além da utilização de métodos dinâmicos no decorrer das aulas. Desse modo, fazer com que os alunos descubram o sentido no que aprendem.

Diante das dificuldades apresentadas pelos alunos nas aulas de matemática, as quais resultam em maus desempenhos escolares – com altos índices de notas baixas, recuperações e repetências – o uso de jogos pode ser utilizado como ferramenta na assimilação dos conhecimentos. Segundo Smole *et al* (2007), durante o jogo os alunos têm a chance de resolver problemas, investigar e descobrir a melhor jogada, refletir, analisar as regras e, dessa forma, estabelecer relações entre os elementos jogo e os conceitos matemáticos.

Portanto, percebe-se que a integração dos jogos ao modo de ensinar matemática para os alunos é uma forma de tornar o ensino e aprendizado mais agradável e eficiente. Os jogos, somados a uma boa orientação dos educadores, podem de fato auxiliar como mais facilidade as habilidades dos alunos.

2.1.2 Informática na Educação

A sociedade atual tem em seu cotidiano uma variedade notável de inovações tecnológicas, estas que são geradas constantemente e em escala admirável. Tais acontecimentos são observados em todo o globo, agindo de forma significativa em todas as áreas. Uma área entre várias, que por sua vez vem se inserido nesse ambiente com a inclusão das tecnologias na escola, é a informática na educação (JUNGES e ORLOVISK, 2014).

Em meio a pesquisas realizadas por Tavares (2001), foi constatado que a informática na educação pode ser compreendida como apropriação das ferramentas da informática pela educação escolar, isto é, a informática sendo utilizada de forma cotidiana no apoio ao processo de ensino aprendizagem.

A utilização das novas tecnologias no meio educacional, como ferramentas para facilitar o processo pedagógico, contribui grandemente na prática escolar em qualquer nível de ensino, devido a informática na educação ser uma das áreas mais importantes no meio educacional (MATTEI, 2001).

Nos últimos anos tem se observado o surgimento de muitas publicações relacionadas a informática na educação como ferramenta ou metodologia para melhoria do ensino. Há várias discussões impressas e virtuais sobre este tema, onde muitos destes possuem qualidade notável (SANTOS *et al*, 2012).

Em meio inúmeras publicações, é observado que a inserção informática na educação é justificada por seus benefícios gerados na sociedade contemporânea, tanto no profissional, como no social, e a escola sendo formadora das premissas comportamentais e do conhecimento humano não pode ser excluído de tal realidade (JUNGES e ORLOVISK, 2014).

Com as tecnologias computacionais sendo cada vez mais incorporadas nas escolas, o uso da informática na educação não consiste apenas no ensino de técnicas para manipulação do computador juntamente com suas demais ferramentas aos professores e alunos, no entanto deve-se utilizar como recurso que auxilie no processo de ensino e aprendizagem incrementando o conhecimento, a criatividade e a interação, de modo que, facilite a compreensão e resolução de problemas avaliando o seu significado (FUGIMOTO, 2014).

Para Silva (2012) os dispositivos informáticos na educação tem se mostrado importante para aprendizagem no âmbito da sociedade atual. Durante anos pode se observar

vários acontecimentos importantes que fortalecem a ferramenta computacional como adequada para auxiliar ao professor no ensino, ampliando as formas de observar os conteúdos que apenas se limitavam a lousa juntamente com o caderno, fornecendo assim inúmeras possibilidades para melhoria do processo de ensino aprendido.

Silva (2012) enfatiza que a própria informática na educação proporciona aos seus participantes situações em que o processo de ensino aprendizagem torne-se mais atrativo, fazendo com que o estudante desenvolva sua criatividade de forma agradável, resultando em um aprendizado significativo.

É possível afirmar que a informática educativa se apresenta como atividade motivadora do processo de ensino aprendizagem, proporcionando aos seus participantes sair do modelo educacional habitual, possuindo o estudante como buscador ativo da informação e o professor como mediador em uma relação mutua de ensino e aprendizagem (JUNIOR 2015).

Na aprendizagem, as ferramentas tecnológicas na educação aperfeiçoam a prática docente fornecendo suporte de inúmeros modos: com o uso de *softwares* educacionais, pesquisas de conteúdos científicos na internet, simulações, além de outros aplicativos que ajudam aos alunos melhor assimilarem os conteúdos (MUELLER, 2013).

Outro benefício que a tecnologia na educação proporciona, é o sentido transmitido em relação ao ensino de conteúdos para os alunos, fazendo com que o professor não seja o único no processo de transmissão de conhecimento. Além de, possuir fatores externos que contribuem para a formação crítica e reflexiva do indivíduo (JUNIOR, 2015).

Nesse sentido, a informática na educação reuni atributos da educação formal com outros da não formal, explorando de modo benéfico os aspectos práticos do meio informal em conjunto com as teorias mais gerais do meio acadêmico (ROCHA, 2008).

Mesmo a informática na educação possuindo em conjunto aspectos práticos do meio formal e informal, para que este se realize com maior aproveitamento é preciso levar em consideração a proposta da escola em relação ao ensino, pois todos os envolvidos no projeto pedagógico educacional devem propor uma matriz de conteúdos para utilização da informática no ensino, considerando o interesse e exigências das partes envolvidas, tanto a comunidade como a sociedade (NASCIMENTO, 2013).

De acordo com Costa (2009), a partir de discussões e análises na sua pesquisa concluiu que em meio ao planejamento do projeto pedagógico relacionado a informática na educação, deve-se valorizar o ser humano em um processo de inclusão social, proporcionando ao aluno um ambiente de respeito e valorização. Com isso, as ferramentas computacionais possuem em si a forma de aprendiz e o estudante por sua vez mostrará o seu lado professor. Isso faz com que o próprio indivíduo aprenda com suas descobertas, críticas e reflexões. Ainda, adquire-se o conhecimento de se próprio, limites e capacidades, onde possibilita melhor elaboração do caminho para sua aprendizagem.

2.1.2.1 Software Educacional

Um *software* é considerado educacional quando possui a finalidade de proporcionar suporte ao processo de ensino aprendizagem (GOUVEA e NAKAMOTO, 2015). Sendo utilizado como uma ferramenta que proporcione aos alunos ampliarem seu conhecimento, de modo que sejam considerados importantes os conceitos prévios juntamente com o conhecimento que o educador almeja ser obtido pelo aluno (ZARDINI, 2009).

Toledo (2015), define o *software* educacional como uma ferramenta que visa ajudar no processo de ensino aprendizagem dos diversos conteúdo a serem ensinados. Sendo extremamente útil, de forma que o aluno se torne espontâneo na obtenção de conhecimento com sua intermediação realizada pelo professor.

Segundo Bona (2009), há muitos *softwares* educacionais disponíveis para serem utilizados de modo que proporcione vantagens ao processo de ensino aprendizagem, além de contribuir como alternativa que auxilie significativamente a didática do agente transmissor do ensino. Estes *softwares* podem ser utilizados nas mais distintas formas como virtualizações que verificam inúmeras alternativas para melhor aproveitamento desses sistemas, além de aguçar o raciocínio lógico, favorecendo ao aluno utilizar suas características na obtenção de conhecimento juntamente com seus limites.

Os *softwares* educacionais utilizados de modo pedagógico impulsionam o aluno no processo de construção de conhecimento, pois ele estimula a capacidade de resolução de problemas, busca, silogismo racional, controle de dados, desenvolvimento de novas redes neurais, entre outros (GOUVEA e NAKAMOTO, 2015).

Bernardi (2010), destaca que através do *software* educacional assuntos como percepção, leitura e escrita, juntamente com o silogismo racional matemático podem ser melhores estimulados, criando resultados interessantes.

Aprofundando um pouco mais nos *softwares* educacionais, eles oportunizam diversos experimentos com crianças nas diferentes faixas de idade. De modo que, o ambiente de aprendizagem seja conduzido proporcionando a diversão, resolução de problemas, formação da indagação ativa e melhora da tomada de decisão. Com isso, desenvolvem a capacidade autodidata, pois por si apresentam possíveis soluções, comparam dados, raciocinam de forma crítica sobre todas suas ações e a partir disso tomam novas decisões melhorando o seu processo de formação de conhecimento (BERNARDI, 2010).

Segundo Abreu (2011), há vários tipos de *softwares* educacionais que tornam mais explícitos os assuntos relacionados ao ensino e promovem a maior autonomia do aluno no aprendizado. Eles podem ser classificados como (GOUVEA e NAKAMOTO, 2003):

- **Tutoriais:** é um *software* que apresenta os conteúdos em uma sequência formulada didaticamente. Em Morais (2003), esse tipo de ferramenta é importante pelo motivo de usar animações, sons entre outros fatores se distinguindo ao método tradicional de ensino, no qual o professor utiliza lousa e objetos rotineiros. Apesar de ser uma boa ferramenta, ela não possui tantos atributos que promovam a mesma desenvoltura dos demais *softwares* educacionais, como no caso de uma interação onde o aluno não pode inserir suas soluções, de modo que sua resposta seja analisada retornando o resultado (MORAIS 2003);
- **Modelagens e Simulações:** é a representação virtual de um fenômeno real (simulação), onde estes podem ser criados pelos alunos (modelagem). Essa opção proporcionar maior interação com seus participantes, fazendo com que eles insiram dados para assim terem os resultados de acordo com as informações inseridas. Com a utilização da simulação o estudante poderá testar o experimento, inserir valores e obter os resultados de modo simultâneo, com isso ele observa que cada diferença na inserção de seus dados irá modificar o resultado do experimento, e conseqüentemente, sua aprendizagem será facilitada por meio da diversão e praticidade. O usuário que manipula ferramentas dessa categoria tem sua motivação elevada positivamente, sendo que o aluno deixa de ser uma entidade passiva na construção de conhecimento

entendendo como é procedido a resolução do problema abordado no objeto de ensino (MORAIS, 2003);

- **Jogos:** consiste na utilização de desafios em conjunto com entretenimento fornecidos ao usuário, onde também pode ser ativado o instinto competitivo, por haver concorrentes físicos ou virtuais (jogador criado através de inteligência artificial). Nesse tipo de entretenimento o participante para que alcance seu objetivo, seja vencer o adversário ou não, pratica por meio de tentativa e erro o desenvolvimento de novas técnicas, aumentando em si sua capacidade de raciocinar, planejar, tomar decisões cada vez mais rápido e ainda aprender de forma facilitada sobre os conteúdos educacionais abordados no jogo sempre possuindo o apoio do professor;
- **Programação:** o aluno pesquisa primeiramente sobre os conteúdos, relacionados ao ensino, que são utilizados para programar o computador de acordo com o que foi abordado, e em sua criação utiliza-se estratégias e técnicas para facilitar o processo;
- **Processador de texto:** *software* com a finalidade de formatar textos inseridos por alunos e demais usuários, o objeto virtual em si retorna resultado da formatação e não da análise das informações utilizadas;

Quando se utiliza *software* educacional o que se deve observar é exatamente sua classificação de acordo com seu propósito. O seu uso promove muitas vantagens para os professores e alunos. No caso do professor, este pode observar a desenvoltura do aluno na resolução do problema, analisando a forma de raciocinar, além de averiguar os possíveis erros gerados em suas tentativas (ABREU, 2011).

Os vários tipos de *softwares* educacionais são percebidos pela quantidade significativa de opções disponíveis para o processo de ensino aprendizagem. Esta amplifica as formas de obtenção de conhecimento por meio tecnológico (TOLEDO, 2015). Segundo Morais (2003), um fator que pode ser considerado importante é a diferença entre o *software* educacional e aqueles que possuem apenas finalidades mercadológicas. Algumas características que diferem um *software* educacional dos demais são:

- A fundamentação utilizada para o desenvolvimento é inteiramente pedagógica;
- Deve possuir finalidade educacional, pois permite ao aluno desenvolver seu conhecimento e demais habilidades cognitivas;
- A interação deve ser facilitada, de modo que o usuário não precise de muitos fundamentos computacionais para utilizar a aplicação;

- Sempre verificar e utilizar as técnicas e ferramentas mais atuais que contribuem para a criação de melhores imagens, sons, efeitos entre outros fatores que promovem o aumento do interesse no aluno por meio do *software*.

2.1.2.2 Jogos Digitais Educacionais

Os jogos digitais educacionais são definidos por Arruda (2011), como ramificações dos *softwares* educacionais que promovem um ambiente rico, onde possibilitam com que o aluno se interesse nos conteúdos curriculares inseridos, além de desenvolver seu raciocínio lógico, sua crítica e estratégias que lhe permitem avançar no jogo.

Para Savi (2011), um jogo digital educacional (JDE) tem o propósito bem definido e motiva os alunos estudarem os conteúdos associados ao currículo escolar, por meio do desafio lúdico que o jogo proporciona aos seus usuários.

Entretanto, há várias características que propuseram os JDEs como motivadores do aprendizado são a curiosidade, a fantasia e o desafio. Eles tendem a estabelecer poucos resultados não determinados e quando previstos possuem suma importância. Oportuniza aos alunos utilizarem o raciocínio e a organização estratégica no planejamento, oferecendo uma resolução mais interessante dos exercícios (SILVEIRA, RANGEL E CIRÍACO, 2012).

Ribeiro *et al* (2015), ressalta o valor que os JDEs vêm ganhando no âmbito de ensino. Devido ao crescimento de pesquisas e publicações, no meio acadêmico, abordando este assunto em 10 anos no Brasil, atendendo o período de 2004 a 2014.

Estas ferramentas educacionais ainda são tratadas com novidades no ambiente de ensino, seja pela sua escassez em uma área determinada de abrangência, ou seja, por falta de conhecimento em relação ao seu uso neste campo (RIBEIRO *et al.*, 2015).

Mesmo que seja uma novidade, os JDEs quando incorporados na escola, estimulam a aprendizagem dos conteúdos ensinados. Os alunos ao interagir com os jogos digitais aumentam perceptivelmente o seu interesse, favorecendo o desenvolvimento eficaz de sua capacidade de raciocinar, além da obtenção de conhecimento por meio lúdico, abrangendo as atividades dos jogadores em ambiente distinto ao tradicional (SILVEIRA, RANGEL E CIRÍACO, 2012).

Esta classe de *software* de ensino como boa alternativa para as escolas explícita melhor dinâmica e interação nas atividades educativas, e possui o propósito de fomentar no

aluno o interesse para buscar as informações interligadas ao jogo (Sobrinho *et al* 2016). Os JDEs fomentam diversos benefícios intrínsecos no processo educacional, como (Savi e Ubrich, 2008):

- **Efeito Motivador:** Os JDEs devido suas características intrínsecas permite com que o jogador se divirta e aprenda ao mesmo tempo em que incentiva a aprender;
- **Facilitador de Aprendizado:** Em qualquer área que é utilizado facilita a absorção de conteúdo;
- **Desenvolvimento de Habilidade Cognitiva:** a medida em que o usuário joga, ele tende a criar estratégias na tentativa de solucionar os desafios, melhorando sua capacidade intelectual;
- **Aprendizado por Descoberta:** Permite com que o sacie sua curiosidade sendo um explorador, buscando informações, interagindo e realizando experimentações;
- **Experiência de novas Identidades:** múltiplas identidades são vivenciadas por quem joga, pode ser um viajante, investigador entre outros; ainda realiza a façanha de vivenciar mundos e realidades distintas;
- **Socialização:** Em um jogo os usuários podem relacionar com outros participantes de maneira cooperativa ou por meio de competição;
- **Coordenação Motora:** Determinadas classes de jogos necessitam com que seus usuários realizem movimentos em uma tarefa ou desafio no jogo, ocasionando o melhor no desenvolvimento motor;
- **Comportamento Expert:** Jovens que jogam constantemente se tornam melhores no que o jogo propõe. Isso presume que os jogos podem tornar seus usuários melhores nos temas abordados;

Para que seja melhor aproveitado, o professor deve ter cautela na utilização da ferramenta, onde não seja caracterizada como uma simples diversão sem a finalidade de oferecer a aprendizagem dos conteúdos curriculares. Assim, deve-se atentar as informações providas pelos JDEs (MATTAR, 2010).

Todavia sendo aplicados com características metodológicas, acarreta na criação de um ambiente que aproxima e melhora a relação entre alunos de uma mesma sala de aula, onde é realizado o encontro entre o real e o imaginário, obtendo-se como resultado levantamento de questões, debates entre alunos e educadores, alunos e alunos, etc. (MATTAR, 2010).

Em meio a melhor relação no ambiente de ensino, para que se tenha um bom jogo digital educacional com intenção de atrair o interesse dos alunos e estabelecer maior qualidade no aprendizado, Medeiros e Schimiguel (2012) propõe uma avaliação baseada em alguns critérios do método LORI (*Learning Object Review Instrument*) juntamente com GameFlow. São eles:

- **Qualidade do Conteúdo:** Apresentar as ideias do jogo de modo equilibrado e verídico com a quantidade necessária de detalhes, destacando as partes mais significantes;
- **Alinhamento do Objetivo da Aprendizagem:** Metas de aprendizagem bem alinhadas com características dos alunos, atividades e avaliações;
- **Motivação:** Possibilitar no jogador a motivação e o interesse;
- **Imersão:** Fazer com que o jogador se envolva profundamente no jogo;
- **Objetivos Claros:** Metas e objetivos do jogo devem ser bem definidos e explícitos;
- **FeedBack e Adaptação:** O jogo deve possuir retorno de informações tanto positivas quanto negativas de acordo com a interação do jogador.
- **Apresentação:** Informação abordada com formato visual;
- **Interação Social:** Dispõe de meios para interação entre jogadores;
- **Reusabilidade:** possibilita o uso em contextos de aprendizagem distintos e com alunos de diferentes interesses e faixas etárias.

Assim Poeta e Geller (2014), afirmam que os JDEs como proposta bem definida e metodologia adequada no processo de ensino aprendizagem, contribui exponencialmente na explanação dos assuntos curriculares na sala de aula, além de facilitar a criação de associações mentais e interações sociais.

2.1.3 Game Engine

É observado notável aumento na produção e venda de jogos digitais no mercado atual. Um jogo virtual possui caráter interativo independente de sua plataforma e para que seja criado são utilizadas ferramentas que viabilizam o seu desenvolvimento. Uma entre as ferramentas utilizadas para auxiliar na criação dos jogos digitais é a *Game Engine* (GE) (TORI, 2006).

Nesse contexto, uma GE (Motor de Jogo) consiste em vários *softwares* reutilizáveis compactados em uma única ferramenta que possibilita o desenvolvimento simplificado de jogos e aplicações com menores riscos para os desenvolvedores (SILVA e MACEDO ,2009).

Para Sonaglio, Accordi e Antunes (2016), uma *Game Engine* é entendida como um *software* utilizado para desenvolver jogos, experimentos virtuais e demais aplicativos. O seu funcionamento possui como base acelerar e facilitar maior parte do processo de criação. Segundo Silva e Macedo (2009), esse tipo de sistema tem em si o objetivo de facilitar a interação do usuário, promovendo a abstração dos níveis mais baixos de dados por meio de interfaces que transmitem boa assimilação em seu uso.

Nesse sentido, Vieira (2005), diz que a GE é considerada uma ferramenta fundamental para criação de jogos, pois ele gerencia todas as mídias envolvidas no processo de desenvolvimento. Permite ao desenvolvedor se concentrar em soluções de problemas lógicos para realizar determinados movimentos e efeitos do jogo, além de trabalhar na interface e sonoridade adequada.

Segundo Clua e Bittencourt (2004), uma GE possui componentes essenciais para melhorar a organização e facilitar o processo de desenvolvimento de jogos, são eles:

- **Engine Core:** É considerado o elemento principal do motor, através dele pode-se manipular todos os objetos do jogo (desde cenários, personagens e elementos constituintes dos cenários), compilar e gerar os resultados da imagem, interpretar as entradas de dados acionadas pelo usuário;
- **Engine SDK:** se for alterado algum dado na *Engine SDK* será modificado o modo como a *engine core* manipula seus dados, pois este é o código fonte. Só pode ser adquirido por meio de compra há um valor muito elevado. É presado por ser o componente mais protegido de uma GE. Sem esta ferramenta o desenvolvimento de jogos possuirá limitações, no entanto, em determinadas aplicações não será necessária;
- **Level Editors:** este componente permite a unificação de modelos 3d e imagens exportadas por vários *softwares*. Os objetos exportados são relacionados a códigos (Uma linguagem de programação), onde a partir destes podem realizar algumas façanhas como movimentar-se; dependendo do *Level Editor* também há possibilidade de criar modelos 3D;
- **Conversores/ Exportadores:** Muitos programas utilizados para desenvolvimento como editores de música, imagens e jogos permitem a exportação de arquivos de

acordo com determinados formatos em que o *software* foi projetado para exportar. Além de exportar eles também convertem determinados arquivos para que possam ser utilizados em plataformas específicas. Com isso, o agente que faz parte de uma equipe ou não de criação de jogos pode gerar seus modelos, imagens e sons no *software* de sua preferência, e no fim importar no programa principal para incrementar o jogo;

- **Linguagem de Script:** é uma linguagem de programação utilizado para desenvolver a inteligência artificial do jogo, isso significa dar vida aos objetos que estão no *level editor*. Algumas GEs possuem linguagens de programação próprias que se assimilam as convencionais Java, Csharp, C++, Lua entre outras;
- **Engine de Renderização:** é responsável por realizar o posicionamento e demonstrar cores de um objeto por meios de coordenadas cartesianas a serem visualizados por uma tela. Os dados que um jogo guarda de um objeto são suas posições dimensionais no espaço, cores, formato, iluminação, textura do objeto; e todas essas informações são unificadas em um só modelo;
- **Engine de Física:** um jogo só pode se comparar a realidade através da representação de fenômenos de modo virtual regidos por leis da física. Essas leis limitam e regem a interação entre os elementos do jogo. Para que as leis da física sejam obedecidas na representação virtual, existe o motor de física, onde são definidas os valores e cálculos da velocidade, gravidade, massa que um objeto possui. Este possui também como finalidade realizar a detecção de colisões, não permitindo que um personagem atravessasse paredes e demais objetos.
- **Engine de Som:** esse elemento possibilita a gerência dos arquivos de áudio. Controla o som de cada objeto de jogo, o volume, o som ambiente e individual, além de alguns efeitos de sonorização e
- **Engine de Inteligencia Artificial:** os personagens não controlados de um jogo possuem a representação de inteligência artificial por meio de máquinas de estados. Os algoritmos de estados ativam determinados eventos de acordo com cada situação de movimento que o objeto se encontra.

De acordo com Coutinho *et al* (2013), uma GE mesmo que possua todos os aparatos facilitadores, para que seja escolhida deve conter aspectos relacionados ao jogo a ser desenvolvido. Para realizar a escolha de uma GE pode ser levado em consideração alguns fatores (CLUA e BITTENCOURT 2004):

- **Orçamento:** Há várias GEs que variam seu preço de acordo com as ferramentas disponibilizadas, onde pode variar de U\$ 100 a U\$ 1 Milhão. Os de maior custo possuem inúmeros componentes refinados e suporte de equipe técnica do início ao fim do desenvolvimento, onde é gerado melhor resultado;
- **Tipo de jogo:** Algumas *Engines* possuem atributos que atendem o desenvolvimento de várias categorias de jogos, no entanto, a maioria é desenvolvida com propósito de atender tipos específicos de jogos. Por exemplo *Engine* para criação de jogos de ação, tabuleiro, tiro;
- **Milestones:** O tempo gerado no processo de desenvolvimento de um jogo é extremamente importante. Por isso há GEs que possuem bibliotecas mais robustas com atributos que aceleram o processo de desenvolvimento, mas consequentemente são utilizados padrões que não permitem o *software* se diferenciar tanto dos demais já criados pelo sistema utilizado;
- **Plataforma:** um jogo pode ser desenvolvido para determinadas plataformas como, *Web, Android, GNU/ Linux, Playstation, Windows* entre outras. Nesse caso é fundamental escolher a *engine* que suporte a plataforma para onde será desenvolvido a aplicação;
- **Documentação:** O desenvolvedor deverá analisar a documentação relacionada com o *software* de desenvolvimento, já que devido a limitação da mesma ocasionará dificuldades no trabalho do agente criador de games;
- **Ferramentas Disponíveis:** cada *engine* possui seu próprio gerenciador de som, *level editor* e linguagem de programação, exportadores e importadores. O utilizador deve analisar esse programa de acordo com editores que fazem parte do processo de desenvolvimento, para que um arquivo criado por um modelador 3d seja aceito pela *engine* escolhida.

Há ferramentas utilizadas para a criação de jogos disponíveis no mercado tanto com distribuição livre, híbrida ou totalmente paga; duas dentre estas são: *Unity* e *Unreal Engine Development Kit (UDK)*.

2.1.3.1 Unity

De acordo com Silva, Lopes e Carvalho (2016), *Unity* é uma *GE* criada pela *Unity Technologies*. Esta plataforma oferece atributos prontos para que os desenvolvedores foquem apenas em funcionalidades do jogo, além de conter diversos mecanismos para criação de todas as categorias de jogos.

A *Unity* é imensamente popular e se enquadra entre as quatro *Game Engines* mais utilizadas em desenvolvimento de jogos. Cerca de 770 milhões de jogadores usufruem das aplicações de entretenimento criadas pela plataforma. Os aplicativos fornecidos pela *Unity* também se encontram em plataformas móveis, que por sua vez são executados em 1.7 bilhões de dispositivos atualmente (SILVA, LOPES e CARVALHO 2016).

Sua popularidade é justificada, a *Unity* possibilita desenvolver jogos com notável qualidade tanto em 2D quanto 3D. Sendo uma Plataforma de alto desempenho, ela possui componentes de última geração em termos de iluminação, gerador de física, terrenos, renderização, partículas, suporte de programação, *game controller*, animação (XAVIER, 2011).

Nela o desenvolvimento de caráter profissional se torna mais ágil, diminuído em até 50% do tempo e esforço que seria gasto caso o desenvolvedor tivesse de codificar todas as físicas, processo de iluminação, interação e animação a partir do zero (MORIBE, 2012).

Por outro lado, editor contido nesta *GE* é altamente eficaz, com ele pode-se modificar, importar, mover objetos gerados por diversas plataformas e realizar outras atividades. Permite ao jogo ser executado antes de gerar a versão final, permitindo-se a manipulação dos objetos de cena em execução, onde é verificado o melhor posicionamento e possíveis erros tornando facilitada sua correção em tempo real (XAVIER 2011).

Outro fator importante que faz a *Unity* ser escolhida por equipes de desenvolvimento é a loja virtual disponibilizada pela *Unity Technologies*, onde se encontra vários arquivos que podem ser utilizados nos projetos como *scripts*, objetos de cena, áudios, personagens, entre outros; alguns deles pagos e outros gratuitos (SILVA, LOPES e CARVALHO 2016).

Com isso, a *Game Engine Unity* é considerada uma ótima ferramenta para auxiliar equipes, profissionais ou amadoras, no desenvolvimento jogos, onde diminui o tempo esforço no processo de criação e exporta para diversas plataformas.

2.1.3.2 UDK (Unreal Development Kit)

Criada em 2010 derivada da *Unreal 3* é uma *Game Engine* com licenciamento *free* para estudantes ou projetos sem fins lucrativos na área de desenvolvimento de jogos digitais. Qualquer pessoa pode adquirir a ferramenta e utilizá-la sem pagar qualquer valor, a não ser que o objeto seja desenvolvido com propósito comercial ou sua logo que aparece ao iniciar o jogo seja retirada, com isso deverá pagar 25% (vinte e cinco por cento) em royalties. Estas informações estão disponíveis no licenciamento, onde aparece logo que o agente responsável por baixar a UDK realiza sua instalação (MARQUES, 2015).

Figura 2 - Logo UDK



Fonte: Epic Games.

Segundo Petry *et al.* (2012), a UDK possui características técnicas e conceituais onde é provido a estruturação para um desenvolvimento de qualidade, mesmo com sua liberação para distribuição gratuita, preserva suas funcionalidades dentro dos requisitos do escopo profissional internacional e algumas entre as principais vantagens que esta ferramenta proporciona para um bom desenvolvimento são (THORN, 2011):

- **Acessível:** qualquer pessoa pode aprender a utilizar a ferramenta sem conhecimento prévio de programação, e os atributos da UDK são mais intuitivos do que de outra *GE*;
- **Rápida:** o resultado do trabalho pode ser visto antes mesmo de gerar o resultado final, pois o desenvolvedor pode clicar em *play from here* para que o jogo seja executado em meio ao ambiente que está sendo desenvolvido;
- **Poderosa:** possui sistemas auxiliares como iluminação de ótima qualidade, editor de partículas (pode ser usado para criar chuvas entre outros fenômenos) e editores de material (Edição de cores aplicados a um objeto);

- **Suporta vários Formatos:** é suportado pela UDK formatos de sons, imagens bidimensionais e modelos tridimensionais amplamente utilizados na indústria como fbx, png, tga, wav, dae entre outros. Isto faz com que o desenvolvedor ganhe tempo não precisando converter arquivos para incluir na plataforma;
- **Foco na Criação de Games:** O desenvolvedor foca seu trabalho apenas na criação do jogo, onde a UDK é uma ferramenta completa que reduz significativamente o trabalho devido aos seus valorosos componentes contidos.

2.2 Trabalhos Relacionados

As seguintes publicações científicas demonstram resultados significativos relacionados com o tema abordado por este trabalho, são eles: Santos *et al.* (2017), Henrique *et al.* (2015), Neto e Fonseca (2013), Sobrinho *et al.* (2016) e Madeira *et al.* (2015). Estes são descritos abaixo.

2.2.1 Santos *et al.* (2017)

O trabalho de Santos *et al.* (2017) descreve sobre um jogo digital educacional “Desafios com palitos”, pode ser visto na Figura 3, desenvolvido com a finalidade de ensinar conceitos específicos relacionados ao ensino da matemática.

Figura 3 - Exemplo de telas do jogo Desafio com Palitos



Fonte: Santos *et al.* (2017).

Esta foi uma proposta apresentada por alunos de Graduação, Mestrado, Doutorado, juntamente com professores de Matemática, Agentes da computação e Psicologia da

Universidade de Pernambuco e Universidade Federal de Alagoas como projeto de pesquisa e extensão com sua realização referente ao ano de 2012 a 2015 (SANTOS *et al.* 2017).

O desenvolvimento dividiu-se em duas fases: prototipação e implementação. Após a criação do protótipo, que seguiu o princípio da teoria cognitiva, ocorreu análise de como seria o programa para que não houvesse excesso de imagens ocasionando o desconforto visual, além de facilitar a interação do usuário com o jogo e a memorização dos objetos da interface. Já na implementação foi realizada uma pesquisa para escolha da GE, onde devido aos seus atributos a que melhor atendeu este jogo foi a *Construct2*; e o processo de implementação utilizado foi o interativo por sua dinamicidade (SANTOS *et al.* 2017).

Na avaliação realizada pelos pesquisadores foi observado que as informações de aprendizagem transmitidas pelo jogo foram entendidas, assim como algumas características funcionais e de usabilidade foram bem aceitas (SANTOS *et al.* 2017).

O trabalho relacionado tem como foco o exercício do raciocínio lógico, conversão de valores e algorismos romanos, este trabalho se distingue por reforçar no aprendizado de um pacote mais temas matemáticos classificados por ano, do 2º (segundo) ao 5º (quinto ano).

2.2.2 Henrique *et al.* (2015)

O trabalho de Henrique *et al.* (2015), apresenta o jogo digital educacional “Tabuada da Velha”, possui como objetivo reforçar o aprendizado das operações matemáticas: Adição e Subtração, como pode ser visto na Figura 4

Figura 4 - Tela de dicas do jogo Tabuada da Velha



Fonte: Henrique *et al.* (2015).

Em seu processo de desenvolvimento foi utilizado uma adaptação do método ágil *Scrum*, onde a entrega de pacotes foi feita semanalmente. As ferramentas utilizadas foram *Construct2* por permitir a criação de jogos em HTML5, Plugin Ajax (*Asynchronous Javascript And XML*) para comunicação com banco de dados e PHP para envio e retorno de dados entre *Construct 2* e banco de dados (HENRIQUE *et al.* 2015).

Desse modo, é tido como resultado o jogo tabuada da velha que possui característica similares ao jogo da velha habitual. Para alcançar o objetivo do jogo deve-se juntar três elementos de mesma cor na horizontal, vertical ou diagonal produzindo uma soma ou subtração, e para que este esteja correto a união das peças deve conter o mesmo valor do objeto que ficará no tabuleiro, se não é contado um erro e a peça volta ao seu lugar (HENRIQUE *et al.* 2015).

O trabalho apresentado possui como foco, reforçar o ensino da adição e subtração. Já o este trabalho possui como elemento diferenciador a abordagem de um pacote de temas matemáticos que vão além da adição e subtração, sendo dividido em categorias do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano.

2.2.3 Neto e Fonseca (2013)

O trabalho proposto por Neto e Fonseca (2013), é um JDE para *smartphones* baseado na literatura brasileira “O Homem que Calculava”, onde o personagem resolve tarefas matemáticas ao longo de sua jornada. Com isso o jogador tende a solucionar problemas matemáticos de modo diferente do tradicional, mostrado na Figura 5.

Seu desenvolvimento do foi dividido em quatro etapas: Análise e Planejamento, Modelagem do Jogo, Implementação e Testes. A plataforma *Android* foi utilizada para o desenvolvimento, pela sua popularidade entre desenvolvedores e fácil distribuição, visto que o jogo pode ser exportado para diversos *smartphones* (NETO e FONSECA 2013).

Os resultados obtidos com a criação do jogo, após feito a análise em 16 alunos (quatro do oitavo ano ensino fundamental e 12 do primeiro ano do ensino médio), foram a motivação, facilidade em utilizar o *software*, assimilação dos conteúdos propostos e a possibilidade de jogar em qualquer lugar por dispositivos móveis *Android* (NETO e FONSECA 2013).

Figura 5 - Divisão dos 35 camelos



Fonte: Neto e Fonseca (2013).

O trabalho apresentado possui como foco a aprendizagem de conteúdos matemáticos abordados na literatura o homem que calculava. Por sua vez, o presente trabalho (Bubuaia) possui como intuito reforçar o aprendizado de um pacote de conteúdos matemáticos do ensino fundamental I, do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano.

2.2.4 Sobrinho *et al.* (2016)

O trabalho proposto por Sobrinho *et al.* (2016), apresenta o JDE “Serra Pelada”, mostrado na Figura 6, criado com base na matriz curricular matemática do 9º (nono) ano para auxiliar o aprendizado lúdico de formas geométricas.

Figura 6 - Tela inicial do jogo Serra Pelada



Fonte: Sobrinho *et al.* (2016).

Segundo Sobrinho *et al.* (2016), o game Serra Pelada é classificado como jogo de plataforma baseado em Puzzles, onde mostra a vida de um personagem paraense chamado Marajoara que sai de seu estado a procura do ouro de Serra Pelada. Para atingir o objetivo do jogo o personagem deve achar o ouro e ficar rico. Com isso, passa por vários desafios e para solucioná-los deve utilizar o conhecimento referentes a formas geométricas e ângulos aprendidos em sala de aula.

Em seu desenvolvimento foi utilizado a GE *Unity* por possuir componentes facilitadores do processo, onde foram montados todos os cenários a partir de imagens exportadas. Na criação dos personagens e objetos componentes dos cenários foram utilizados editores de imagens *Inkscape* e *Gimp*, ambos *softwares* livres. A linguagem de programação orientada a objetos utilizada para dar vida ao jogo, onde é criada todas as interações e movimentos de objetos foi C# (Csharp) (SOBRINHO *et al.* 2016).

Com avaliação do jogo realizada por alunos do 9º (nono) ano da escola Anisio Teixeira na cidade de Marabá-PA, constatou-se a melhora no processo de ensino e aprendizagem referentes geometria com o auxílio do JDE.

O trabalho proposto por Sobrinho *et al.* tem como objetivo auxiliar o aprendizado lúdico de formas geométricas e seus ângulos para alunos do 9º (nono) ano. Por sua vez, o presente trabalho (Bubuia) possui como intuito reforçar o aprendizado de um pacote de conteúdos matemáticos do ensino fundamental I, do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano..

2.2.5 Madeira *et al.* (2015)

O trabalho de Madeira *et al.* (2015), apresenta o jogo “Mathmare”, como mostra a Figura 7, consiste em auxiliar o aprendizado matemático de conteúdos referentes ao ensino médio de forma lúdica.

O jogo descreve a história de um garoto chamado Dave Laze que não percebia ter sentido em aprender matemática, mas em um determinado dia acorda em um jogo no qual precisa utilizar seu raciocínio lógico-matemático para derrotar seus inimigos, já que não possui poderes (MADEIRA *et al.* 2015).

Para que o jogo fosse desenvolvido realizou-se uma pesquisa bibliográfica destinada ao entendimento, classificação dos conteúdos matemáticos e o modo como seriam abordados assimilando a cada desafio (MADEIRA *et al.* 2015).

Figura 7 - Tela da plataforma do cenário Mathmare



Fonte: Madeira *et al.* (2015).

De acordo com Madeira *et al.* (2015), em seu desenvolvimento foi realizado uma análise, no qual foi decidido que o jogo pertenceria a classe Role-Play Game (RPG). Após a pesquisa para a criação do jogo utilizou-se a GE *Unity*, onde obteve como resultado duas versões: uma para *descktop* e outra para *web*.

Desse modo, após a análise dos questionários aplicados (todas as questões se baseavam na metodologia de frequência relativa), observou-se a viabilidade do jogo para auxiliar o aprendizado dos conteúdos matemáticos relacionados ao ensino médio.

O trabalho apresentado por Madeira *et al.* (2015) tem como foco principal o auxílio na aprendizagem de conteúdos matemáticos do ensino médio. Por sua vez, o presente trabalho (Bubuia) possui como intuito reforçar o aprendizado de um pacote de conteúdos matemáticos do ensino fundamental I, do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano.

2.2.6 Comparativo dos Trabalhos Relacionados

A Tabela 1 compara os trabalhos relacionados com a proposta deste trabalho mostrando suas principais características e diferenças.

Tabela 1 - Comparativos com os trabalhos relacionados

TRABALHOS RELACIONADOS	COMPARATIVO COM A PROPOSTA
Santos <i>et al.</i> (2017)	O trabalho proposto por Sobrinho <i>et al.</i> (2017) tem como foco o exercício do raciocínio lógico, conversão de valores e algarismos romanos. O presente trabalho (Bubuia) se distingue por reforçar no aprendizado de um pacote de temas matemáticos classificados por ano, do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano.
Henrique <i>et al.</i> (2015)	O trabalho relacionado Henrique <i>et al.</i> (2015) aborda um jogo que auxilia no aprendizado das operações básicas: subtração e soma. O presente trabalho (Bubuia) se distingue por reforçar no aprendizado de um pacote de temas matemáticos classificados por ano, do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano.
Neto e Fonseca (2013)	O trabalho relacionado de Neto e Fonseca (2013) destaca o desenvolvimento de um jogo matemático com foco nos problemas abordados na literatura “O homem que calculava”. O presente trabalho (Bubuia) se distingue por reforçar no aprendizado de um pacote de temas matemáticos do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano.
Sobrinho <i>et al.</i> (2016)	O trabalho relacionado de Sobrinho <i>et al.</i> (2016) destaca o desenvolvimento de JDE para auxílio da aprendizagem relacionada a geometria tendo como público alvo os alunos do 9º (nono) ano. O presente trabalho (Bubuia) se distingue por reforçar no aprendizado de um pacote de temas matemáticos do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano.
Madeira <i>et al.</i> (2015)	O trabalho relacionado de Madeira <i>et al.</i> (2015) aborda o desenvolvimento de um JDE que auxilia no aprendizado referente a conteúdos matemáticos do ensino médio. O presente trabalho (Bubuia) se distingue por reforçar o aprendizado de um pacote de temas matemáticos do 2º (segundo) ao 5º (quinto) ano.

Fonte: O autor (2019)

3 PROJETO DO JOGO BUBUIA

3.1 Especificação de Requisitos

De acordo com Sommerville (2012), os requisitos funcionais detalham as funcionalidades que são executadas no *software*, enquanto os requisitos não funcionais estão relacionados aos serviços específicos oferecidos pelo *software* aos seus usuários. Assim, foram especificados os requisitos funcionais como pode ser visto na Tabela 2 e os Requisitos Não Funcionais como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 2 - Requisitos funcionais

ID	Descrição	Prioridade
RF01	O jogo deve um menu com as opções “Jogar”, “Ajuda”, “Ligar /Desligar Áudio”, “Sair”	Essencial
RF02	O jogo deve mostrar questões matemáticas antes que o personagem ande casas relacionadas ao lançamento do dado	Essencial
RF03	O jogo deve ser inicializado por 2 jogadores	Essencial
RF04	O jogo deve possuir áudio	Importante
RF05	O jogo deve permitir ao jogador ativar e desativar áudio durante a partida	Importante
RF06	O jogo deve mostrar uma mensagem de incentivo ao jogador	Importante
RF07	O jogo deve possuir tutorial para auxiliar os jogadores iniciantes	Essencial
RF08	O jogo deve mostrar que o jogador errou ao assinalar a questão errada	Essencial
RF09	O jogo deve informar quando o usuário acertar uma informação	Essencial
RF10	O jogo deve permitir o jogador realizar pausas durante sua execução	Desejável
RF11	O jogo deve permitir ao usuário sair durante a partida	Essencial
RF12	O jogo deve permitir ao usuário voltar em todas as opções	Essencial
RF13	O jogo deve apresentar a opção de escolha entre as categorias de 2º ao 5º ano após clicar em jogar	Essencial
RF14	O jogo deve gerar aleatoriamente um valor de 1 a 6 para cada jogada	Essencial
RF15	O jogo deve apresentar perguntas ao jogador	Essencial
RF16	O jogo deve permitir com que o jogador ligue e desligue o áudio livremente na tela de execução de partida.	Importante
RF17	O jogo deve apresentar uma tela com os resultados do jogador vencedor	Desejável
RF18	O jogo deve apresentar ao usuário, após selecionar o ano de jogo, escolher assunto que será utilizado na partida.	Desejável

Fonte: O autor (2019)

Tabela 3 - Requisitos não funcionais

ID	Descrição	Categoria	Prioridade
RNF01	O <i>software</i> será desenvolvido na plataforma <i>Unity</i> utilizando a linguagem de programação C#	Manutenabilidade	Essencial
RNF02	O jogo funcionará em desktops e notebooks	Portabilidade	Essencial
RNF03	O <i>software</i> terá tamanho máximo de 600 MB	Tamanho	Desejável
RNF04	O <i>software</i> terá velocidade de processamento de até 5 (segundos) segundos para cada item solicitado	Desempenho	Desejável
RNF05	Ao clicar no botão “Sair” o <i>software</i> mostrará uma mensagem ao usuário que deverá responder se deseja sair ou não	Usabilidade	Essencial
RNF06	O jogo deve conter banco de dados	Interoperabilidade	Essencial

Fonte: O autor (2019)

Segundo Sommerville (2012), os requisitos conceituados como regras do negócio determinam ou afetam como esse requisito é realizado, como recursos são gerenciados ou como situações especiais são tratadas cumprindo processos do negócio. De acordo com, a Tabela 4 são apresentados os requisitos das regras de negócio do JDE BUBUIA.

Tabela 4 - Regras de negócio

ID	Descrições	Prioridade
RN01	Os botões jogo devem possuir bordas arredondadas	Essencial
RN02	A música contida no jogo deve ser instrumental	Essencial
RN03	As imagens contidas no jogo devem ser estáticas	Desejável
RN04	A cor do plano de fundo do jogo deve ser colorida	Essencial
RN05	Combinação de cores de modo harmônico propiciando a aceitação visual do jogo	Importante
RN06	O nível do jogo será dividido por ano	Essencial
RN07	O jogo deve mostrar quem ganhou a partida	Importante
RN08	As letras do jogo devem estar no formato de imprensa	Essencial
RN09	O personagem deve avançar somente após acertar a questão	Essencial
RN10	O jogo deve conter um temporizador com prazo de 3 minutos para responder à pergunta	Essencial

Fonte: O autor (2019).

3.2 Modelagem

UML (*Unified Modeling Language*) é um grupo de diagramas que auxiliam na projeção de um *software*, principalmente aqueles que utilizam orientação a objetos. Tais notações existem há algum tempo, e sua popularidade deve-se ao fato das linguagens de programação não possuírem nível de abstração aceitável para discussão do projeto (FOWLER, 2005).

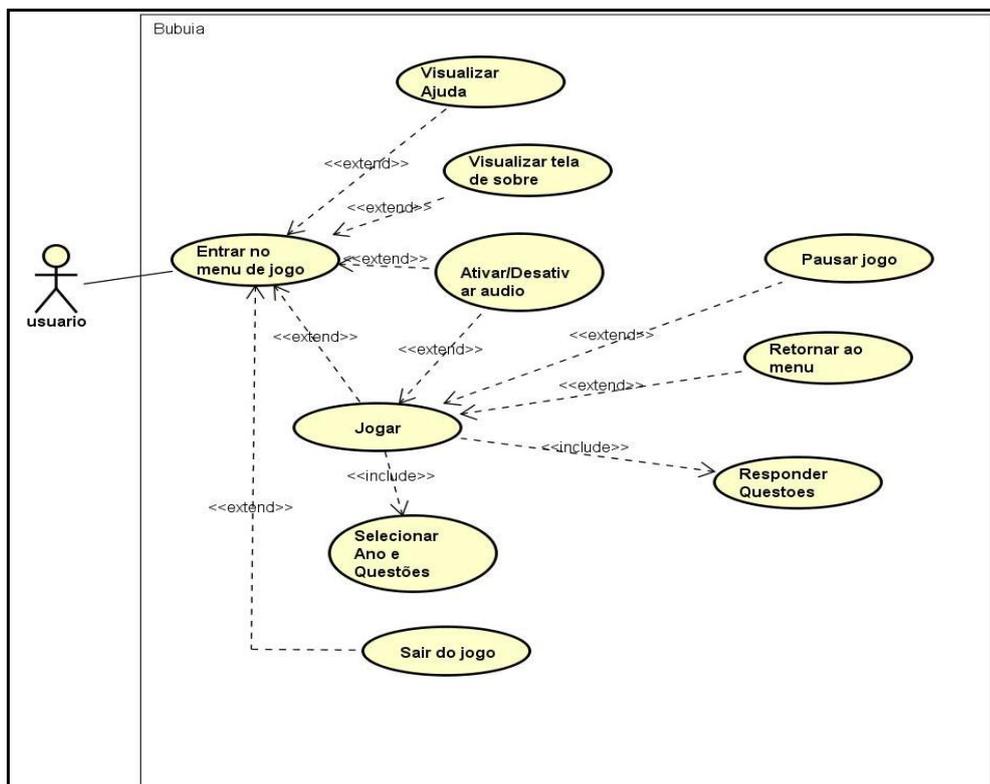
Os diagramas UML são utilizados durante o processo de engenharia de *software* auxiliando na projeção do sistema após o levantamento de requisitos, onde é descrito o sistema para a fase de desenvolvimento e por conseguinte na manutenção do *software* (SOMMERVILLE, 2012). Para o desenvolvimento do jogo Bubuia trabalho foi utilizada a modelagem UML para desenvolver os seguintes diagramas: Caso de Uso, Classe e Sequência.

3.2.1 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso visa explicitar de maneira simples o comportamento externo do sistema, onde qualquer pessoa tenha facilidade de compreensão da mesma. Por ser o mais abstrato dentre os modelos, propõe a visão da perspectiva do usuário em relação ao *software*. Este diagrama é utilizado habitualmente no início da modelagem do sistema, juntamente com análise e levantamento dos requisitos (GUEDES, 2011).

Para que seja apresentado de forma compreensível, este diagrama utiliza atributos como uma elipse para representar casos de uso e bonecos palito para representar os atores, os quais podem ser tanto pessoas quanto sistemas externos que interagem com aplicação (SOMMERVILLE, 2012). Nesse sentido, com base nos requisitos coletados foi criado o diagrama de caso de uso do jogo digital educacional Bubuia como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Diagrama de caso de uso



Fonte: O autor (2019).

Na Tabela 5 abaixo, estão descritos os casos de uso do jogo, com seus respectivos atores e a descrição de cada um deles.

Tabela 5 - Descrição do diagrama de caso de uso

Caso de Uso	Descrição
Ajuda	O jogador após entrar no menu de jogo tem como opção escolher ajuda, onde nele o usuário pode aprender como jogar a partir de dicas interativas.
Ativar/Desativar áudio	O jogador após entrar no menu de jogo ou na cena de execução de jogo pode ativar ou desativar o áudio do game ao seu gosto.
Visualizar tela de sobre	O jogador após entrar no menu de jogo pode escolher a opção de visualizar tela de sobre, onde há informações contidas do <i>software</i> , desenvolvedores etc.
Entrar no menu de jogo	O usuário logo ao iniciar o game escolhe entre os demais menus de jogo, onde contém as opções relacionadas como: jogar, ativar desativar áudio, tutorial, sobre e sair.
Jogar	O jogador ao executar está opção pode escolher o ano de ensino em que pertence as perguntas.
Selecionar Ano	Após selecionar jogar, o usuário deverá escolher o ano em que se relaciona as questões a serem respondidas.
Sair do jogo	O jogador poderá sair do jogo se assim desejar.
Responder questões	O jogador irá responder questões matemáticas enquanto estiver executando a tela de jogar.
Pausar jogo	O jogador poderá pausar a execução do jogo, sendo que o mesmo permanecerá em estado de espera por tempo indeterminado até que o jogador desabilite a opção de pausa. E mesmo o jogo estando em pausa o jogador pode selecionar ativar ou desativar áudio e retornar ao menu de jogo.
Retornar ao menu	O jogador na tela de execução de jogo, pode retornar ao menu principal sem necessitar pausar o jogo.

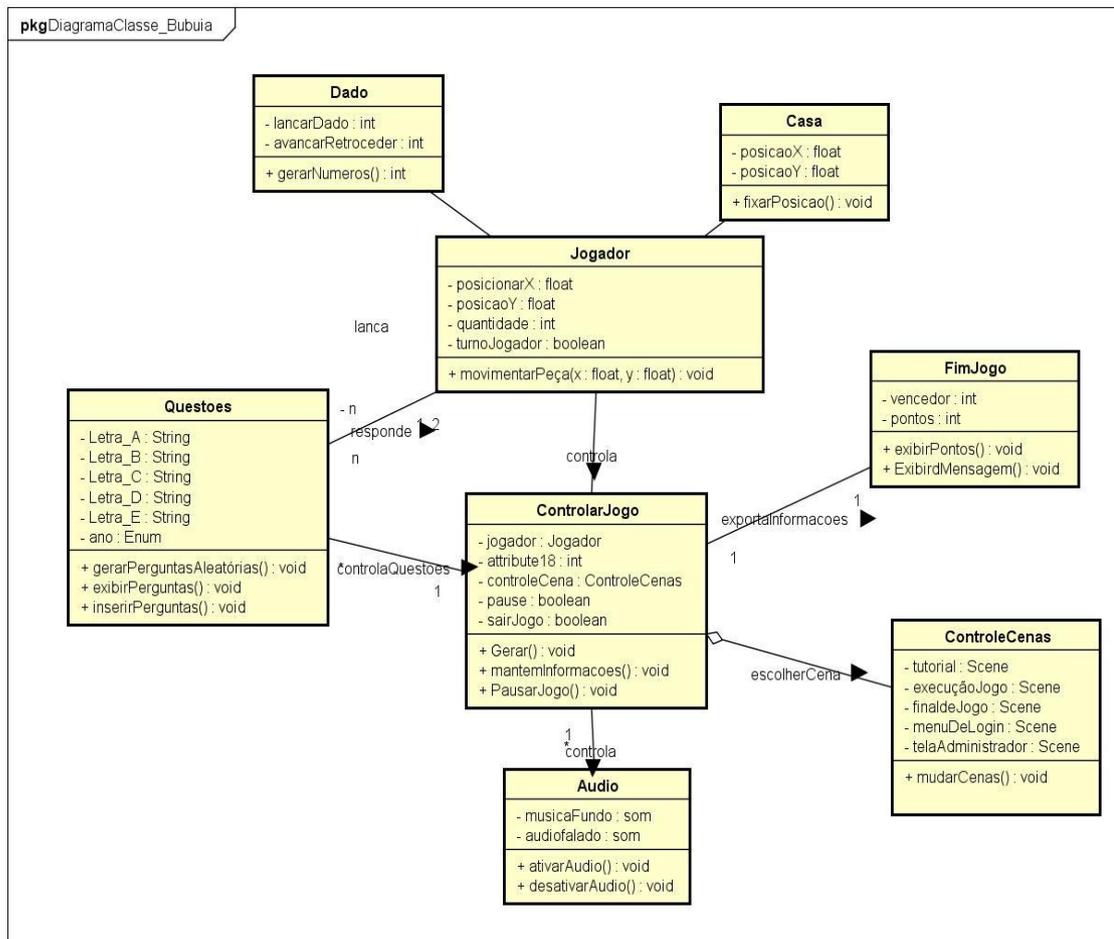
Fonte: O autor (2019).

3.2.2 Diagrama de Classe

Segundo Guedes (2011), um dos diagramas mais importantes e mais utilizados da UML é o diagrama de classe. Sua principal contribuição é permitir aos agentes relacionados, tanto ao projeto quanto ao desenvolvimento do sistema, visualizem os relacionamentos das classes com seus respectivos métodos, atributos e a troca de informações entre si. Essas notações demonstram as posições estáticas de cada classe, apresentando a organização e estrutura lógica das mesmas.

O Diagrama de Classe pode ser apresentado em diversos níveis de detalhamento. Em relação ao processo de desenvolvimento de um sistema, identificar os objetos é essencial (SOMMERVILLE, 2012). Nesse contexto, considerando os requisitos especificados é apresentado abaixo, na Figura 9, o Diagrama de Classe do jogo Bubuia.

Figura 9 - Diagrama de classe



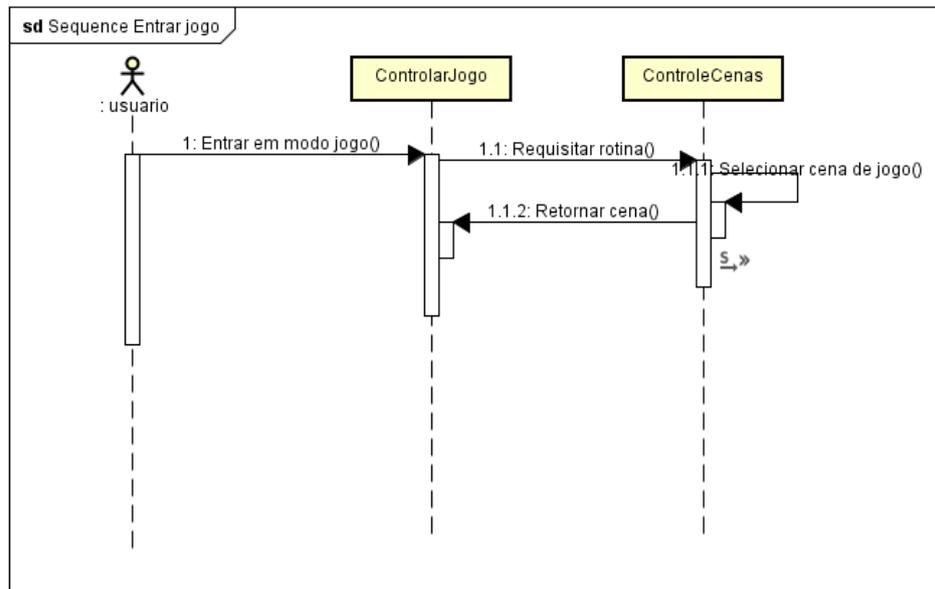
Fonte: O autor (2019).

3.2.3 Diagramas de Sequência

O diagrama de sequência preocupa-se com a ordem temporal em que as mensagens são trocadas entre atores e instancias de classes envolvidas em um determinado processo do sistema (GUEDES, 2011). Segundo Sommerville (2012), normalmente modelam as interações entre os atores e os objetos de *software*. Os diagramas de sequências apresentados abaixo são: “Selecionar jogar”, “Selecionar ano”, “Ligar/desligar áudio”, “Responder questão” e “Visualizar sobre”.

O diagrama de sequência “Selecionar jogar”, como apresentado na Figura 10, se inicia com o usuário clicando em jogar, posteriormente a instancia “ControlarJogo” requisita uma rotina da instancia “ControleCenas” e como resultado a cena é trocada apresentando a opção escolher ano para o usuário.

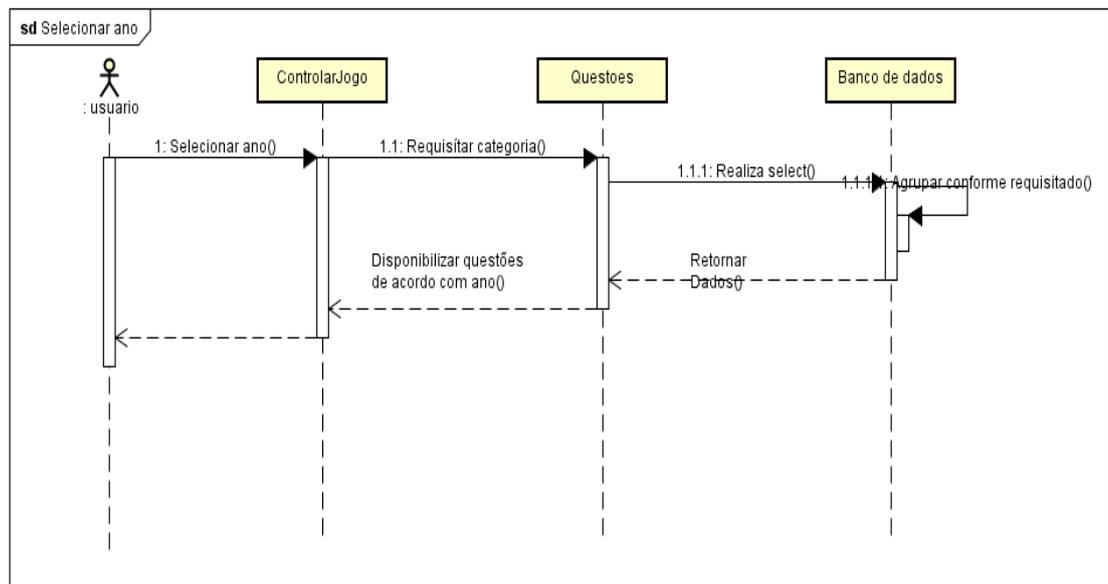
Figura 10 - Selecionar jogar



Fonte: O autor (2019).

No diagrama de sequência “Selecionar ano”, mostrado na Figura 11 o usuário escolhe a categoria que prefere jogar, por sua vez a instancia “ControlarJogo” requisita as questões da instancia “Questoes”, que envia uma mensagem para buscar informações no “Banco de Dados” e posteriormente o “Banco de Dados” retorna as informações requisitadas a “Questoes”, que retorna os temas organizadas de acordo com o ano selecionado para o “ControlarJogo” apresentar para o usuário.

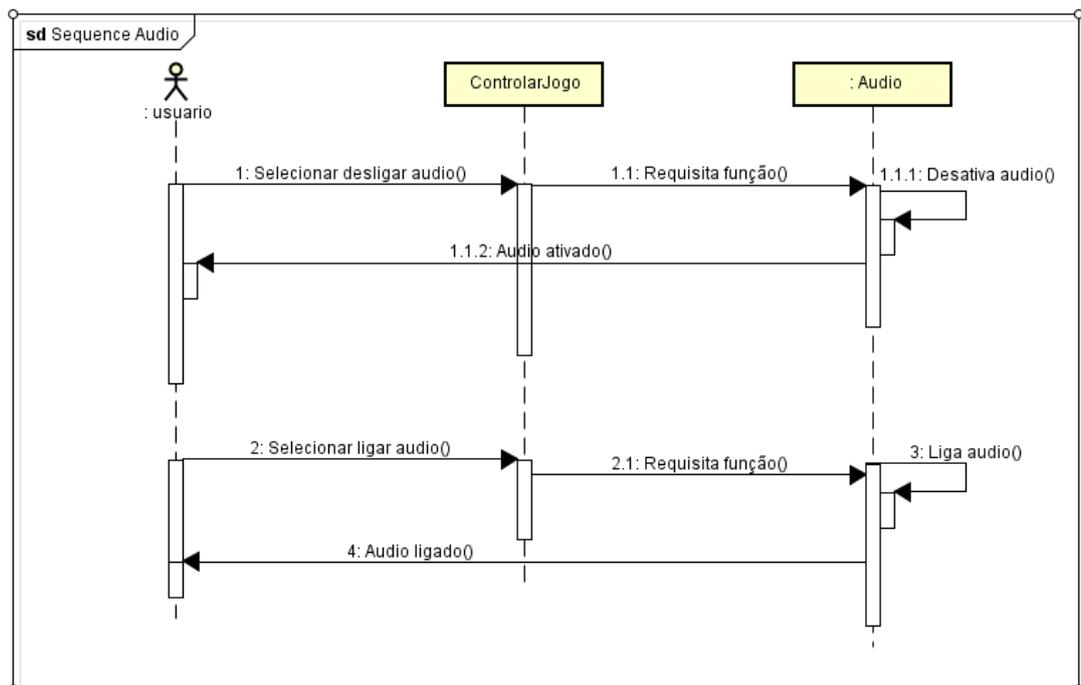
Figura 11 - Selecionar ano



Fonte: O autor (2019).

Na Figura 12 é a mostrado o diagrama de sequência “Ligar/desligar áudio”. É iniciado com o usuário clicando em desligar áudio, por conseguinte “ControlarJogo” envia uma mensagem para “Audio” que realiza o procedimento para desligar o som do jogo retornando o áudio desligado para usuário. Com o áudio desligado o usuário clica em ligar áudio e faz com que “ControlarJogo” envie uma mensagem para “Audio” realizar o procedimento para liga o som do jogo retornando o áudio ligado para o usuário.

Figura 12 - Ligar/desligar áudio

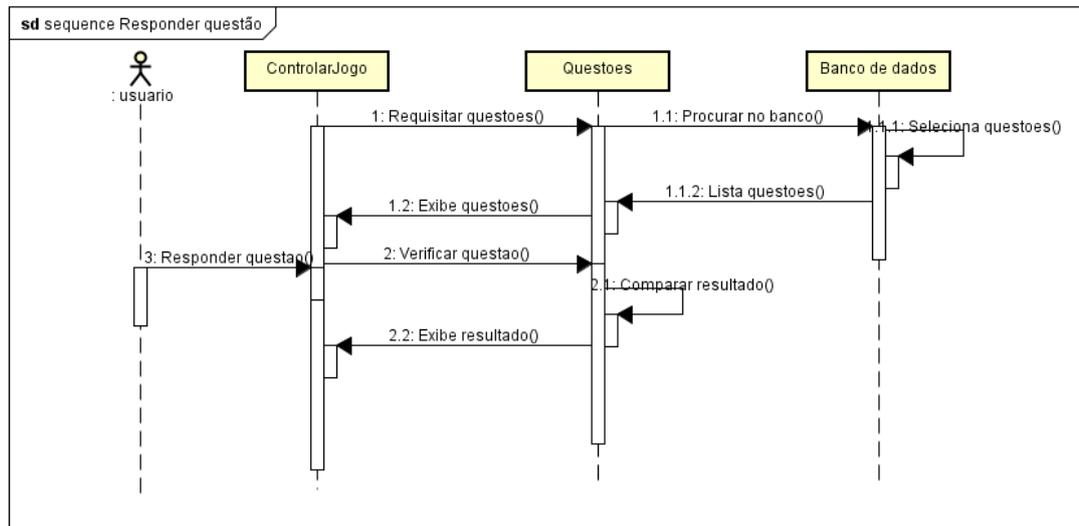


Fonte: O autor(2019).

No diagrama de sequência “Responder questão” mostrado na Figura 13 é iniciado com o “ControlarJogo” requisitando as perguntas do tema escolhido de “Questoes”, que manda mensagem para o banco de dados buscando as perguntas do tema, as retornando para serem listadas em “Questoes”, disponibilizando as informações para “ControlarJogo” exibir na tela. O usuário responde a questão, “ControlarJogo” que envia a resposta para “Questao” comparar a resposta dada com a alternativa correta e manda o resultado para ControlarJogo exibir para o usuário.

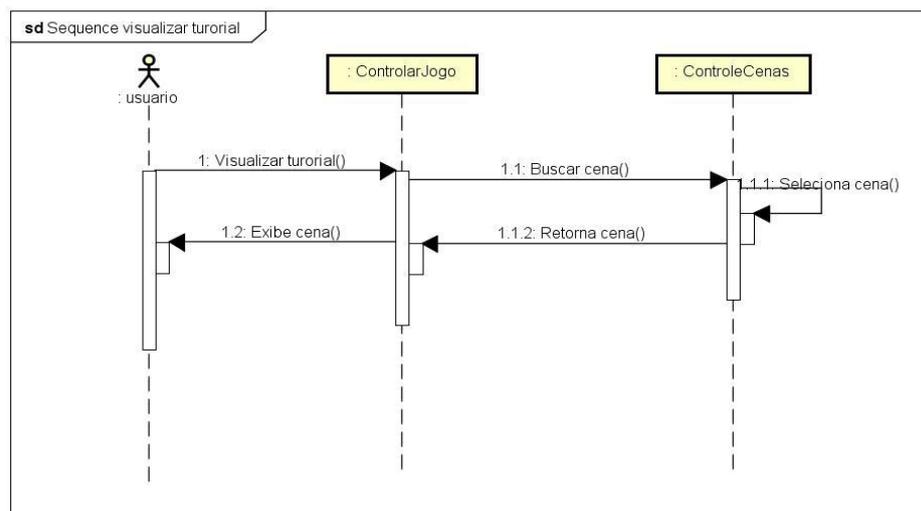
O diagrama de sequência “Visualizar ajuda”, como apresentado na Figura 14, se inicia com o usuário clicando em jogar, posteriormente a instancia “ControlarJogo” requisita uma rotina da instancia “ControleCenas” e como resultado a cena é trocada apresentando a tela de ajuda.

Figura 13 - Responder questão



Fonte: O autor (2019).

Figura 14 - Visualizar ajuda



Fonte: O autor (2019).

3.3 Arquitetura

De acordo com Sommerville (2012), documentar a arquitetura de um *software* é essencial para o desenvolvimento de um projeto, pois é ela quem identifica os principais componentes de sua estrutura, assim como a relação entre eles. O resultado desse processo é um modelo que representa de forma abstrata a organização do sistema.

Em sua arquitetura, Figura 15, o jogo Bubuia é executado de modo local utilizando-se computador ou notebook, após o iniciar o jogo todas as informações são processadas dando liberdade para o usuário jogar onde quiser, pois não há dependência da troca de dados através da internet.

Figura 15 - Arquitetura do jogo



Fonte: O autor (2019).

4 IMPLEMENTAÇÃO DO JOGO BUBUIA

A codificação do jogo Bubuia foi feita utilizando a plataforma *Unity Engine* na versão 2018.1f com a linguagem amplamente utilizada Csharp, sendo uma linguagem profissional orientada a objetos que possibilita o uso das ferramentas referentes a este paradigma de programação. Csharp possui vasta documentações na comunidade Unity o que torna o processo de aprendizagem em certo modo facilitado, também abrangendo a forma correta de desenvolvimento tanto para iniciantes quanto para experientes no processo de criação dos jogos.

O motor de jogos *Unity Engine* apresenta uma interface simples muito e agradável, mas com muitos recursos importantes, além de facilitar a implementação de jogos para computadores como: Windows, Linux, iOS, consoles Xbox 360, Xbox One, PS3, PS4, PS Vita, celulares Windows Phone, BlackBerry e Android.

O Unity trabalha com o gerenciamento de *GameObjects* que representam objetos contidos no projeto e se estendem a objetos sólidos, objetos inanimados, e até seres vivos como plantas, animais e seres humanos. Sua interface é simples e de fácil aprendizagem para novos utilizadores. Em apenas um curto tempo de uso é possível conhecer as interações entre os objetos de jogo. Nas próximas seções serão mostradas as telas do jogo Bubuia.

4.1 Telas do Jogo Bubuia

O jogo Bubuia foi desenvolvido com base nos requisitos definidos, sua tela de apresentação mostrada na Figura 16.

Figura 16 - Tela de apresentação do jogo



Fonte: O autor (2019)

Em sua tela inicial é apresentada uma imagem de fundo com uma paisagem contendo pequenos animais no bosque, também é possível observar o menu de navegação com as opções: jogar, áudio, sobre, tutorial, sair; acima do menu de navegação se encontra a logo do jogo, um jacaré dentro de uma boia em uma porção de água com o nome Bubuia em vermelho.

4.1.1 Tela: Seleção de Jogo

Após o usuário selecionar a opção jogar, são apresentados os temas abordados de acordo com cada ano, e com isso o usuário seleciona sobre qual tema pretende aprender. Na tela de seleção de jogo são disponibilizadas quatro opções do 2º ao 5º ano do primeiro ciclo, na Figura 17 abaixo são apresentadas as 3 opções de temas referentes a cada ano.

Figura 17 - Tela de seleção do jogo

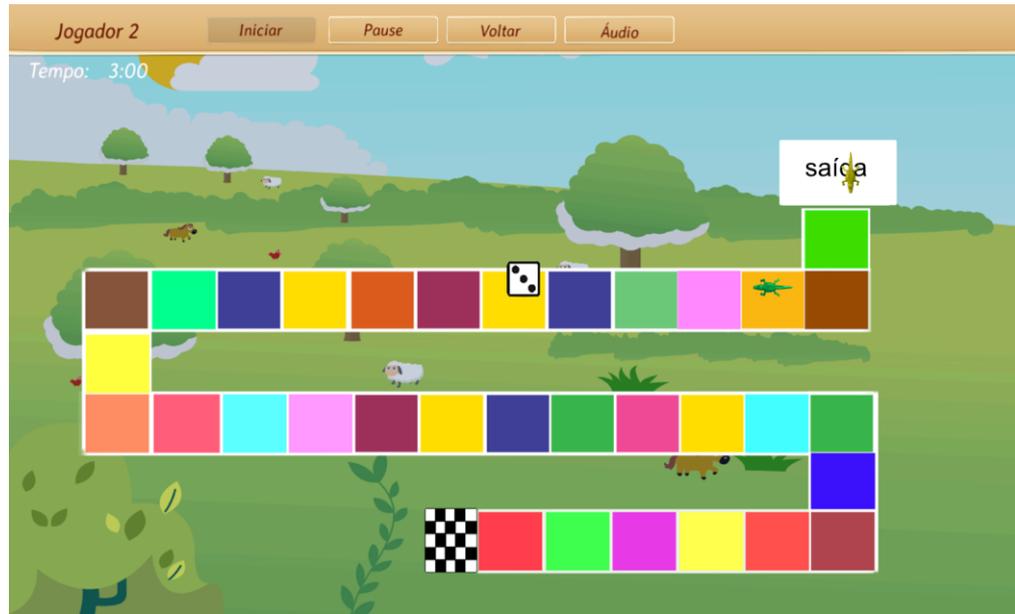


Fonte: O autor (2019).

4.1.2 Tela: Execução da Partida

A partir da seleção do assunto que deseja abordar no jogo, o usuário é direcionado para tela onde é executada a partida. A partida é realizada por dois jogadores, os quais possuem turnos para promover suas jogadas. Assim que o turno de um jogador termina é iniciado o do outro. Para iniciar uma jogada o usuário clica em iniciar, após isso é lançado um dado com seis faces, Figura 18, que sorteia quantas casas o personagem vai avançar no jogo caso acerte a pergunta, Figura 19. Entretanto, com o erro do usuário seu turno é encerrado dando início ao turno de seu adversário.

Figura 18 - Sorteando o dado



Fonte: O autor (2019).

Figura 19 - Respondendo pergunta



Fonte: O autor (2019).

4.1.3 Tela: Fim de Jogo

Após um dos jogadores vencer a partida, eles serão redirecionados para uma outra tela chamada de fim de jogo. Nessa tela, Figura 20, é apresentado o vencedor da partida e também é apresentado o jogador que mais acertou as perguntas, para que o professor tenha informações referentes ao quantitativo de perguntas acertadas pelo aluno. No jogo o vencedor

da partida não é especificamente o mesmo que acerta mais perguntas, pois um dos jogadores pode avançar várias casas com poucos acertos dependendo da face sorteada no dado. Como opções serem selecionadas o aluno pode escolher jogar novamente ou ir para o menu, para que então selecione outro modo de partida com questões diferentes e com maior grau de dificuldade.

Figura 20 - Tela de fim do jogo



Fonte: O autor (2019)

4.1.4 Tela: Áudio

Ao estar no menu inicial o usuário pode clicar na opção áudio onde pode escolher em: ligado ou desligado mostrado na Figura 21, além disso aparece a opção voltar para retornar ao painel anterior.

Figura 21 - Tela ligar e desligar áudio



Fonte: O autor (2019)

4.1.5 Tela: Ajuda

A cena de ajuda, apresentado na figura 22, foi desenvolvida para ajudar pessoas que possuem dificuldades em reconhecer algumas funcionalidades do jogo, assim proporcionando o aprendizado de como executar alguns comandos da aplicação.

Figura 22 - Tela de ajuda



Fonte: O autor (2019)

4.2 Avaliação de Usabilidade

4.2.1 Planejamento da Avaliação

A avaliação de usabilidade verifica o desempenho de um sistema com relação a eficiência e a eficácia da interação homem-computador para obter indícios do nível de satisfação do usuário, identificando problemas de usabilidade durante a realização de tarefas específicas (MIRANDA e MORAES, 2003).

Para a avaliação de usabilidade optou-se por adaptar o questionário SUS (*System Usability Scale*). O SUS é um questionário composto por 10 (dez) itens com 5 (cinco) opções de resposta que variam entre discordo totalmente a concordo totalmente (BROOKE, 1996).

O SUS produz um único número que representa uma medida composta da capacidade geral de utilização do sistema. Para calcular a pontuação SUS, primeiro são somadas as contribuições de cada item de pontuação, sendo que essa pode variar de 0 a 4. Para os itens 1, 3, 5, 7 e 9 do SUS, a contribuição da pontuação é a posição da escala menos 1. Para os itens 2, 4, 6, 8 e 10, a contribuição é de 5 menos a posição da escala (BROOKE, 1996).

A soma das contagens deve ser multiplicada 2,5 para obter o valor global de usabilidade do sistema. As pontuações do SUS têm uma gama de 0 a 100. Pontuações abaixo de 60 pontos representam sistemas com experiências relativamente pobres e insatisfação do usuário, e pontuações acima de 80 pontos representam experiências muito boas, com alto índice de satisfação dos usuários (BROOKE, 1996).

Definição dos Participantes

Para realização da avaliação do jogo Bubuia, foram convidados professores e alunos de escolas públicas, do município de Itacoatiara- AM, que atuam no ensino fundamental I.

Definição da Instrumentação

Foram utilizados dois questionários adaptados a partir do SUS, sendo um para o professor, onde algumas perguntas foram modificadas, e o outro para o aluno, que por sua vez utilizou as perguntas deste sistema. Em ambos os casos, foram acrescentadas mais perguntas para avaliação de outros itens do jogo. Antes da aplicação do questionário, os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido mostrado na Figura 23. As questões dos questionários aplicados com o professor e aluno estão apresentados abaixo, respectivamente na Figura 24 e na Figura 25.

Figura 23 - Termo de consentimento livre e esclarecido

<p>TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</p> <p>Avaliação do Software “Um Jogo Digital Educacional para Reforçar o Aprendizado da Matemática do Ensino Fundamental I”</p> <p>Prezado(a) Participante,</p> <p>Meu nome é Djavan Ferreira Lima sou aluno da Universidade Federal do Amazonas e curso Engenharia de Software. Estou realizando uma pesquisa como resultado do meu Trabalho de Conclusão de Curso, sob a orientação da Profa. Dra. Odette Mestrinho Passos, cujo objetivo é auxiliar na aprendizagem de conteúdos matemáticos do ensino fundamental I.</p> <p>Sua participação envolve em jogar o Jogo Digital Educacional Bubuia e responder um questionário para avaliar esse software. Todo esse processo levará cerca de 15 minutos. Sua contribuição é muito importante para a conclusão final deste trabalho.</p> <p>A sua participação é voluntária e você poderá desistir a qualquer momento. Na publicação dos resultados desta pesquisa sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo(a).</p> <p><input type="checkbox"/> Aceito em participar deste estudo</p> <p>Em: ____ / ____ / ____ Assinatura: _____</p>

Fonte: O autor (2019)

Figura 24 - Questionário aplicado ao professor

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

BUBUIA:
Um Jogo Digital Educacional para Reforçar o Aprendizado da Matemática do Ensino Fundamental I

Público-Alvo: Professores do Ensino Fundamental

Por gentileza, responda as questões a seguir:



Discordo Totalmente Discordo Não sei Concordo Concordo Totalmente

Nº	QUESTÃO					
1	Eu acho que gostaria de usar esse jogo com frequência					
2	Eu acho o jogo bem complicado					
3	Eu acho que este jogo pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem matemática?					
4	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o jogo					
5	Eu acho que as várias funções do jogo estão muito bem integradas					
6	Eu acho que o jogo apresenta muitos erros					
7	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse jogo rapidamente					
8	Eu levaria meus alunos para o laboratório de informática da minha escola para utiliza-lo.					
9	Eu me senti confiante ao usar o jogo					
10	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o jogo					
11	Eu gostei das cores					
12	Eu gostei dos desenhos					
13	Eu consegui visualizar bem as mensagens que são mostradas no jogo					
14	Eu gostaria de ter o jogo na escola					
15	Eu achei o jogo divertido					
16	Eu acho que o jogo possuindo como base questões oriundas do caderno do futuro auxilie no processo de ensino e aprendizagem					
17	Eu acho que ao jogar o software Bubuia o aluno vai adquirir conhecimento de forma prazerosa?					

<p>Se você tiver alguma sugestão para melhorar este jogo, escreva aqui:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Qual a sua formação: _____</p> <p>Há quanto tempo você trabalha no ensino fundamental? _____</p> <p>Atualmente, para qual ano você está ministrando aula? _____</p>
--

Fonte: O autor (2019).

4.2.2 Resultado da Avaliação

Para realização da avaliação do jogo Bubuia participaram 10 professores, sendo 8 da escola Yeda Henriques de Souza Auzier e 2 da escola municipal Dom Paulo McHugh, além de 40 alunos da escola Yeda Henriques de Souza Auzier sob a supervisão do Prof. Jonas da Silva Santos.

O Prof. Jonas da Silva ficou o tempo todo no laboratório de informática para auxiliar na avaliação do jogo Bubuia. Primeiramente o jogo foi instalado nos computadores das escolas que participaram da pesquisa. Após sua instalação os participantes jogaram em média 12 minutos, onde executaram as principais tarefas do *software*, de modo que, se observasse a realização dos comandos corretamente, como: jogar, selecionar ano, responder pergunta com alternativa correta, responder pergunta com alternativa incorreta, pausar jogo, desligar, ligar áudio, voltar e por fim sair. Em seguida foi aplicado o questionário de acordo com o seu perfil (professor ou aluno). As respostas de cada perfil estão descritas abaixo.

- **Perfil: Professor**

A Tabela 6 apresenta dados sobre o perfil dos professores que participaram da avaliação do jogo. Com isso é possível observar que os participantes têm mais de 10 anos lecionando para o ensino fundamental. A Figura 26, apresenta o resultado da avaliação de usabilidade realizada pelos professores, onde demonstra o nível de concordância em cada questão.

Figura 25 - Questionário aplicado ao aluno

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

BUBUIA:
Um Jogo Digital Educacional para Reforçar o Aprendizado da Matemática do Ensino Fundamental I

Público-Alvo: Alunos do Ensino Fundamental

Por gentileza, responda as questões a seguir:



Discordo Totalmente
Discordo
Não sei
Concordo
Concordo Totalmente

Nº	QUESTÃO					
1	Eu acho que gostaria de usar esse jogo com frequência					
2	Eu acho o jogo bem complicado					
3	Eu achei o jogo fácil de usar					
4	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o jogo					
5	Eu acho que as várias funções do jogo estão muito bem integradas					
6	Eu acho que o jogo apresenta muitos erros					
7	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse jogo rapidamente					
8	Eu achei o jogo atrapalhado de usar					
9	Eu me senti confiante ao usar o jogo					
10	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o jogo					
11	Você gostou das cores?					
12	Você gostou dos desenhos?					
13	Você conseguiu visualizar bem as mensagens que são mostradas no jogo?					
14	Você gostaria de ter o jogo na escola?					
15	Você achou o jogo divertido?					

Fonte: O autor (2019).

Se você tiver alguma sugestão para melhorar este jogo, escreva aqui:

Qual a sua idade? _____

Qual ano você está cursando?

2º Ano 3º Ano 4º Ano 5º Ano

Você tem computador em casa?

Sim Não

Você tem experiência em jogar no computador?

Sim Não

Você acha que aprende jogando?

Sim Não Talvez

Fonte: O autor (2019).

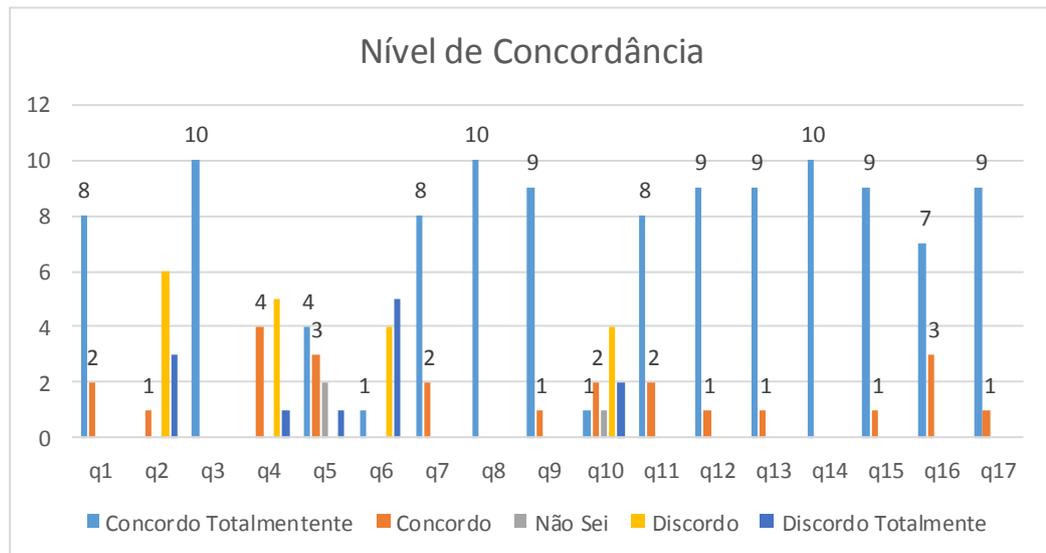
Tabela 6 - Perfil do professor

Participante	Formação	Tempo de Trabalho	Turma Atual
Professor 1	Licenciatura em matemática	16 anos	5º ano
Professor 2	Especialização em Psicopedagogia	35 anos	2º ano
Professor 3	Pedagogia e Técnico em Informática	16 anos	1º ao 5º ano
Professor 4	Graduado em Licenciatura em Informática	11 anos	1º ao 5º ano
Professor 5	Especialização em Metodologia do Ensino Superior	21 anos	5º ano
Professor 6	Normal Superior	21 anos	2º ano
Professor 7	Normal Superior	19 anos	1º ao 5º ano
Professor 8	Especialização	14 anos	1º ao 5º ano
Professor 9	Normal Superior e Educação Física	15 anos	4º ano
Professor 10	Cursando 8º período em Letras	17 anos	2º ano

Fonte: O autor (2019)

É possível observar que a questão 3 que se refere a relevância do jogo para auxiliar a aprendizagem matemática e as questões 1, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 que se referem a facilidade do uso, aprendizagem e satisfação com o jogo, respectivamente, obtiveram alto nível de concordância. Entretanto, nas questões 2, 4, 6, 10 que se referem as dificuldades e inconsistências no uso do jogo, obtiveram nível elevado de desacordo. Com base nesses dados referentes ao questionário do professor é possível afirmar que o jogo digital educacional Bubua é de fácil assimilação e ajuda a reforçar aprendizagem matemática.

Figura 26 - Nível de concordância dos professores



Fonte: O autor (2019)

- **Perfil: Aluno**

A Tabela 7 apresenta o perfil dos alunos que participaram da avaliação de usabilidade do jogo. Dentre os 40 participantes a amostragem foi dividida igualmente, obtendo-se 10 alunos de cada ano, do 2º ao 5º ano.

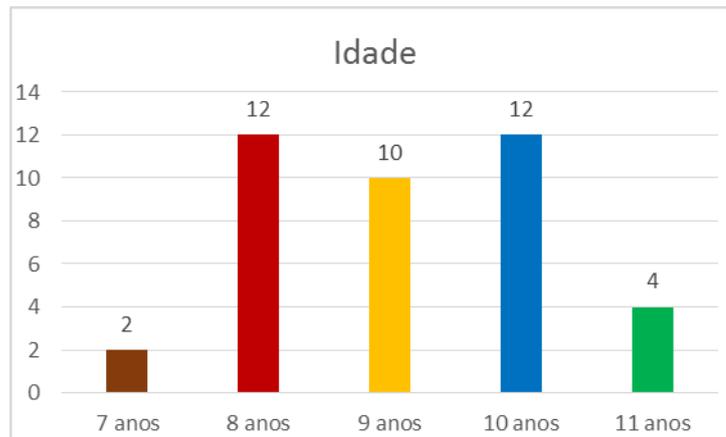
Tabela 7 - Perfil do aluno

Questões	Sim	Não	Talvez
Você tem computador em casa?	22	18	0
Você tem experiência com jogos?	40	0	0
Você acha que aprende jogando?	39	0	1

Fonte: O autor (2019)

Foi verificado que 100% dos alunos tem experiência com jogos e 97,5% acham que se aprende jogando. Outro fator importante a ser levado em consideração é a idade dos participantes que podem ser vistos na Figura 27, no qual apresenta uma escala de 7 a 11 anos com maior quantidade de alunos possuindo entre 8 e 10 anos. O prof. Jonas da Silva informou que os alunos têm experiência com jogos devido a escola ter um laboratório de informática que é largamente utilizado pelos mesmos.

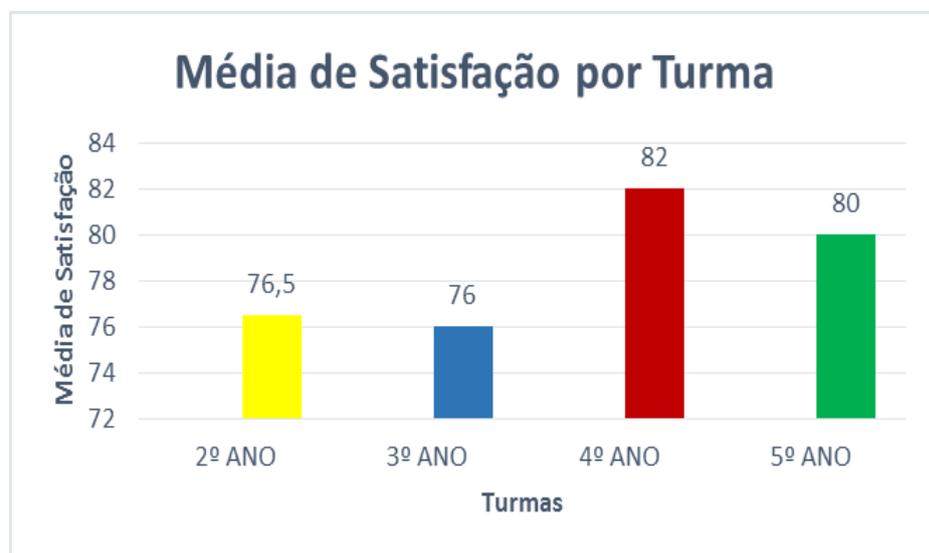
Figura 27 - Idade dos alunos



Fonte: O autor (2019)

A Figura 28 apresenta média de satisfação de todas as turmas calculadas a partir do método de avaliação SUS, questão de 1 a 10 do questionário do aluno aplicado para avaliação do jogo. Foi constatado que a maior média entre as turmas foi a do 4º ano com o valor de 82 seguido pelo 5º ano com média 80. Entretanto, na média total obteve-se o valor de 78,6, e de acordo com os critérios de avaliação deste sistema, o jogo Bubuia obteve bom índice de satisfação dentre os participantes (alunos). Nas questões 1, 7 e 9 em que se conseguiu 100%

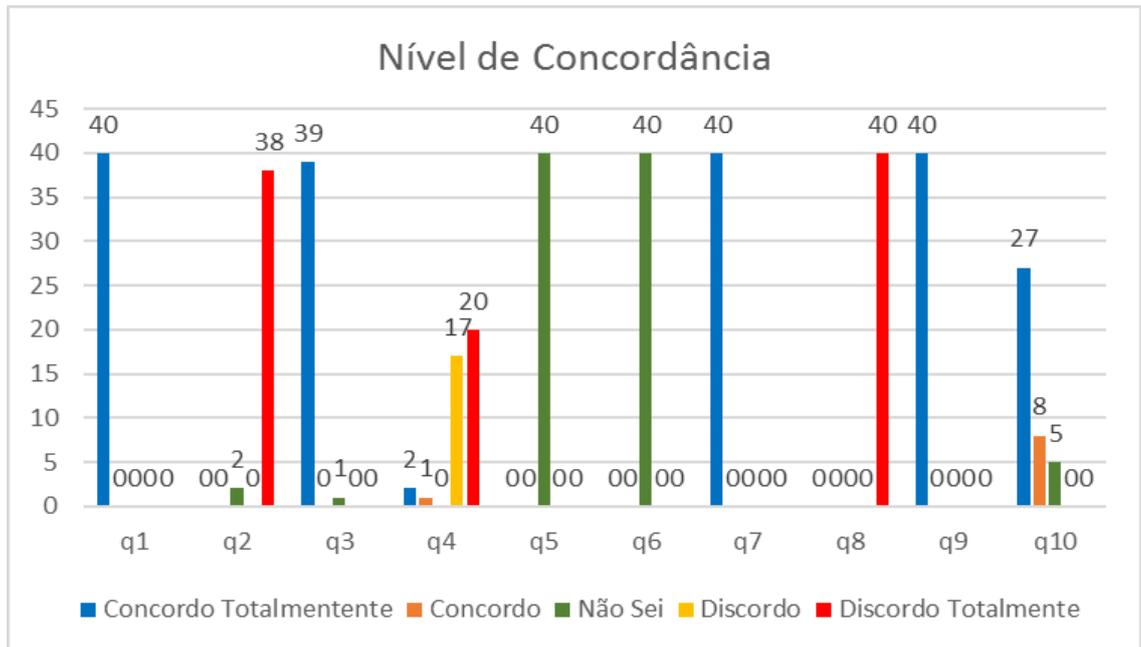
Figura 28 - Média de satisfação dos alunos



Fonte: O autor (2019).

É possível observar na Figura 29, as questões 1, 7 e 9, que se referem respectivamente, ao desejo de usar o jogo maior frequência, a facilidade em aprender a utilizar a ferramenta e a confiança ao interagir com o jogo, alcançaram o máximo índice com os 40 alunos concordando totalmente.

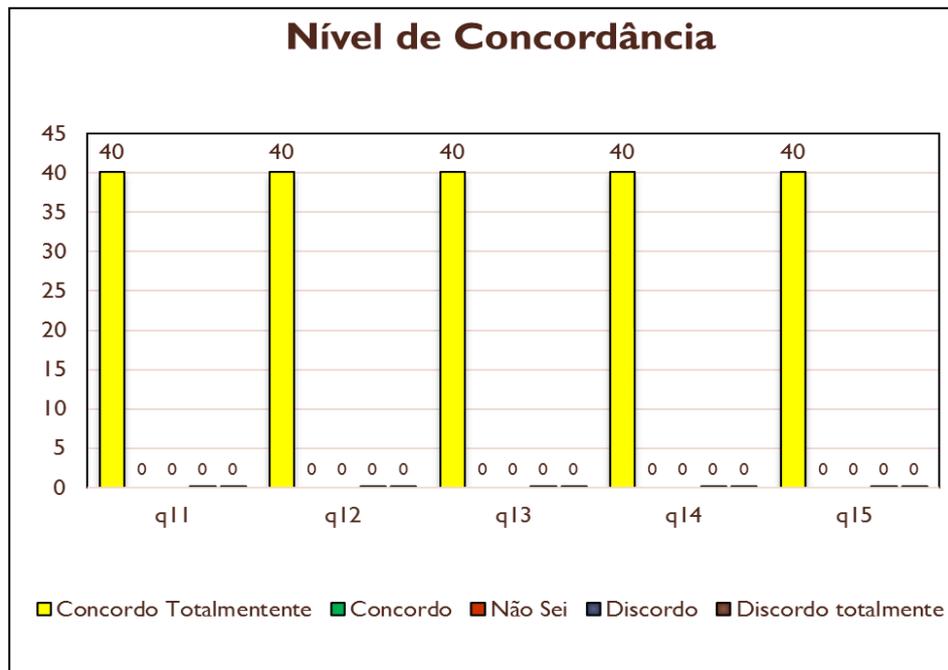
Figura 29 - Nível de concordância dos alunos (questões de 1 a 10)



Fonte: O autor (2019).

Na Figura 30 é mostrada o nível de concordância em relação as perguntas 11 a 15 do questionário. Nessa análise demonstrou-se um alto índice de concordância de todos os 40 participantes, também nestas questões ficou constatado que os alunos gostaram das cores, desenhos, conseguiram visualizar as mensagens, acharam o jogo divertido e que gostariam de que o jogo fosse implantado na escola.

Figura 30 - Nível de concordância dos alunos (questões de 11 a 15)



Fonte: O autor (2019)

Durante a avaliação professores e alunos encontraram alguns erros e sugeriram possíveis melhorias no jogo. Como resultado foram feitas as seguintes modificações, gerando uma nova versão do jogo.

- A velocidade do personagem foi aumentada
- Foi inserido a resposta correta numa das alternativas que estavam faltando
- A tela de perguntas teve seu tamanho redimensionado

5 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

5.1 Considerações Finais

Os jogos digitais educacionais têm como premissa fazer com o que o usuário aprenda ao mesmo momento que se diverte com o lúdico dos jogos, onde proporciona o foco e o interesse no conteúdo escolar abordado de modo indireto, mesmo que sejam assuntos considerados difíceis.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um jogo digital educacional, denominado Bubuia, voltado para reforçar o aprendizado de conteúdos matemáticos referentes ao ensino fundamental I.

Para que o jogo Bubuia fosse desenvolvido, foi realizado primeiramente a especificação de requisitos contendo todas as funções do jogo com enfoque no processo de aprendizagem interativa, onde o aluno por meio de suas ações desenvolve sua aptidão brincando. Para que as perguntas possuíssem afinidade com o sistema curricular de matemática praticadas em sala de aula, foram utilizadas questões do caderno do futuro, da Editora IBEP, juntamente com as Diretrizes Curriculares para Educação Básica (2013) e a Base Nacional Comum Curricular (2017).

Posteriormente, o jogo Bubuia foi implantado e avaliado com questionários aplicados a dois diferentes perfis, no qual os mesmos foram adaptados do método SUS e então verificada sua aceitação por parte de professores e alunos do Ensino Fundamental I. Como resultado foi possível observar no perfil professor, o jogo obteve elevado nível de concordância nas questões que se referem a facilidade de uso, aprendizagem e satisfação, já as questões que desrespeitam a dificuldade de uso e inconsistência tiveram nível elevado de desacordo; no perfil aluno obteve-se a média total com o valor de 78,6, e de acordo com os critérios de avaliação do método SUS, que representa um bom índice de satisfação referente ao jogo Bubuia.

Com isso, quando se propõe novas formas de aprendizado lúdico com questões intimamente relacionadas a matriz curricular por meio de jogos digitais obtendo-se resultados positivos, observa-se a quebra de paradigma sobre estas inovações não poderem ser utilizadas como auxílio no processo educacional.

Nesse contexto, podemos observar que o ensino e o aprendizado podem se tornar mais fáceis quando são empregados jogos digitais educacionais capazes de atrair total ou parcialmente o interesse do aluno. Entretanto, esses recursos com enfoque no ensino devem acompanhar a matriz curricular para que não haja desencontro entre conteúdo pedagógico e o proposto por essa tecnologia.

5.2 Limitações

Como limitações pode-se levar em consideração três fatores como, as escolas participantes, o número de professores e alunos que avaliaram o trabalho, a precariedade de algumas escolas em relação a laboratórios, pois mesmo possuindo laboratórios ocorria que determinado número de máquinas estavam inviáveis para o funcionamento, outro fator que se deve levar em consideração é o desenvolvedor do jogo e organizador da avaliação estar próximo podendo acarretar certo desconforto nos usuários avaliadores.

5.3 Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro pretende-se expandir o jogo para sistemas em rede, proporcionando com que o usuário jogue com outros participantes independentemente da plataforma utilizada, assim aumentando o número de personagens em disputa.

Outro fator a ser abordado é a sua portabilidade para dispositivos móveis, sendo que, estas ferramentas têm como facilidade o maior alcance relacionado ao número de usuários, possibilitando assim com que várias pessoas joguem e aprendam sobre os assuntos abordados pelo jogo.

Um outro ponto, pensando em tornar o jogo mais dinâmico, seria a inserção de uma tela de administrador; onde por sua vez, pode alterar, adicionar, excluir, questões e atualizar o banco de informações. Fazendo com que o professor ou administrador possa inserir questões de acordo com a dificuldade ou perfil do aluno.

Por fim, expandir para além dos temas abordados excedendo então a disciplina matemática, alcançando então outras matérias do componente curricular como português, química, física, ciências e outras.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. C. **O Uso de Softwares na Aprendizagem Matemática**. 2011.37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Informática na Educação) - Instituto de Computação da Universidade Federal de Mato Grosso em parceria com a Universidade Aberta do Brasil, Cuiabá. 2011.
- ALBUQUERQUE, E.; NASCIMENTO, C. e SARAIVA, S. **Jogos Matemáticos: Um Atrativo Facilitador no Processo de Ensino e Aprendizagem**. VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática, Canoas, 2013.
- ARAÚJO, A. K. L.; ARAÚJO, D. C.; MELO, S. D. A.; LINS, A. F. **Jogos Digitais na Educação Matemática**. V ENID Encontro de Iniciação a Docência, Campina Grande, 2015.
- ARRUDA, E. P. **Aprendizagens e Jogos Digitais**. Campinas, 2011.
- BERNARDI, S. T. **Utilização de Softwares Educacionais nos Processos de Alfabetização de Ensino e Aprendizagem com uma Visão Psicopedagógica**. Revista de Educação Ideal, v. 5, n. 10, 2010.
- BLUMENTHAL, G. **Aprendendo Matemática nos Ciclos Iniciais à Luz dos PCN's**. ACTA SCIENTIAE, v. 4, n. 1, 2002.
- BONA, B. O. **Análise de Softwares educativos para o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Universidade Luterana do Brasil. Carazinho, RS – Brasil. Disponível em: www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID71/v4_n1_a2009.pdf. Acesso em: 29 de mar. de 2018.
- BROOKE, J. **SUS: A ‘Quick And Dirty’ Usability Scale**. In P. W. JORDAN, B. THOMAS, B.A. WEERDMEESTER, AND I. L. MCCLELLAND (eds.) Usability Evaluation in Industry (189-194). London: Taylor and Francis, 1996.
- CLUA, E. W. G.; BITTENCOURT, J. R. **Uma Nova Concepção para Criação de Jogos Educativos**. 2004. Disponível em: http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/marcelo/materiais/Clua_e_Bittencourt_2004___Cria_o_de_Jogos_Educativos___minicurso.pdf . Acesso em: 1 de abr. 2018.
- COSTA, J. S. D. **Informática na Educação: O Uso do Computador No Processo de Ensino e Aprendizagem nas Escolas de Açu/RN na Perspectiva dos Atores Envolvidos Neste Processo**. Revista Científica Internacional, jan, v. 1, n. 4, 2009.
- COUTINHO, A.; LAGO, A.; BOAS, D.; MOURA, D.; COUTO, F.; CUNHA, F.; FURTADO, Thiago. **Jogos Digitais: Ferramentas e Processos**. 2013. Disponível em: http://marcelohsantos.com/aulas/downloads/1Semestre_2018/fmu/game/engine/Aula01_artigo.pdf . Acesso em: 1 de abr. de 2018.
- DA SILVA, L. V.; ANGELIM, C. P. **O Lúdico como Ferramenta no Ensino da Matemática**. Id Online Revista Multidisciplinar e de Psicologia, p. 897-909, 2017.
- EMILIANO, M. da S. **O uso de Softwares Educacionais para o Ensino de Matemática na Educação Superior: Relato de uma Experiência de Pesquisa**. 2015. Disponível em: <http://www.coipesu.com.br/upload/trabalhos/2015/12/o-uso-de-softwares-educacionais-para->

o-ensino-de-matematica-na-educacao-superior-relato-de-uma-experiencia-de-pesquisa.pdf. Acesso em: 12 de abr. de 2018.

FERNANDES, J. C. L. **Utilização dos Jogos de Computador como Ferramenta de Auxílio à Aprendizagem**. Periódico Eletrônico da FATEC-São Caetano do Sul, p. 88 a 97, 2010.

FERRETE, A. **O Projeto um Computador por Aluno na Escola EMEF Pedro Izildo de Oliveira: Possibilidade de Desafios**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2012.

FIGUEIREDO, G. L. R.; NOBRE, I. A. M.; PASSOS, M. L. S. **Tecnologias Computacionais na Educação**. Anais do XXI Workshop de Informática na Escola, 2015.

FRIEDMANN, A. **Brincar: Crescer e Aprender: O Resgate do Jogo Infantil**. São Paulo. Moderna, 1996.

FOWLER, M. **UML Essencial**. 3ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FUGIMOTO, S. **Informática na Educação: A Questão da Utilização do Computador na Escola em uma Perspectiva Construcionista**. Disponível em: http://alb.com.br/arquivo-morto/edicoes_anteriores/anais17/txtcompleto/sem16/COLE_1066.pdf. Acesso em: 12 de abr. de 2018.

GARCIA, I.; GARCIA, J. **An Alternative Methodology to Develop Educational Software Based on Effective Practices**. The Second International Conference on Systems and Networks Communications ICSNC 2007, Cap. Esterel, French Riviera, France, 2007.

GOUVÊA, M. C. M. D.; NAKAMOTO, P. D. P. T. **Avaliação de um Software Educacional: uma Oportunidade de Reflexão da Educação na Sociedade do Conhecimento**. VIII Encontro de Pesquisa e Educação, Uberaba, 2015.

GRIMM, G. H.; CALOMENO, C. **Fundamentos Para Análise de Jogos Educacionais Digitais - Aproximações da Teoria**. XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Curitiba, 2009.

GROENWALD, C. e TIMM, U. **Utilizando Curiosidades e Jogos Matemáticos em Sala de Aula**. 2010. Disponível em: <http://www.somatematica.com.br/artigos/a1/>. Acesso em: 12 de abr. 2018.

HENRIQUE, M.; MORAIS, I.; AZEVEDO, S.; ALBUQUERQUE, V. **Tabuada da Velha: Um Jogo Educacional Sobre Adição e Subtração**. Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação. p. 310-317, 2015.

JUNIOR, J. **Políticas de Tecnologia na Educação e a Formação de Professores: Um Estudo da Experiência do NIED/SEMEC-Belém-Pará**. 2015. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Ciência da Educação, Universidade Federal do Para. Belém. 2015.

JUNGES, C.; ORLOVISK, R. **A Importância da Informática na Educação**. Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, n. 000050, 2014.

LEVAY, P. FALCÃO, T.; DINIZ, J.; SOUZA, B. **Uma Experiência de Uso de Jogos Digitais como Ferramentas de Apoio para Aprendizagem de Inglês por Crianças**. Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE 2015), 2015.

LIMA, M. et al. **Jogo Digital como Tecnologia Educacional para a Comunicação e Prática Pedagógica**. XVII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Nordeste, Natal, 2015.

MADEIRA, C.; CAMARA, L; BESERRA, I; TAVARES, R. **Mathmare: Um Jogo de Plataforma Envolvendo Desafios Matemáticos no Ensino Médio**. Simpósio Brasileiro de Games, Teresina. p. 1042-1049, 2015.

MARQUES, C. G. **Introdução ao Desenvolvimento de Jogos Digitais Utilizando o Motor UDK**. 2015. 119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Inteligência e Designe Digital) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Belo Horizonte, 2015.

MIRANDA, F.; MORAES, A. **Avaliação da Interface de um Site de Comércio Eletrônico Através da Técnica Cooperativa**. In: 2º USIHR, 2003. Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: 2º USIHR, 8P.

MATTAR, J. **Games em Educação: Como os Nativos Digitais Aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MATTEI, C. **O Prazer de Aprender com a Informática na Educação Infantil**. 2001. Disponível em: <<http://polouabufrgspicotic.pbworks.com/w/file/attach/97258851/Informatica%20na%20educacao%20infantil.pdf>>. Acesso em 11 de Abril de 2018.

MEDEIROS, M. D. O.; SCHIMIGUEL, J. **Uma Abordagem Para Avaliação De Jogos Educativos: Ênfase no Ensino Fundamental**. Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro. p. 26-30, 2012.

MELO, S. D. A. D.; ARAÚJO, A. K. L.; LINS, A. F. **O Uso do Jogo Digital Coleta Matemática Como Recurso Didático Nos Anos Iniciais: Resultados de Uma Pesquisa**. IX Encontro Paraibano de Educação Matemática, Campina Grande, 24 a 26 novembro 2016.

MELO, L.; MEYER, J. **Levantamento de Requisitos**. Faculdades Integradas Mato-Grossense de Ciências Sociais e Humanas, p. 1–33, 2010. [Http://www.ice.edu.br/tnx/encontrocomputacao/artigos-internos/aluno_leandro_cicero_levantamento_de_requisitos.pdf](http://www.ice.edu.br/tnx/encontrocomputacao/artigos-internos/aluno_leandro_cicero_levantamento_de_requisitos.pdf). Acesso em: 18 nov. 2016.

MENDES, L.; TROBIA, I. **Jogos Uma Metodologia para o Ensino e Aprendizagem de Matemática no Ensino Fundamental**. 201?. Disponível em: <http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/JOGOS-UMA-METODOLOGIA-PARA-O-ENSINO-E-APRENDIZAGEM-DE-MATEMÁTICA-NO-ENSINO-FUNDAMENTAL.pdf>. Acesso em: 30 de mar. de 2018.

MENEZES, J. E. **História como Tendência na Educação Matemática: Potencialidades e Limitações na Prática Atual de Professores do Ensino Básico**. VI Congresso Internacional de Ensino de Matemática, Canoas, 2013.

MORAIS, R X. T. **Software Educacional: A Importância de Sua Avaliação e do Seu Uso nas Salas de Aula**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) - Faculdade Lourenço Filho. Fortaleza, 2011.

MORATORI, P. B. **Por que Utilizar Jogos Educativos no Processo de Ensino Aprendizagem?** Trabalho de Conclusão de Disciplina do Mestrado de Informática aplicada à Educação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.

MORIBE, V. A. **Jogo para Android com Unity3D.** 2012. Disponível em: <http://www.fatecid.com.br/reverte/index.php/revista/article/download/73/74>. Acesso em: 13 de abr. de 2018.

MUELLER, L. C. **Uso de Recursos Computacionais Nas Aulas de Matemática.** 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário UNIVATES. 2013.

NASCIMENTO, J. K. F. D. **Informática Aplicada à Educação.** 4º. ed. Cuiabá: Rede e-Tec Brasil. p. 1-71, 2013.

NETO, J. F. B.; FONSECA, F. D. S. D. **Jogos Educativos em Dispositivos Móveis como Auxílio ao Ensino da Matemática.** *Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 1, 2013.

NETO, J. F. B.; FONSECA, F. D. S. D. **Jogos Educativos em Dispositivos Móveis como Auxílio ao Ensino da Matemática no Ensino Fundamental.** *Novas Tecnologias na Educação.*

NOGUEIRA, T. C. A.; SANTOS, E. E. F.; CARRIJO, G. C.; SAMPAIO A. S. F. **Software Educativos Gratuitos para o Ensino de Matemática.** XVIII Conferência Internacional sobre Informática na Educação-Tise, Porto Alegre. p. 483-486, 2013.

NUNES, F. L. P.; SARACENI, G. C. M. G. **O Lúdico no Aprendizado da Matemática na Educação Infantil.** Monografia. Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium. Lins – SP. 2013.

OLIVEIRA, E. S. D.; SANTANA, M. S. S. **A Utilização de Aulas Temáticas para Melhorar a Aprendizagem e o Ensino de Matemática.** 8º Encontro Internacional de Formação de Professores e 9º Fórum Permanente de Inovação Educacional, 2015. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/1421>. Acesso em: 28 de nov. de 2019.

PASUCH, A.; BARBOZA, J. V.; BASSANI, L. **A Utilização do Lúdico no Processo de Ensino-Aprendizagem de Frações.** Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática. Curitiba – PR, 2013.

PEREIRA, A.; SILVA, F.; PICONEZ, S.; ZIMER, M. **Jogos Digitais no Desenvolvimento de Conceitos Matemáticos Sob Perspectiva BYOD e abordagem m-Learning na escola pública.** XX II Anais do Workshop de Informática na Escola, Uberlândia, p. 71-80, 2016.

PETRY, L.; FILHO E.; PONTUSCHKA, F.; FRAGOSO F.; MARQUES, G.; ZANSAVIO, W. **Organizando os Mapas de Iluminação dos Assets de Arte para os Motores De Jogos: Considerações Metodológicas para o Caso da Produção Voltada ao Motor de Jogos UDK.** XI Simpósio Brasileiro de Games, Brasília. p. 37-47, 2012.

PIAGET, J. **A Formação do Símbolo na Criança: Imitação, jogo e sonho, imagem e representação.** Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

- PIETRUCHINSKI, M. NETO, J.; MALUCELLI, A.; REINEHR, S. **Os Jogos Educativos no Contexto do SBIE: uma Revisão Sistemática de Literatura**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Aracaju. p. 476-485, 2011.
- POETA, C.; GELLER, M. **Jogos Digitais Educacionais: Concepções Metodológicas na prática**. Educação Matemática em Revista, v. 1, n. 15, p. 49-64, 2014.
- RIBEIRO, R. J.. **Teorias de Aprendizagem em Jogos Digitais Educacionais: um Panorama Brasileiro**. Novas Tecnologias na Educação, v. 13, n. 1, 2015.
- ROCHA, S. **Uso do Computador na Educação: A Informática Educativa**. 2008. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/richardreinaldo/o-uso-do-computador-na-educao-a-informatica-educativa> . Acesso em 13 de jan. de 2018.
- SANTOS, A.; SANTOS, M.; DINIZ, J. **Mobilizando Conhecimentos Matemáticos Através dos Jogos Digitais**. Computer on the Beach, Itajaí, p. 269-278, 2015.
- SANTOS, J.; FRANÇA, K.; SANTOS, L. **Dificuldades de Aprendizagem em Matemática**. IV Congresso de Psicopedagogia Escolar, Uberlândia, 2015.
- SANTOS, F.; ALMEIDA, J.; NASSAR, A.; BASSALO, J.; SOBRINHO, C. **A Interação Tecnológica no Modelo Pedagógico da Educação Básica Brasileira**. Workshop de Desafios da Computação Aplicada a Educação-DESAFIE, 2012.
- SANTOS, W. O. D.; SOUZA A. A.; OLIVEIRA M. L. S.; SILVA, A. P.; TENÓRIO, A. K. S.; RODRIGUES, A. N.; JUNIOR, C. G. S. **Desafios com Palitos: Um Jogo Para o Ensino de Conceitos Específicos de Matemática**. Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação. p. 334-341, 2015.
- SANTOS, S. C. **A Importância do Lúdico no Processo Ensino Aprendizagem**. Monografia de Especialização. Curso de Pós-Graduação a Distância Especialização *Lato-Sensu* em Gestão Educacional, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria – RS, 2010.
- SAVI, R; UBRICHT, VANIA R. **Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios**. Revista Novas Tecnologias na Educação. CINTED-UFRGS. v. 6, n. 2. (2008).
- SAVI, Rafael. **Avaliação de Jogos Voltados para a Disseminação do Conhecimento**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- SILVA, A. S.; MACEDO, H. T. **Um Motor para Jogos Cross-media**. Scientia Plena, São Cristóvão, v. 5, n. 9, 2009.
- SILVA, F. R. D.; LOPES, V. L.; CARVALHO, M. A. D. **Desenvolvimento de Jogos de Plataforma com Unity**. Revista Eletrônica Científica de Ciência da Computação, v. 11, n. 1, 2016.
- SILVA, N; MINEO, M. **Elaboração e Aplicação do Jogo Ambiental como Instrumento de Educação Ambiental**. Revista Eletrônica em Gestão - Educação e Tecnologia Ambiental, p. 1078–1082, 2015.
- SILVA, Andressa Cristina. **A Informática Inserida na Educação: Metodologia Diferenciada para o Ensino Fundamental**. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Pedagogia, Faculdade Ranchariense. Rancharia, 2012.

SILVA, S. **Jogos Educativos Digitais como Instrumento Metodológico na Educação Infantil**. Publicado em 05/09/2010. Disponível em: https://portal.fslf.edu.br/wp-content/uploads/2016/12/tcc_4.pdf. Acesso em: 12 de abr. de 2018.

SILVEIRA, S. R.; SOUZA, A. C.; CIRÍACO, E. D. L. **Utilização dos Jogos Digitais para Desenvolvimento do Raciocínio Lógico-Matemático**. Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Canoas, v. 1, n. 1, 2012.

SILVEIRA, M. **Matemática é Difícil: Um Sentido Pré-Constituído Evidenciado na Fala dos Alunos**. 2002. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/25/marisarosaniabreusilveirat19.rtf>>.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; CÂNDIDO, P. T. **Jogos Matemáticos de 1º a 5º ano**. In série Cadernos de Mathema Ensino Fundamental. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SOBRINHO, M.; RESPLANDES, D.; VALENTE, K.; NETO, E.; FILHO, R. **Game Serra Pelada: Projeto Implementação e Avaliação de um Jogo Educativo para o ensino de Geometria para Alunos do 9º do Ensino Fundamental**. Simpósio Brasileiro de Games, São Paulo. p. 865-872, 2016.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software. Tradução IVAN, B e KALINA, G; revisão técnica KECHI, H.** 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

SONAGLIO, C. P.; ACCORDI, M. L.; ANTUNES, L. **Análise de Funcionalidade de Desempenho de Motores de Jogos Gratuitos**. Anais da Semana de Ciência e Tecnologia.

TAVARES, Neide Rodriguez Barea. **Formação Continuada de Professores em Informática Educacional**. USP: Unidade Faculdade de Educação (FE). Dissertação de Mestrado, 2001.

THORN, A. **UDK Game Development**. Boston. Course Technology Cengage Learning. 2011.

TOLEDO, M. **O Uso do Software com Ferramenta de Ensino-Aprendizagem na Educação do Ensino Médio/Técnico no Instituto Federal de Minas Gerais**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão de Conhecimento) – Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2015.

TORI, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém: Viii Sysposium On Virtual Reality, 2006.

VIEIRA, C. B. M. **Refactoring para Aspectos de um Framework de Motores de Jogos Orientado a Objetos**. 2005. 39 f. Monografia (Bacharelado em Ciências da Computação) - Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, 2005.

VANDRESEN, E. **A Importância do Lúdico nas Aulas de Matemática**. Monografia. Faculdades Integradas do Vale do Ivaí, Instituto Superior de Educação (ISE). Ivaiporã. 2013.

XAVIER, Thomaz Canali. **Estudo e Desenvolvimento de Jogos para Internet Utilizando Unity 3d**. 2011. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Sistemas para Internet) – Instituto Federal do Sul-Rio-Grandense, Campus Passo Fundo. Passo Fundo, 2011.