

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS BAURU**  
**DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

LUCAS CARDozo PARMEgIANI

**JOGO SÉRIO PARA MATEMÁTICA SOBRE GEOMETRIA  
EUCLIDIANA PLANA**

BAURU-SP  
Fevereiro/2022

LUCAS CARDOZO PARMEGIANI

**JOGO SÉRIO PARA MATEMÁTICA SOBRE GEOMETRIA  
EUCLIDIANA PLANA**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, Campus Bauru.  
Orientador: Profa. Me. Juliana da Costa Feitosa  
Coorientador: Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega

BAURU-SP  
Fevereiro/2022

Lucas Cardozo Parmegiani Jogo Sério para Matemática sobre Geometria Euclidiana Plana/ Lucas Cardozo Parmegiani. – Bauru-SP, Fevereiro/2022-  
**59** p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.  
Orientador: Profa. Me. Juliana da Costa Feitosa  
Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Faculdade de Ciências  
Bacharelado em Ciência da Computação, Fevereiro/2022.  
1. Jogos Digitais 2. Jogos Sérios 3. Geometria Euclidiana Plana 4. Ensino 5. Aprendizagem

Lucas Cardozo Parmegiani

## **Jogo Sério para Matemática sobre Geometria Euclidiana Plana**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Campus Bauru.

Banca Examinadora

---

**Profa. Me. Juliana da Costa Feitosa**

Orientador

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

---

**Profa. Dra. Simone das Graças**

**Domingues Prado**

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

---

**Profa. Dra. Márcia Aparecida Zanolí**

**Meira e Silva**

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Bauru, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Dedico este trabalho à minha família, que me apoiou de todas as formas possíveis. Aos meus amigos, que me apoiaram e me deram forças para continuar. E ao Prof. Dr. Alexys Bruno Alfonso, que me inspirou à seguir meus sonhos.*

# Agradecimentos

Primeiramente, agradeço à minha família pelo imenso apoio que me deram. Principalmente durante o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também amor e a calma que me transmitiam, sempre me orientando para que eu pudesse concluir mais esta etapa da minha vida. Além dos conselhos que sempre vieram nos momentos oportunos.

Agradeço também aos meus amigos, por compartilhar tanto os momentos bons, quanto os momentos ruins, que me ocorreram durante esta jornada. Assim como os discursos motivacionais que reforçavam para que eu não desistisse dos meus sonhos.

Agradeço também aos meus orientadores, que me ensinaram muito durante todo este período. À Profa. Me. Juliana da Costa Feitosa, que me acompanhou durante algumas disciplinas e que acreditou no meu potencial para concluir esse trabalho. Assim como o Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega, por todos seus ensinamentos e momentos de descontração que tivemos durante nossas reuniões.

Por fim, um agradecimento especial para a Thais Queiroz. Nossa trabalho em conjunto proporcionou um nível de amadurecimento profissional de ambas as partes, além de todo apoio pelas modelagens 3D e pela ajuda com o *design* do jogo.

*Ao brincar, a criança assume papéis e aceita as regras próprias da brincadeira, executando, imaginariamente, tarefas para as quais ainda não está apta ou não sente como agradáveis na realidade.*

Lev Vygotsky

# Resumo

Existe uma diversidade de ferramentas com o propósito de aprimorar o conhecimento, tais como, brincadeiras educativas, jogos analógicos (e.g. jogos de tabuleiro, jogos de cartas) e jogos digitais. Este último, em específico, está sendo cada vez mais utilizado como método lúdico para a construção e desenvolvimento do conhecimento. Além disso, a matemática, pertencente as ciências exatas, possui um papel fundamental como facilitador para os avanços na sociedade moderna, bem como a Geometria Euclidiana Plana. Por conta disso, estudiosos vêm se esforçando para abordar novas maneiras de aprimorar suas metodologias de ensino-aprendizagem, acompanhando a evolução das novas tecnologias. Nesse sentido, o presente trabalho visa apresentar o jogo sério desenvolvido, nomeado como *O Escapista e a Matemática de Euclides*. Sendo este jogo sério uma ferramenta de apoio para o educador, tornando assim os conteúdos abordados sobre a Geometria Euclidiana Plana, mais atrativos e divertidos para o educando. Além de abordar uma forma mais descontraída e instigante para ele. A metodologia adotada está concentrada na revisão de literatura, em dissertações, teses, artigos e ferramentas fundamentais na construção desse jogo sério.

**Palavras-chave:** Jogos Digitais. Jogos Sérios. Geometria Euclidiana Plana. Ensino. Aprendizagem.

# Abstract

There is a range of tools to enhance knowledge, such as educational games, analogic games (e.g. board games, card games) and digital games. The latter is being increasingly used as a ludic method for knowledge construction and development. Moreover, mathematics, a part of the exact sciences, such as Euclidean Plane Geometry has a fundamental role as a facilitator for the advances in modern society. Therefore, scholars have been striving to address new ways to improve their teaching-learning methodologies, following the evolution of new technologies. In this regard, the present research, aims to present the serious game developed named as *The Escapist and Euclid's Mathematics*. As this serious game is a helpful tool for the educator, it will make the subjects about Euclidean Plane Geometry more interesting and entertaining for the student. In addition to approach in a more laid-back and instigating way. The methodology adopted is focused on literature review, dissertations, thesis, articles and fundamental tools in the construction of the game.

**Keywords:** Digital Games. Serious Games. Euclidean Plane Geometry. Education. Learning.

# Listas de figuras

Figura 1 – Ambientação do jogo Mundo de Euclides, um jogo educativo sobre Geometria Euclidiana . . . . .	17
Figura 2 – Exemplo de jogo sério de matemática para auxílio na memorização da tabuada .	20
Figura 3 – Diferenças entre Jogos de Entretenimento, Difusores de Mensagem, e Jogos Sérios	22
Figura 4 – Definições presentes no Livro 1 do livro Os Elementos de Euclides . . . . .	23
Figura 5 – Módulos que compõem o jogo sério . . . . .	25
Figura 6 – Interface vista pelo jogador durante sua <i>gameplay</i> . . . . .	26
Figura 7 – Janela de menu dentro do jogo . . . . .	27
Figura 8 – Janela de dica do segundo desafio . . . . .	27
Figura 9 – Aviso para o jogador montar a escada . . . . .	28
Figura 10 – Notificação de quando o jogador cumpre o terceiro desafio . . . . .	28
Figura 11 – Campo de visão da primeira câmera do jogo, sem painel de introdução . . . . .	29
Figura 12 – a) Câmera sobre a escada do primeiro desafio, b) Câmera da campainha . . . . .	30
Figura 13 – a) Câmera sobre a mesa do segundo desafio, b) Câmera da máquina de corte de engrenagem . . . . .	31
Figura 14 – Câmera posicionada na máquina de cortes de engrenagem . . . . .	31
Figura 15 – Modelo da casa desenvolvido no <i>SketchUp</i> . . . . .	32
Figura 16 – Inspector de um objeto com <i>script DragObj</i> . . . . .	33
Figura 17 – Exemplo da ferramenta segurar objetos . . . . .	34
Figura 18 – Exemplo da ferramenta de corte . . . . .	36
Figura 19 – Exemplo da ferramenta de cola . . . . .	37
Figura 20 – Exemplo da ferramenta de prensar . . . . .	38
Figura 21 – Primeiro desafio e aplicação da ferramenta de corte . . . . .	39
Figura 22 – a) Cabo de energia da máquina consertado, b) Luz da máquina indicando que está funcionando . . . . .	41
Figura 23 – Terceiro desafio e aplicação da ferramenta de prensar . . . . .	41
Figura 24 – Localização da dica do enigma final . . . . .	42
Figura 25 – Problema a ser resolvido do terceiro desafio . . . . .	43
Figura 26 – Jogo estilo <i>escape room</i> : "Escape Game 50 Rooms" . . . . .	45
Figura 27 – Visão da câmera do personagem dentro da sala principal . . . . .	46
Figura 28 – Primeira tela da aplicação do Menu Principal . . . . .	47
Figura 29 – Tela de informações sobre os controle do personagem . . . . .	48
Figura 30 – Tela de Vitória após concluir o jogo . . . . .	49
Figura 31 – Tela de Fim de Jogo após acabar o tempo . . . . .	50
Figura 32 – Personagem com animação de <i>andando</i> . . . . .	50
Figura 33 – Personagem com animação de <i>parado</i> . . . . .	51

Figura 34 – Configuração do <i>metarig</i> do personagem no <i>Unity</i> . . . . .	51
Figura 35 – Significado dos símbolos do fluxograma . . . . .	52
Figura 36 – Fluxograma do jogo sobre o Menu Principal . . . . .	52
Figura 37 – Fluxograma sobre o primeiro desafio . . . . .	53
Figura 38 – Fluxograma sobre o segundo desafio . . . . .	54
Figura 39 – Fluxograma sobre o terceiro desafio . . . . .	55

# Lista de códigos

1	Trecho do código DrogObj com os métodos envolvendo <i>mouse</i> . . . . .	33
2	Trecho do <i>script</i> Tocar_serra que trata a colisão do objeto a ser cortado . . .	35
3	Trecho do <i>script</i> “SoldarSegmentos” que trata a colisão do objeto que será unido	36
4	Trecho do <i>script</i> “Tocar_prensa” que trata a colisão do objeto que será prensado	38

# Lista de abreviaturas e siglas

ABP      Aprendizagem Baseada em Problemas

PC      *Personal Computer*

SO      Sistema Operacional

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema</b>	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b>	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>17</b>
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivos Específicos	17
<b>1.4</b>	<b>Organização do Trabalho</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Jogos Sérios na Educação</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>A Geometria Euclidiana</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Desenvolvimento dos Módulos</b>	<b>25</b>
3.1.1	Módulo de Interface	26
3.1.2	Módulo de Visualização	29
3.1.3	Módulo de Ambientação Tridimensional	31
3.1.4	Módulo de Manipulação de Objetos	32
3.1.5	Módulo de Desafios	38
3.1.5.1	Primeiro Desafio	39
3.1.5.2	Segundo Desafio	40
3.1.5.3	Terceiro Desafio	41
<b>4</b>	<b>SOBRE O JOGO</b>	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>Especificações Técnicas</b>	<b>46</b>
<b>4.2</b>	<b>Menu Principal</b>	<b>46</b>
4.2.1	Jogabilidade	47
4.2.2	História	48
4.2.3	Ganhando o Jogo	49
4.2.4	Perdendo o Jogo	49
<b>4.3</b>	<b>Documento de Design</b>	<b>50</b>
4.3.1	Personagem	50
4.3.2	Fluxograma do Jogo	51
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>56</b>



# 1 Introdução

A busca para diversificar as metodologias de ensino-aprendizagem que estão presentes atualmente continua crescente, pois existe uma diversidade de ferramentas com o propósito de aprimorar o conhecimento, tais como, brincadeiras educativas, jogos analógicos (e.g. jogos de tabuleiro, jogos de carta) e jogos digitais. Este último, em específico, é cada vez mais utilizado como método lúdico para a construção e desenvolvimento do conhecimento (ROLINO; AFINI; VIEIRA, 2015).

Segundo Matreiro (2018), o uso da ludicidade no âmbito da educação tem-se mostrado bastante eficaz para a construção dos saberes. De acordo com a autora, o educando é capaz de desenvolver seu próprio raciocínio e construir seu conhecimento no momento em que está envolvido com a atividade, colocando em jogo seus saberes e refletindo sobre novas ideias.

Assim como outras disciplinas essenciais no ensino, a matemática mostrou-se cada vez mais necessária nas áreas do conhecimento. De modo geral, as ciências exatas são facilitadoras para os avanços da sociedade moderna, considerando que os conhecimentos matemáticos viabilizam progressos relevantes. Por conta disso, estudiosos vêm se esforçando para abordar novas maneiras de aprimorar suas metodologias de ensino-aprendizagem, acompanhando a evolução das novas tecnologias (MATREIRO, 2018).

O avanço da ciência e das novas tecnologias propicia que cada vez mais pessoas tenham acesso a uma crescente de informações. Grande parte destas informações apresentam uma relação direta com atividades da vida cotidiana, exigindo que elas tomem um posicionamento frente a decisões importantes, o que acaba afetando de forma significativa o interesse particular e coletivo de cada um (ANDRADE; VASCONCELOS, 2012). Os problemas que envolvem o aprendizado de um indivíduo não são restritos ao professor, ao aluno, muito menos à disciplina de matemática (MATREIRO, 2018).

Por ser uma atividade que traz para o indivíduo uma sensação de satisfação e prazer, cada vez mais os jogos digitais conseguem atrair a atenção dos jogadores (PRENSKY, 2012). Contudo, por mais semelhantes que possam parecer, jogos sérios e jogos digitais têm finalidades diferentes . Pois, segundo Loh, Sheng e Ifenthaler (2015), os jogos sérios são jogos digitais e ferramentas de simulação, criados para utilização com intuito de não-entretenimento. Isto é, não tem como principal função o entretenimento, mas com o principal uso de melhorar habilidades de jogadores-aprendizes através do treinamento e instrução. De tal forma que eles se envolvam e possam se sentir inseridos em um contexto que consigam se divertir e aprender ao mesmo tempo (FEITOSA, 2019).

Sendo assim, o jogo sério desenvolvido para este projeto, visa contribuir como uma ferramenta de apoio para os professores de matemática. Mais especificamente, para o ensino

da Geometria Euclidiana Plana. Deste modo, o jogo O Escapista e a Matemática de Euclides, utiliza dos conceitos de postulados e axiomas dessa geometria, aplicando-os de forma interativa e divertida. Mas também, instigando o aluno aprofundar seus conhecimentos nesta área. Além de proporcionar uma visão diferenciada dos conceitos utilizados, aplicando-os em ambiente virtual tridimensional, pois, ao utilizar desta ambientação, a visualização de alguns postulados pode se tornar mais fácil.

## 1.1 Problema

A geometria é um ramo da matemática de extrema importância e provou-se essencial no mundo ([MATREIRO, 2018](#)). Na execução deste trabalho os conceitos utilizados para explicar os desafios estão baseados no trabalho de Euclides, mais precisamente sobre a Geometria Euclidiana Plana. A coletânea (Os Elementos) engloba conjuntos de definições, postulados, proposições e demonstrações matemáticas das proposições ([MOL, 2013](#)).

O crescente interesse de desenvolvedores na criação de jogos sérios digitais, nos dias atuais, é evidente. São recursos computacionais que se aliam às atividades e servem de apoio para o aprendiz, instigando a curiosidade sobre o saber matemático ([SILVA; VICTER, 2015](#)).

Apesar da ampla variedade de jogos sérios que abordam tópicos matemáticos, jogos sobre a Geometria Euclidiana Plana possuem poucos representantes. Visto que, em alguns casos, jogos com esta temática se limitam a cenários bidimensionais, sendo pouco atrativos para o estudante e deixando a desejar na ilustração dos postulados e axiomas.

## 1.2 Justificativa

Como apresentado anteriormente, a geometria mostrou-se importante para as civilizações em todo período histórico, devido a sua relevância num amplo espectro para o aprimoramento da tecnologia. Apesar de ser um assunto de grande significância, podem surgir falhas durante a fase de aprendizagem deste conteúdo que dificultam seu entendimento.

Considerando a problemática apresentada, o jogo sério O Escapista e a Matemática de Euclides foi desenvolvido. O mesmo é composto por desafios envolvendo conceitos da Geometria Euclidiana Plana, de forma que o aluno consiga visualizar o conteúdo dado em sala de aula de maneira mais interativa e divertida. Além disso, por meio desse jogo, justifica-se exemplificar como a Geometria Euclidiana pode ser vista nos sólidos tridimensionais encontrados no cotidiano.

A pesquisa foi motivada devido a pouca variedade de jogos sobre Geometria Euclidiana. Durante os estudos realizados foi possível encontrar alguns trabalhos correlatos, em especial o jogo sério nomeado como “Mundo de Euclides” ([Figura 1](#)), que também explora alguns dos

postulados e axiomas euclidianos. Porém, o jogo foi desenvolvido em um ambiente 2D, sendo esta abordagem mais comum devido a natureza do tema.

Figura 1 – Ambientação do jogo Mundo de Euclides, um jogo educativo sobre Geometria Euclidiana



Fonte: [Souza et al. \(2014, p.316\).](#)

## 1.3 Objetivos

O objetivo deste projeto de conclusão de curso foi desenvolver um jogo sério sobre a Geometria Plana, voltado para estudantes com faixa etária entre 12 e 17 anos.

### 1.3.1 Objetivo Geral

O Objetivo desse projeto foi desenvolver um jogo sério para matemática sobre a Geometria Euclidiana Plana.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Para os objetivos específicos, foram desenvolvidos os Módulos de:

- Interface;
- Visualização;
- Ambiente Tridimensional;
- Manipulação de Objetos; e
- Desafios.

Além disso, foi ilustrado determinados conceitos de postulados e axiomas da Geometria Euclidiana Plana por meio do jogo sério.

## 1.4 Organização do Trabalho

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

No Capítulo 2 são explorados os conceitos de jogos sérios como ferramentas para aprimorar habilidades, em específico, auxiliar no processo de adquirir conhecimento de forma interativa e prazerosa. Bem como são abordados conceitos sobre a Geometria Euclidiana Plana que nortearam o trabalho.

O Capítulo 3 descreve o desenvolvimento do projeto, desde sua arquitetura lógica até os detalhes da implementação do jogo. Ele aborda todos os módulos que foram desenvolvidos e que compõem este jogo sério.

O Capítulo 4 descreve todas as informações sobre o jogo desenvolvido.

Finalmente, no Capítulo 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho e as possibilidades de trabalhos futuros.

## 2 Fundamentação Teórica

Neste presente capítulo, é possível observar conceitos importantes que foram utilizados para o desenvolvimento do jogo O Escapista e a Matemática de Euclides. Serão abordados os conceitos que nortearam este trabalho, como os jogos sérios. Por último, será realizada uma breve apresentação dos conceitos utilizados no jogo sobre a Geometria Euclidiana Plana.

### 2.1 Jogos Sérios na Educação

Segundo Maurício (2008) as atividades lúdicas são indispensáveis à saúde física, emocional e intelectual. Através delas, o indivíduo desenvolve a linguagem, o pensamento, a socialização, a iniciativa e a autoestima, preparando-se para ser um cidadão capaz de enfrentar desafios e participar ativamente da vida em sociedade. Independentemente de época, cultura e classe social, os jogos e brinquedos fazem parte da vida da criança, pois elas vivem em um mundo de sonhos onde a realidade e a fantasia se confundem.

É por intermédio da atividade lúdica que a criança se prepara para a vida, assimilando a cultura do meio em que vive, a ela se integrando, adaptando-se às condições que o mundo lhe oferece e aprendendo a competir, cooperar com seus semelhantes e conviver como um ser social (ANDRADE; VASCONCELOS, 2012, p.111).

A tecnologia evoluiu de tal forma que o uso de jogos como ferramenta lúdica não se prende somente aos primeiros anos dos estudantes. Segundo Moraes e Cardoso (2018), novas técnicas de ensino-aprendizagem vêm sendo incorporadas para auxiliar alunos de engenharia de forma efetiva. Visto que, o jogo sério deverá ser adequado à proposta referente ao objetivo do ensino da engenharia e das habilidades que serão desenvolvidas.

Moraes e Cardoso (2018) também abordam a aplicabilidade da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) utilizando jogos sérios, sendo que ela pode tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente. Este método de aprendizagem é definido como:

Em concurso com essas várias definições, apresentamos a ABP como uma estratégia de método para aprendizagem, centrada no aluno e por meio da investigação, tendo em vista à produção de conhecimento individual e grupal, de forma cooperativa, e que utiliza técnicas de análise crítica, para a compreensão e resolução de problemas de forma significativa e em interação contínua com o professor tutor (SOUZA; DOURADO, 2015, p. 184).

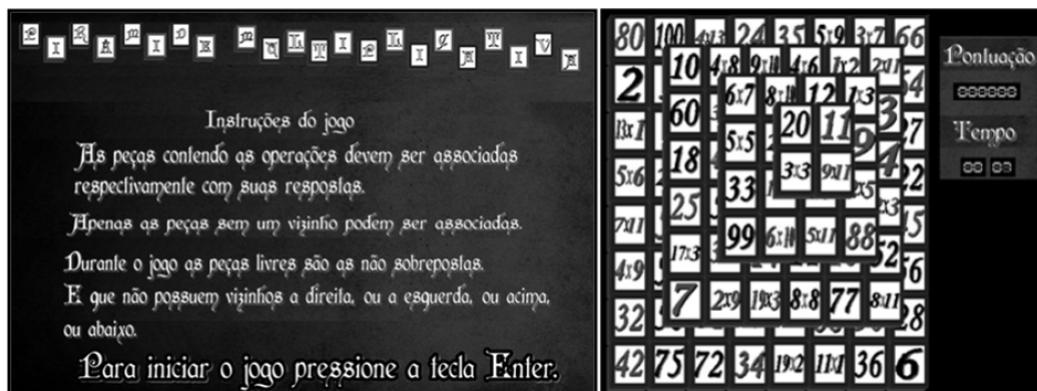
Os jogos sérios digitais fazem parte destes instrumentos de construção dos saberes de forma interativa e estimulante para o aprendiz. Para Loh, Sheng e Ifenthaler (2015), o foco

do jogo sério não é a diversão, mas sim possibilitar a construção do conhecimento de forma agradável. Ainda assim, os jogos sérios podem proporcionar diversão ao jogador.

De modo geral, o conhecimento informatizado tornou-se muito popular no final dos anos 80. Isso permitiu que os educadores pudessem criar seus próprios jogos com o intuito de lecionar determinado tópico. Por esse motivo, possibilitou-se com que os jogos pudessem ilustrar conceitos ou procedimentos difíceis, caso tentasse exemplificar sem a utilização de uma ferramenta digital (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015).

O crescimento do interesse de desenvolvedores para criar jogos sérios digitais é evidente. São recursos computacionais que se aliam as atividades e servem de apoio para o aprendiz, instigando-o sobre os saberes (SILVA; VICTER, 2015). É exemplificado por meio da Figura 2 um jogo sério de matemática inspirado no jogo de mesa *Mahjong*, cujo objetivo é escolher os pares das peças que representam a multiplicação e seu respectivo resultado (ROLINO; AFINI; VIEIRA, 2015).

Figura 2 – Exemplo de jogo sério de matemática para auxílio na memorização da tabuada



Fonte: Rolino, Afini e Vieira (2015).

Segundo Petry (2016), o aprendizado pode ocorrer mesmo não intencionalmente, assim como, pode-se aprender mais ou diferente do que teria sido proposto por meio dos jogos. A autora também discorre sobre a utilização desta ferramenta para o ensino, argumentando que ela pode cumprir, ou não, seu objetivo, pois dependerá de como será aplicado e do propósito do jogo. Portanto, o educador precisa saber como utilizar os jogos educacionais, de forma que complemente suas aulas e não as atrapalhe.

Segundo Prensky (2012), os jogos conseguem prender a atenção do indivíduo por se tratar de algo prazeroso e causar sensação de satisfação. O autor também aponta outros motivos, como por exemplo: é uma forma de brincar e torna intenso o envolvimento, possui regras a serem seguidas, metas que levam à motivação, gratificação do ego através das vitórias, desenvolvimento da criatividade por meio das soluções de problemas e envolvimento com enredo, proporcionando emoção ao jogar.

A produção de um jogo sério pode ser desafiadora se forem levadas em consideração

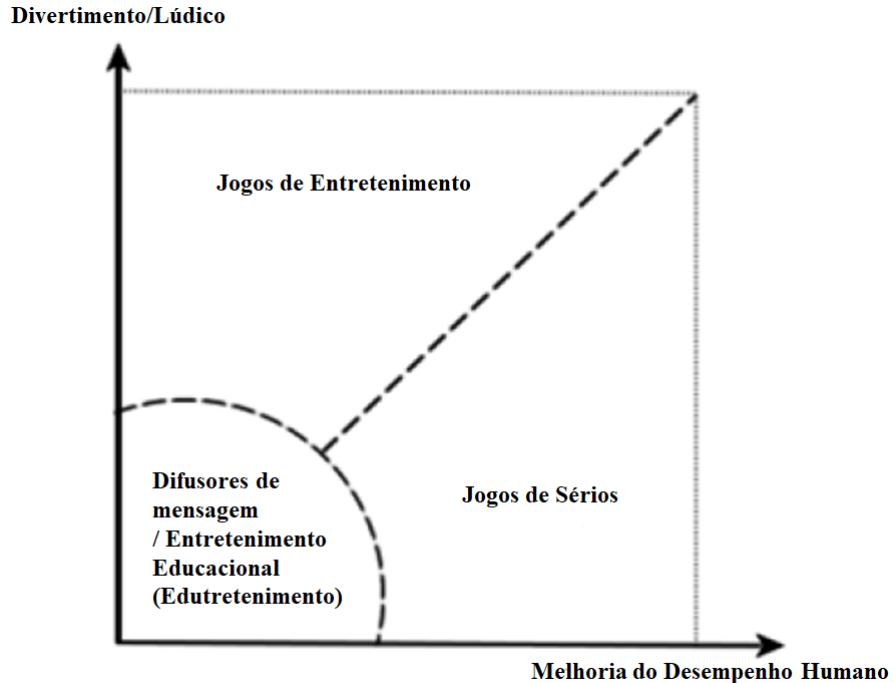
algumas problemáticas. O desenvolvedor deve ter ciência do produto final (jogo sério) para que ele atenda os requisitos solicitados. Dessa forma, apesar de parecer simples seu conceito, o jogo sério, como *software* desenvolvido, pode ser uma simulação, um objeto de aprendizagem ou de treinamento, ou um instrumento avaliativo (ROCHA; BITTENCOURT; ISOTANI, 2015). Segundo Rocha, Bittencourt e Isotani (2015), um jogo sério, sendo um *software* gráfico interativo, necessita de elementos fundamentais para cumprir seu papel como jogo digital. Ele precisa de regras, estratégias, recompensas, pontuação, desafios e *feedback*.

Por mais semelhantes que possam parecer, jogos sérios e jogos comuns têm finalidades diferentes. Entretanto, os jogos sérios buscam utilizar das técnicas dos jogos comuns para atrair jogadores, de modo que eles se envolvam e possam se sentir inseridos em um contexto que consigam se divertir e aprender ao mesmo tempo (FEITOSA, 2019). Segundo Feitosa (2019), o desenvolvimento do jogo sério precisa ser abordado de uma forma diferente do jogo comum. Com isso, desenvolver um jogo sério requer um planejamento para que seja encontrado um equilíbrio entre a diversão e os objetivos sérios do jogo.

Para Loh, Sheng e Ifenthaler (2015), dentro da definição do jogo sério, é necessário acrescentar a melhoria do desempenho dentro das ideias deste conceito. De acordo com o autor, os jogos sérios são jogos digitais e ferramentas de simulação, criados para utilização com intuito de não-entretenimento. Isto é, não tem como principal função o entretenimento, mas com o principal uso de melhorar habilidades de jogadores-aprendizes através do treinamento e instrução.

É possível observar por meio da Figura 3 os *jogos de entretenimento, difusores de mensagens, e jogos sérios*. Cada um deles é definido pelo quanto os jogadores pontuam ao longo do eixo do *divertimento/lúdico e melhoria do desempenho humano* (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015). Para o autor, é possível compreender que, ao inserir a melhoria do desempenho humano na definição de jogos sérios, alguns questionamentos foram criados: "Como diferenciamos estes tipos de jogos do organismo de difusão de mensagens? Deveria haver um novo nome para este tipo de jogos que melhoram o desempenho?" (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015) (tradução nossa).

Figura 3 – Diferenças entre Jogos de Entretenimento, Difusores de Mensagem, e Jogos Sérios



Fonte: Loh, Sheng e Ifenthaler (2015) (tradução nossa).

## 2.2 A Geometria Euclidiana

A geometria é um assunto muito importante da matemática e provou-se essencial no mundo. Por volta do século V a.C., os gregos utilizavam das formas geométricas para construção de cenários realísticos e, também, para explicar fenômenos físicos, como por exemplo, a propagação da luz (SCHMIDT, 2015). Isto mostra tamanha importância que a geometria teve para o aprimoramento dos estudos das ciências exatas.

Os fundamentos matemáticos que serviram como base para este trabalho podem ser encontrados no livro "Os Elementos" de Euclides, com foco na Geometria Euclidiana Plana. Esta obra, escrita por ele em meados de 300 a. C., é a mais conhecida e foi muito utilizada como livro-texto no ensino da matemática no final século XIX e início do século XX. Ela conta com um total de 13 livros (ou capítulos) que abordam tópicos da matemática, sendo alguns deles: teoria de proporções, teoria dos números, geometria sólida e geometria plana. Sendo que o estudo sobre a geometria plana está disposta em quatro livros (ou capítulos). A coletânea engloba um conjunto de definições, postulados, proposições e demonstrações matemáticas das proposições (MOL, 2013).

O primeiro livro aborda a maior parte do conteúdo estudado em geometria plana. Nele são conceituados os teoremas de congruência e desigualdades envolvendo ângulos, construções elementares e retas paralelas (MOL, 2013). Dentro deste livro, algumas definições importantes

são apresentadas para embasar os postulados e axiomas. Definições estas que explanam o conceito de ponto, linha, superfície, ângulo e circunferências. É exemplificado pela Figura 4 as definições mencionadas anteriormente.

Figura 4 – Definições presentes no Livro 1 do livro Os Elementos de Euclides

<b>Definição 1.</b> Um ponto é aquilo que não contém nenhuma parte. <b>Definição 2.</b> Uma linha é um comprimento sem largura. <b>Definição 4.</b> Uma linha reta é aquela que está igualmente colocada entre seus pontos. <b>Definição 5.</b> Uma superfície é aquela que tem comprimento e largura somente.  <b>Definição 8.</b> Um ângulo plano é a inclinação, uma em relação à outra, de duas retas em um plano que se encontram e que não se encontram em uma linha reta.  <b>Definição 10.</b> Quando uma linha reta encontrando uma linha reta forma ângulos adjacentes iguais um ao outro, cada um dos ângulos é reto, e a linha reta encontrando a outra é chamada de perpendicular àquela que ela encontra. <b>Definição 15.</b> Um círculo é uma figura plana contida em uma única linha (chamada de circunferência) tal que todas as linhas retas radiadas em direção à circunferência do ponto dentre aqueles dentro da figura são iguais umas às outras. <b>Definição 16.</b> E o ponto é chamado de centro do círculo. <b>Definição 17.</b> E o diâmetro do círculo é qualquer linha reta, desenhada através do centro, e terminando em cada direção na circunferência do círculo. E qualquer uma delas também corta o círculo na metade.
--

Fonte: [Mol \(2013\)](#).

Em seguida, ainda nesse livro, são apresentados os postulados comumente abordados no ensino da geometria plana. Postulados estes que serviram como base conceitual para o desenvolvimento dos desafios presentes no jogo sério. [Mol \(2013\)](#) apresenta alguns dos postulados presentes no livro "Os Elementos". São eles:

1. Traçar uma linha reta de um ponto a outro ponto;
2. Prolongar continuamente uma linha reta finita em uma reta;
3. Pode-se traçar um círculo com qualquer centro e com qualquer raio;
4. Todos os ângulos retos são iguais; e
5. Se uma reta, caindo sobre duas retas, forma ângulos interiores do mesmo lado menores que dois retos, essas retas, prolongadas ao infinito, se encontrarão nos lados onde os dois ângulos são menores que dois retos.

Para Aristóteles, os axiomas são essenciais para que se possa aprender qualquer coisa. Eles são tidos como verdades absolutas e são validados de modo geral. Entretanto, os postulados não seriam tão óbvios como o anterior, uma vez que eles só se aplicam a geometria. Ao elaborar

sua obra, Euclides utilizou das ideias de Aristóteles de modo a separar os axiomas dos postulados [Mol \(2013\)](#). Todavia, a matemática moderna deixou de distinguir estes conceitos, e por isso, é possível encontrar em livros sobre geometria euclidiana somente axiomas ou postulados em suas explicações. Enquanto [Barbosa \(2012\)](#) apresenta os conceitos em sua obra como sendo axiomas, [Mol \(2013\)](#) trata alguns axiomas como sendo postulados, como por exemplo, os postulados [4](#) e [5](#).

Durante a elaboração deste trabalho, foram utilizados os postulados [1](#), [2](#) e [3](#) para a elaboração dos desafios principais. Elaborando e desenvolvendo um desafio para cada postulado correspondente, de modo que fosse necessário utilizar os conceitos dos mesmos para resolver os problemas propostos. Cada desafio, junto com os conceitos utilizados, será apresentado na Subseção [3.1.5](#).

# 3 Materiais e Métodos

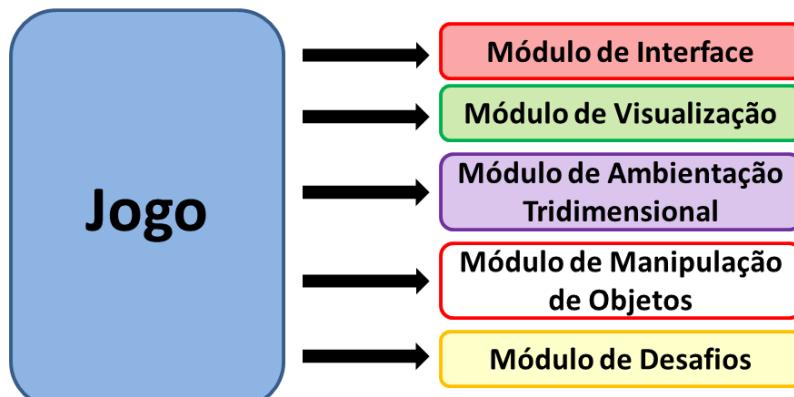
Para a realização deste trabalho, foi utilizado o motor de jogos Unity<sup>1</sup>, que serviu como plataforma para o desenvolvimento dos módulos presentes no jogo sério. Além disso, os *scripts* foram desenvolvidos no editor de código-fonte *Visual Code*, produzido pela *Microsoft*, utilizando a linguagem C# como linguagem escolhida pelo autor. A escolha da linguagem foi devido a familiaridade e por ser aceita pelo motor de jogos proprietário. Os modelos 3D utilizados foram feitos no software de modelagem 3D *SketchUp*<sup>2</sup>. Nele foi desenvolvido o ambiente ao qual o jogo foi contextualizado, assim como alguns modelos 3D de aparelhos específicos que serviram para os desafios presentes no Módulo de Desafios. Foi utilizado também um modelo gratuito de personagem 3D presente no acervo da *Unity*, *Asset Store*, de modo a criar uma imersão na aplicação. De acordo com a Figura 5, presente na Seção 1.3, buscou-se desenvolver os algoritmos das ferramentas que compõem os módulos utilizados neste trabalho.

## 3.1 Desenvolvimento dos Módulos

Durante as fases de elaboração do projeto, optou-se em separar o jogo sério em módulos para que as tarefas a serem desenvolvidas ficassem organizadas. Sendo que o Módulo de Manipulação de Objetos foi previamente desenvolvido em outro projeto.

Cada módulo aborda uma parte do jogo que foi desenvolvida e cumpre um aspecto do mesmo. O jogo está dividido em: Módulo de Interface, Módulo de Visualização, Módulo de Ambientação Tridimensional, Módulo de Manipulação de Objetos e Módulo de Desafios. Estes estão representados na Figura 5.

Figura 5 – Módulos que compõem o jogo sério



Fonte: Elaborada pelo autor.

<sup>1</sup> <https://unity.com/>

<sup>2</sup> <https://www.sketchup.com/pt-BR>

Sendo assim, foram desenvolvidos os algoritmos dos módulos. Os passos do desenvolvimento de cada módulo estão descritos a seguir.

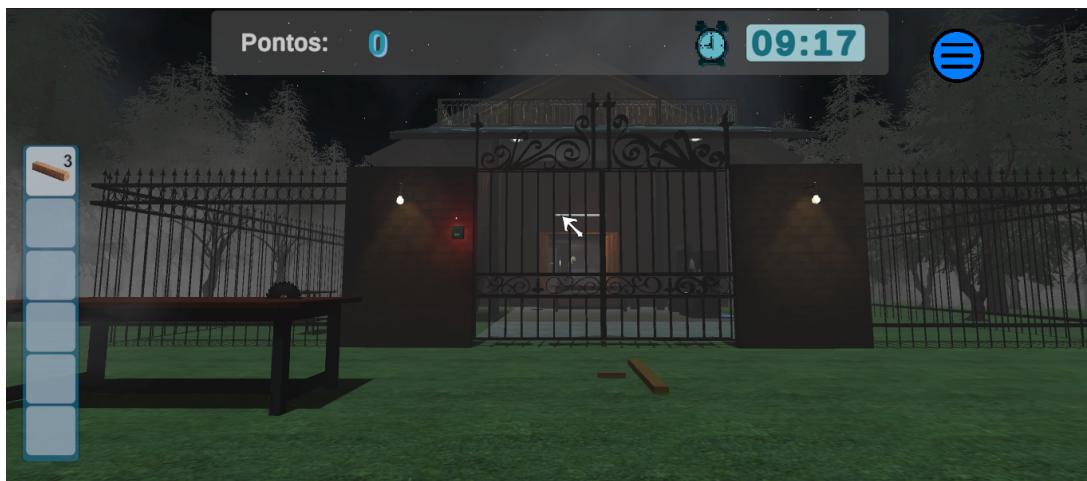
### 3.1.1 Módulo de Interface

Responsável por exibir informações para o jogador, o Módulo de Interface tem como objetivo organizar e dispor as mensagens que serão importantes para o *gameplay* do usuário. Resultando, assim, numa visualização limpa e concisa sobre as mensagens que o jogo exibirá para ele. Além disso, o módulo também é responsável pela elaboração das telas de menu. Considerando o objetivo exposto, buscou-se desenvolver janelas com pouca poluição visual, mantendo em destaque partes que precisam de ênfase, e mantendo uma legibilidade em textos informativos.

Assim que o jogo inicia, é possível perceber algumas informações que serão importantes durante a jogatina. Por se tratar de um jogo em primeira pessoa, buscou-se posicionar tais informações de modo que elas não interfiram no andamento do jogo, assim como não distraiam o usuário com informações chamativas.

Conforme a Figura 6, existem duas principais regiões que o jogador terá sempre um contato visual. Na parte superior da tela, nota-se que estão presentes a pontuação e o tempo. Iniciando com zero pontos e o tempo com dez minutos, cuja contagem é realizada de forma decrescente.

Figura 6 – Interface vista pelo jogador durante sua *gameplay*

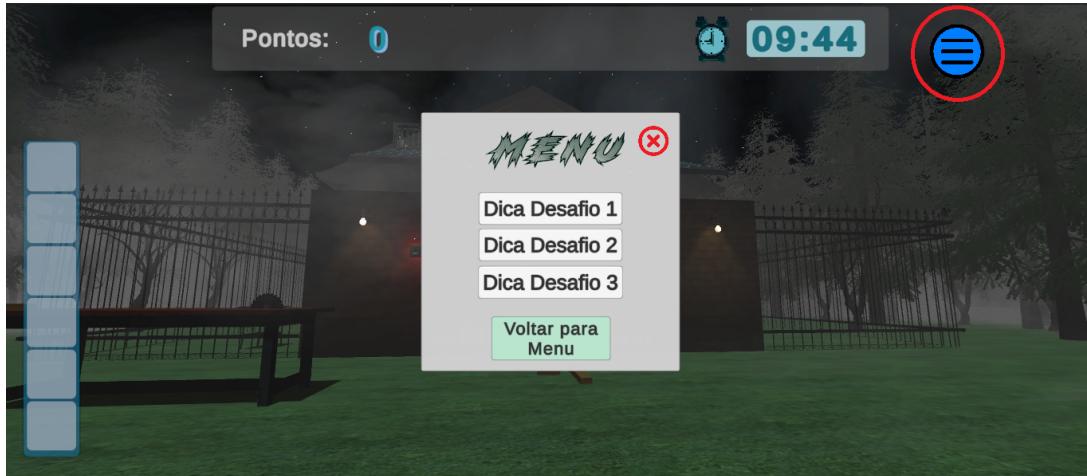


Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda na parte superior direita, encontra-se o botão que abre a tela de menu dentro do jogo (Figura 7, circulado em vermelho). Ela se abrirá no momento em que o jogador clicar neste botão, pausando assim a contagem do tempo do jogo. Nessa tela, estão presentes os botões de dicas dos desafios, que contam com textos que podem ajudar o jogador caso esteja

com dificuldades de resolver algum deles. Também foi desenvolvido o botão de voltar para o Menu Principal, caso ele queira retornar para o início do jogo.

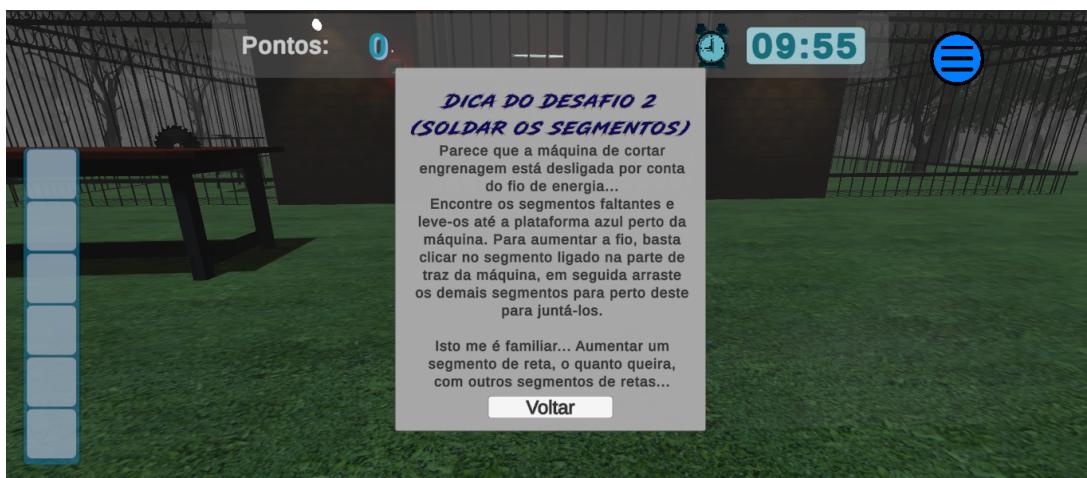
Figura 7 – Janela de menu dentro do jogo



Fonte: Elaborada pelo autor.

É exemplificado por meio da Figura 8 a janela de dica que o *player* pode utilizar ao acessar o menu. Então, após clicar no botão de dica correspondente que ele deseja ver, aparecerá uma janela informando qual dica correspondente e algumas instruções que poderão ajudá-lo caso não esteja conseguindo passar por alguma parte. A janela de dica referente aos outros dois desafios são idênticas a essa, com a diferença no texto, que é específico para cada desafio.

Figura 8 – Janela de dica do segundo desafio

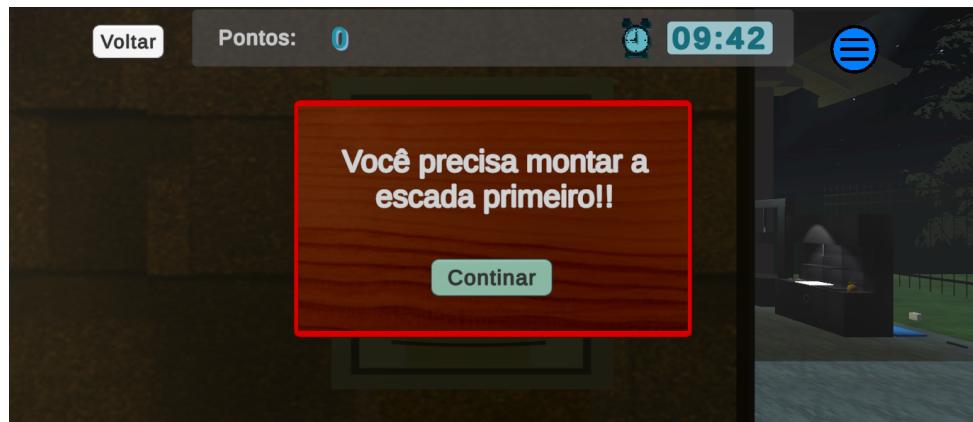


Fonte: Elaborada pelo autor.

Durante o jogo, o usuário tentará interagir com objetos ou executar ações que não podem ser feitas em determinados momentos. Por isso, criou-se uma janela que informa algum tipo de erro que o jogador possa ter realizado. Na Figura 9 é possível observar este tipo de

janela. A cor utilizada para esses avisos é a cor vermelha, semelhante ao sinal de trânsito, remetendo ao erro que foi cometido, ou ação que não pode ser realizada. No caso dessa figura, esta notificação ocorre quando o jogador tenta pressionar o botão da campainha antes de ter montado e erguido a escada. Utilizando o mesmo modelo, foram criadas outras mensagens de aviso, porém com informações específicas para determinadas ações que o usuário realizasse.

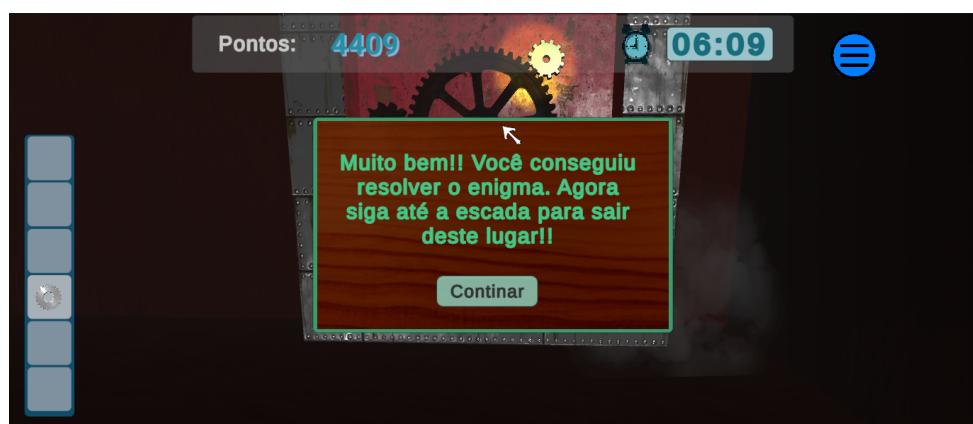
Figura 9 – Aviso para o jogador montar a escada



Fonte: Elaborada pelo autor.

Com intuito de recompensar o progresso do jogador após completar um desafio, a mensagem que aparece para ele utiliza a cor verde, tanto no texto quanto na borda do quadro. Este tipo de mensagem só aparecerá quando o personagem concluir alguma das tarefas. É exemplificado por meio da Figura 10 o momento quando o jogador conclui o terceiro desafio do jogo. A notificação irá sumir quando for pressionado o botão continuar, contabilizando os pontos recebidos.

Figura 10 – Notificação de quando o jogador cumpre o terceiro desafio



Fonte: Elaborada pelo autor.

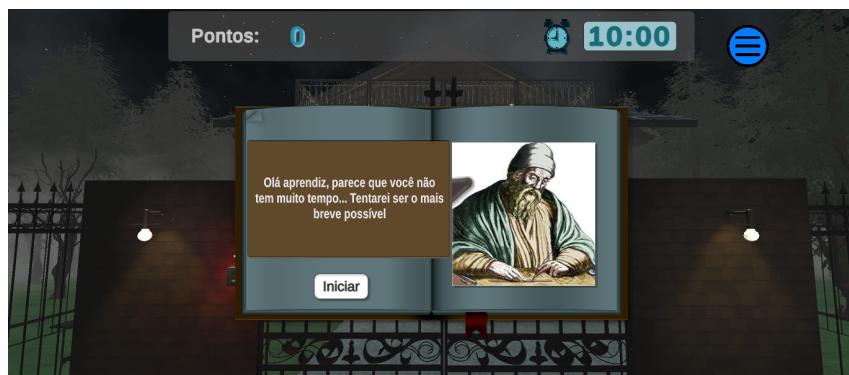
### 3.1.2 Módulo de Visualização

O Módulo de Visualização é responsável por gerenciar todas as câmeras que o jogador poderá ver. Com intuito de trazer imersão para o usuário são feitas trocas de câmeras durante a jogatina, trazendo assim maior imersão e enfatizando o que é de maior importância no momento.

Com este propósito, as câmeras utilizadas variam entre câmera com projeção de perspectiva e câmera com projeção ortográfica. Pois, segundo a documentação oficial do *Unity*, a câmera de projeção perspectiva renderiza os objetos mantendo a sensação de perspectiva, mantendo a noção de que o objeto possa estar longe ou perto do observador. Já a câmera com projeção ortográfica, os objetos são renderizados de forma uniforme, sem o senso de perspectiva.

No início do jogo, o jogador utiliza a câmera referente à Figura 11, com seu *View Frustum* (ou *frustum de visualização*, é o campo de visão de um sistema de câmera virtual em perspectiva) voltado para a frente da casa, juntamente com a primeira mensagem que aparecerá para ele. Nesta parte, utilizou-se uma câmera com projeção perspectiva. Logo que o jogador clicar no botão iniciar, ocorrerá a troca para a visão em primeira pessoa do personagem, iniciando o jogo, e assim permanece até que o jogador interaja com algum ponto específico que faça com que ele troque de câmera novamente.

Figura 11 – Campo de visão da primeira câmera do jogo, sem painel de introdução



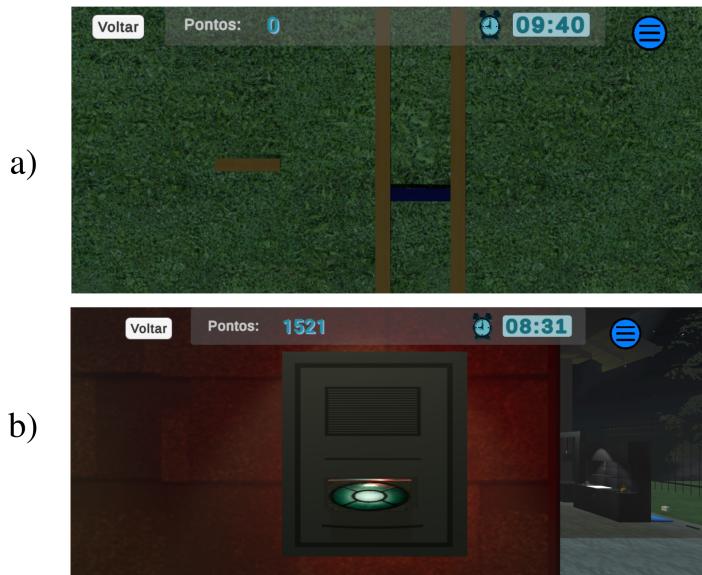
Fonte: Elaborada pelo autor.

A segunda câmera utilizada está presente no primeiro desafio, enfatizando a montagem da escada. Este ponto de vista foi empregado pois, quando o jogador arrastar os degraus até os pontos de fixação, ele poderá observar se o degrau está perpendicular as extremidades da escada, permitindo que ambos os sensores, do degrau e da extremidade da escada, se colidam, aplicando assim os conceitos do primeiro postulado de Euclides. É exemplificado pela Figura 12 a) o funcionamento do campo de visão no primeiro desafio.

Após montar a escada, o jogador poderá clicar na mesma para ergue-la na parede. Com isso, é habilitado o botão que abre o portão. Deste modo, caso o personagem interaja com

a campainha, a visão em primeira pessoa é trocada para a câmera que focaliza a mesma. A projeção de perspectiva também é utilizada com o propósito de observar a campainha, mas também o que está atrás do muro. Assim como observar o portão se abrindo quando o jogador pressionar o botão em destaque. Na Figura 12 b) é possível perceber a visão que o jogador tem em perspectiva com os outros objetos que estão longe da campainha, parecendo menores pelo fato de estarem longe.

Figura 12 – a) Câmera sobre a escada do primeiro desafio, b) Câmera da campainha



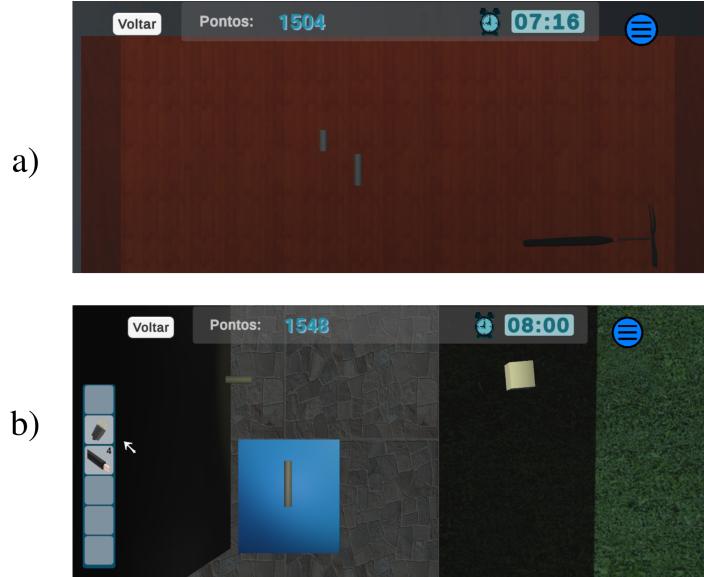
Fonte: Elaborada pelo autor.

Como parte dos itens que precisam ser encontrados para o segundo desafio, um dos segmentos se encontra partido em cima da mesa (Figura 13 a)). E, caso o jogador clique na mesa, a visão em primeira pessoa será mudada para uma vertical, facilitando assim o manuseio do segmento. Deste modo, quando estiver pronto, ele poderá colocar o item no inventário e levá-lo até a área azul próxima à máquina.

Neste caso, a projeção utilizada foi a de perspectiva, diferente do desafio um. Com o *observador* na parte de cima da mesa, a tarefa de soldar os segmentos torna-se mais fácil. Isso deve-se ao fato de que, caso o observador não estivesse perpendicular a mesa, não seria possível mover o objeto para que os sensores dos segmentos interagissem uns com os outros.

A segunda parte do segundo desafio, consiste em ligar os segmentos maiores no fio da máquina que está na parte de trás da mesma (Figura 13 b)). Sendo assim, para facilitar esta tarefa, foi utilizada outra câmera de forma semelhante a usada na mesa. Dessa forma, com a visão na parte superior do desafio, é mais fácil de mover os objetos até o sensor que está presente no fio da máquina. Além disso, essa câmera também precisa ser ortogonal à superfície, caso contrário, o item movido poderá entrar no chão e não irá interagir com o colisor do fio.

Figura 13 – a) Câmera sobre a mesa do segundo desafio, b) Câmera da máquina de corte de engrenagem



Fonte: Elaborada pelo autor.

Já para o último desafio, utilizou-se uma câmera posicionada com uma certa angulação, de forma que o jogador consiga ver os botões da máquina de corte de engrenagens, a placa de metal que ele precisa colocar para fazer o corte circular, e a base onde ocorrerá o corte. A angulação serve também para que sejam observadas as marcações correspondentes as cores dos botões em relação as medidas dos raios das circunferências em centímetros. É exemplificado por meio da Figura 14 o posicionamento da câmera utilizada no terceiro desafio.

Figura 14 – Câmera posicionada na máquina de cortes de engrenagem



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.1.3 Módulo de Ambientação Tridimensional

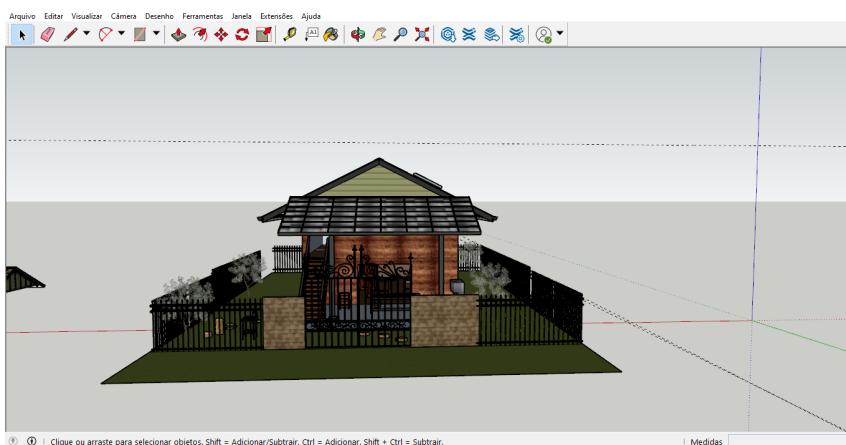
De modo a contextualizar o jogo sério, e compondo o Módulo de Ambientação Tridimensional, criou-se um ambiente 3D para que o personagem pudesse explorar e interagir.

Este módulo abrange todos os modelos tridimensionais que foram utilizados no processo de desenvolvimento, sendo sua maior parte realizada no *software* de modelagem 3D *SketchUp*.

O *SketchUp* oferece ferramentas que permitem transformar um agrupamento (junção de faces) em um grupo sólido. A escolha de utilizar as paredes principais da casa como grupos sólidos deve-se ao fato de que o *Unity*, durante a elaboração deste trabalho, não interpretava corretamente algumas malhas que o modelo continha, modelo este que foi exportado no formato FBX.

Foram utilizados também modelos prontos encontrados no acervo de modelos 3D do próprio *SketchUp*. Este acervo contém os modelos que outras pessoas produziram em seus trabalhos e disponibilizaram de forma gratuita. É exemplificado por meio da Figura 15 o ambiente desenvolvido para a aplicação, de modo a criar um contexto para a utilização das ferramentas.

Figura 15 – Modelo da casa desenvolvida no *SketchUp*

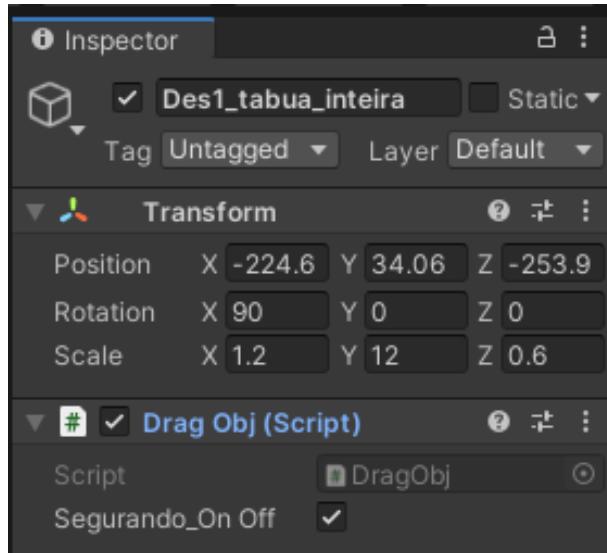


Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.1.4 Módulo de Manipulação de Objetos

O primeiro *script* desenvolvido foi o de interação com o objeto, que permite que o usuário consiga pegar e levar artefatos enquanto anda no cenário. Esse *script* foi desenvolvido primeiro para que as outras ferramentas funcionassem de maneira adequada durante o jogo. Além disso, os objetos que são importantes para a aplicação e que podem ser movidos, contêm esse mesmo *script* dentro deles. Esta característica pode ser vista na parte do *Inspector* de cada um deles, pois é neste espaço que o *Unity* exibe as informações contidas em cada objeto presente na Cena. A Figura 16 refere-se ao uso do *script* contido no objeto que poderá ser movido.

Figura 16 – Inspector de um objeto com script DragObj



Fonte: Elaborada pelo autor.

O script nomeado como *DragObj* funciona a partir do *mouse*, utilizando o cursor e a câmera principal como referência. Por meio dos métodos correspondentes sobre *mouse* (*OnMouseDown()*, *OnMouseUp()* e *OnMouseDrag()*) o objeto interage dependendo se o botão esquerdo do *mouse* está pressionado ou não. Ao clicar a primeira vez no alvo, o método *OnMouseDown()* é acionado, fazendo com que a coordenada Z do cursor, que está sendo exibido pela Câmera Principal, passe a ser a mesma coordenada Z do alvo. Com isso, o alvo se move livremente nos eixos X e Y. Isso pode variar sempre que a posição de Z é alterada.

Enquanto o botão esquerdo está sendo pressionado, o método *OnMouseDrag()* está em funcionamento. Sendo assim, toda vez que a posição do cursor muda, este método passa as novas coordenadas de posição para o alvo. Este processo é encerrado caso o botão deixe de ser pressionado. E por meio do *OnMouseUp()*, a variável booleana nomeada como *segurando* passa a ser falsa.

Neste contexto, a variável *segurando* permite que o objeto possa ser rotacionado de diferentes formas enquanto estiver *verdadeira*, isto é, enquanto ele estiver sendo *segurado*. Em caso positivo, e enquanto mantiver desta forma, o usuário pode pressionar as teclas: R, T, F e G. As teclas R e T rotacionam o alvo para frente e para trás, respectivamente, alterando a rotação no eixo Z. Já as teclas F e G, rotacionam o alvo no sentido positivo e negativo de X, respectivamente. Estes passos podem ser observados no trecho do Código 1.

Código 1 – Trecho do código *DropObj* com os métodos envolvendo *mouse*

---

```
void OnMouseDown(){ //Quando botao esq. do mouse eh pressionado
    if(segurando_OnOff){
        this.GetComponent<Rigidbody>().freezeRotation = true;
        segurando = true;
```

```

// print(segurando);
mZCoord =
    Camera.main.WorldToScreenPoint(gameObject.transform.position).z;
}

private void OnMouseUp(){ //Quando botao esq. do mouse eh solto
segurando = false;
this.GetComponent<Rigidbody>().freezeRotation = false;
// print(segurando);
}

void OnMouseDrag(){ //Quando botao esq. continua pressionado
// e o mouse eh movido
if(segurando_OnOff)
    //enquanto estiver segurando o obj (segurando_OnOff == true)
    // o metodo vai atualizando a posicao do objeto para permanecer no
    // mouse
    transform.position = GetMouseAsWorldPoint() ;
}

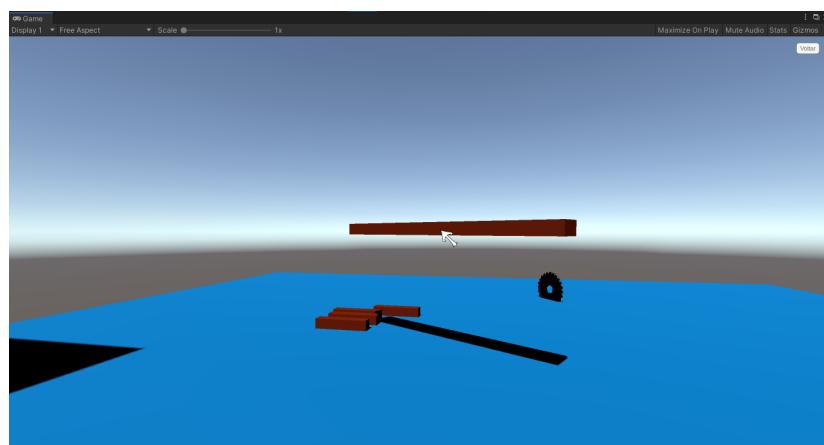
private Vector3 GetMouseAsWorldPoint(){
    //Transforma um ponto do espaco (da cam. principal) em um
    // ponto do espaco global.
    Vector3 mousePoint = Input.mousePosition;
    mousePoint.z = mZCoord;
    return Camera.main.ScreenToWorldPoint(mousePoint);
}

```

---

É exemplificado por meio da Figura 17 o funcionamento da ferramenta de segurar e rotacionar o objeto.

Figura 17 – Exemplo da ferramenta segurar objetos



Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim como a ferramenta de corte, as demais possuem seus próprios *scripts*. Nomeado como *Tocar\_serra*, seu propósito consiste em dividir o objeto alvo. Para que ocorra o corte do objeto, o *script* desenvolvido é colocado em seu *Inspector*. Além do código, este objeto precisa ter algum tipo de colisor (*Collider*) e um *Rigidbody*, atribuindo características físicas ao objeto em questão e permitindo a interação dele com outro objeto.

O código conta com duas variáveis públicas: o *GameObject* do objeto antes de ser cortado e o do objeto já cortado. Possui também o método *OnTriggerEnter()*, responsável por identificar se houve alguma colisão e qual foi o colisor que interagiu. Em caso positivo, o resultado da colisão pode ser acessado pela variável de tipo *Collider* presente no parâmetro do método. Caso colida com o objeto denominado como *Des1\_serra* (possui *is Trigger verdadeiro* e é o objeto responsável pelo corte), irá satisfazer a condição imposta e confirmar o corte. Dessa forma, o algoritmo basicamente *deixa visível* o objeto cortado, que foi previamente desabilitado logo no começo da execução, pelo método *Start()*. Além disso, ele desabilita o objeto original, utilizando o método *SetActive()*. Estes passos podem ser observados no trecho do Código 2.

---

Código 2 – Trecho do *script* *Tocar\_serra* que trata a colisão do objeto a ser cortado

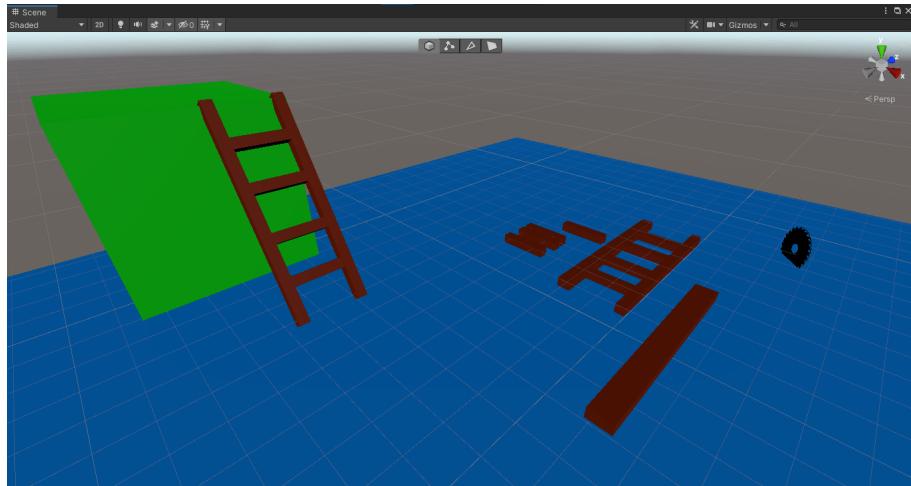
---

```
private void OnTriggerEnter(Collider other){
    //Caso o objeto que colidiu seja a serra,
    // o componente colisor deste objeto eh desligado
    // o objeto original (obj_aux) some e o objeto cortado aparece
    if (other.gameObject.name == "Des1_serra")
    {
        colisor.enabled = !colisor.enabled;
        obj_aux.transform.gameObject.SetActive(false);
        pai.transform.gameObject.SetActive(true);
    }
}
```

---

É exemplificado por meio da Figura 18 o funcionamento da ferramenta de corte, justamente com a aplicação inicial do primeiro desafio.

Figura 18 – Exemplo da ferramenta de corte



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a ferramenta de cola, foi utilizado o conceito de *sensores* nas extremidades dos objetos que serão colados. Chamado de *SoldarSegmentos*, o *script* segue o mesmo objetivo do corte: desabilitar o objeto original e habilitar o objeto. Além disso, o código é colocado em cada objeto que será colado.

Seu diferencial está nas condições dentro do método *OnTriggerEnter()*, pois verifica se o colisor encontrado possui os nomes dos sensores (*sensor1* e *sensor2*). Caso a colisão seja de algum desses sensores, o método *LigaFios()* é chamado, e tem como parâmetro o colisor do método anterior. Dessa forma, o objeto é desabilitado e o objeto final é habilitado, utilizando o *SetActive()*. Os objetos que possuem este código precisam de algum tipo de *Collider* para validar, sendo que cada sensor *Collider* possui o campo *is Trigger verdadeiro*, para que o método *OnTriggerEnter()* funcione. Estes passos podem ser observados no trecho do Código 3.

Código 3 – Trecho do *script* “*SoldarSegmentos*” que trata a colisão do objeto que será unido

```
private void OnTriggerEnter(Collider other){
    //Caso algum sensor do seg. colidir com outro, o metodo
    // eh chamado
    if (other.name == "sensor1" || other.name == "sensor2"){
        LigarFios(other);
    }
}

void LigarFios(Collider other){
    //Se nenhum seg. menor estiver ligado, entao segM1 eh falso
    // entao caso ocorra a colisao, eh verificado qual seg. colidiu,
    // sao ocultados ambos que colidiram e um seg. maior aparece,
    // segM1->true
    if (segM1 == false){
```

```

        other.transform.parent.gameObject.SetActive(false);
        gameObject.SetActive(false);
        segMaior1.SetActive(true);
        segM1 = true;
    }

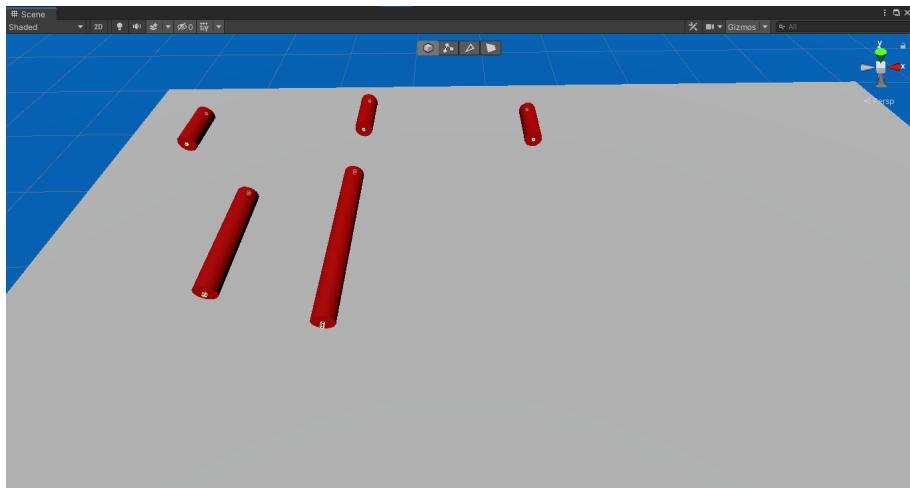
    // Se segM1->true, o seg. que colidiu some e aparece o seg. maior
    else if (segM1 == true){
        other.transform.parent.gameObject.SetActive(false);
        gameObject.SetActive(false);
        segMaior2.SetActive(true);
        segMaior2.GetComponent<Rigidbody>().isKinematic = false;
        segMaior2.GetComponent<Rigidbody>().useGravity = true;
    }
}

```

---

É exemplificado por meio da Figura 19 o funcionamento da ferramenta de cola, justamente com a aplicação inicial do segundo desafio.

Figura 19 – Exemplo da ferramenta de cola



Fonte: Elaborada pelo autor.

Por último, o *script Tocar\_prensa* possui uma lógica semelhante aos demais. O código é colocado no objeto original (antes de ser prensado), de modo a aproveitar o próprio *Collider* que possui e assim, marcando o campo *is Trigger* como *verdadeiro*. Com isso, um *gameObject* para prensa é responsável por desencadear o procedimento durante a colisão, de forma semelhante ao que ocorre com o *gameObject* para corte.

Quando o alvo é atingido pela *presa*, o mesmo é desabilitado e o objeto após ser prensado é habilitado. Este procedimento ocorre buscando o *filho* do *gameObject* fornecido na variável pública *objPai*, por meio do método *GetChild()*. Isto é feito pois, tanto o alvo quanto o objeto final, são *filhos* do *objPai*. Estes passos podem ser observados no trecho do Código 4.

Código 4 – Trecho do *script* “Tocar\_prensa” que trata a colisão do objeto que será prensado

```

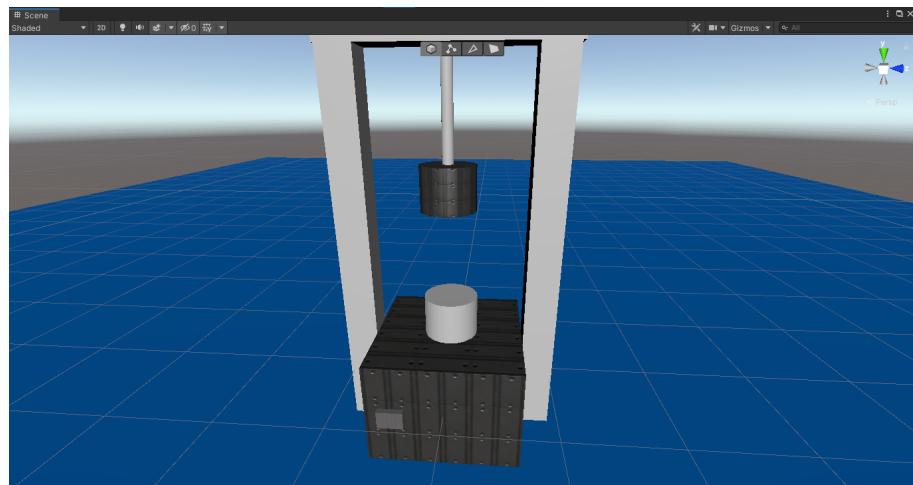
private void Start(){
    //Objeto prensado comeca inativo
    objPai.transform.GetChild(0).gameObject.SetActive(false);
}

private void OnTriggerEnter(Collider other){
    //Caso o obj a ser prensado colida com a prensa
    // ele sera inativado enquanto o objeto ja prensado aparece
    if (other.gameObject.tag == "prensa")
    {
        objPai.transform.GetChild(1).gameObject.SetActive(false);
        objPai.transform.GetChild(0).gameObject.SetActive(true);
    }
}

```

É exemplificado por meio da Figura 20 o funcionamento da ferramenta de prensar, justamente com a aplicação inicial do terceiro desafio.

Figura 20 – Exemplo da ferramenta de prensar



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.1.5 Módulo de Desafios

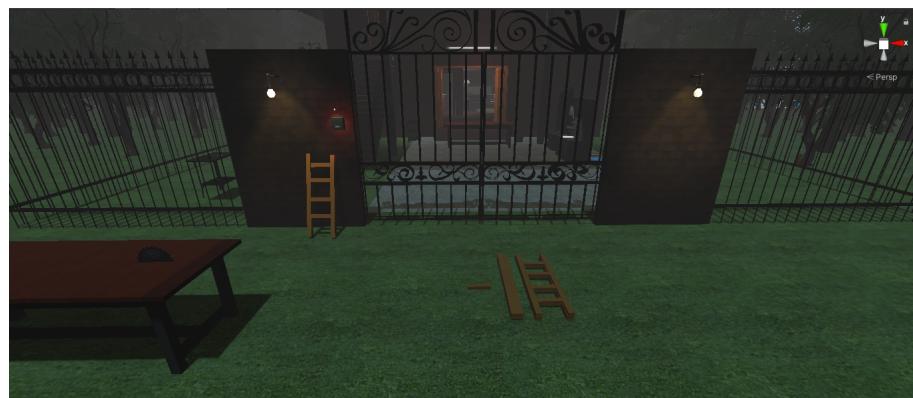
Nesta subseção serão apresentados os desafios desenvolvidos para o jogo sério. Contando com três desafios principais, o Módulo de Desafios contém problemáticas que o jogador precisa concluir para poder progredir no *game*.

### 3.1.5.1 Primeiro Desafio

Após um breve diálogo que aparecerá no início, o personagem, em frente aos portões fechados da casa, pode começar a se movimentar (andar, correr e pular). E, por conta de não haver outra entrada para acessar a casa, o jogador é instigado à interagir com a campainha presente no muro. Quando houver a interação (pressionando o botão), aparecerá uma janela informando que ele deve primeiramente montar uma escada. Assim, o primeiro desafio é apresentado para o jogador.

O primeiro desafio tem como objetivo construir uma escada a partir de uma tábua e alguns degraus, pois, somente assim, o usuário conseguirá acessar a campainha e apertá-la para abrir o portão, permitindo-o passar para o próximo desafio. O botão que abre a porta só funcionará se a escada for montada e estiver posicionada no muro, conforme a Figura 21.

Figura 21 – Primeiro desafio e aplicação da ferramenta de corte



Fonte: Elaborada pelo autor.

Com o propósito de tornar mais desafiador, três dos quatro degraus estão escondidos no ambiente, somente onde ele consegue acessar. Então quando eles são encontrados, o jogador pode armazenar esses itens pressionando o botão direito do *mouse*. Os degraus aparecerão no inventário, junto com a quantidade de itens coletados. E quando precisar utilizá-los, basta o *player* pressionar o botão esquerdo do *mouse* em cima do ícone do item, que ele aparecerá próximo ao personagem.

Ainda no primeiro desafio, o personagem utilizará a ferramenta de corte para cortar a tábua de madeira, resultando nas laterais da escada, e assim, montar os degraus para completá-la. Para isso, os conceitos do primeiro postulado (Postulado 1) serão utilizados. Os degraus remeterão a única reta que pode ser feita entre os dois pontos, e, neste caso, os pontos serão sensores que estão posicionados em ambas as partes da escada. Para que o degrau seja posicionado corretamente, ambos os sensores (presentes nos degraus e nas partes laterais da escada) precisam estar conectados. Caso o degrau seja posicionado de forma correta, ele se fixará na escada e sua cor mudará para o vermelho, indicando que foi posicionado de forma adequada. Ademais, um efeito sonoro ocorrerá com o mesmo propósito da mudança de cor.

Após terminar de montar a escada, aparecerá uma notificação de que o jogador poderá alcançar a campainha e pressionar o botão presente na mesma. Por fim, com o botão pressionado, os portões externos da casa se abrirão, permitindo que o personagem consiga acessá-la.

### 3.1.5.2 Segundo Desafio

O segundo desafio proposto para aplicação tem por objetivo reparar um cabo de energia, soldando-o. No contexto desse desafio, o cabo representa o segmento de reta, que será incrementado após a inserção de outros segmentos, conforme o segundo postulado (Postulado 2). Então, para completar esta etapa, o jogador precisa encontrar os segmentos menores que estão espalhados pelo ambiente. Contudo, um deles (partido em cima da mesa) precisa ser soldado para se tornar um segmento igual aos demais.

O resultado deste desafio também influencia diretamente no próximo. Com isso, após consertar o cabo de energia da máquina, a mesma passará a funcionar e poderá ser utilizada no terceiro desafio.

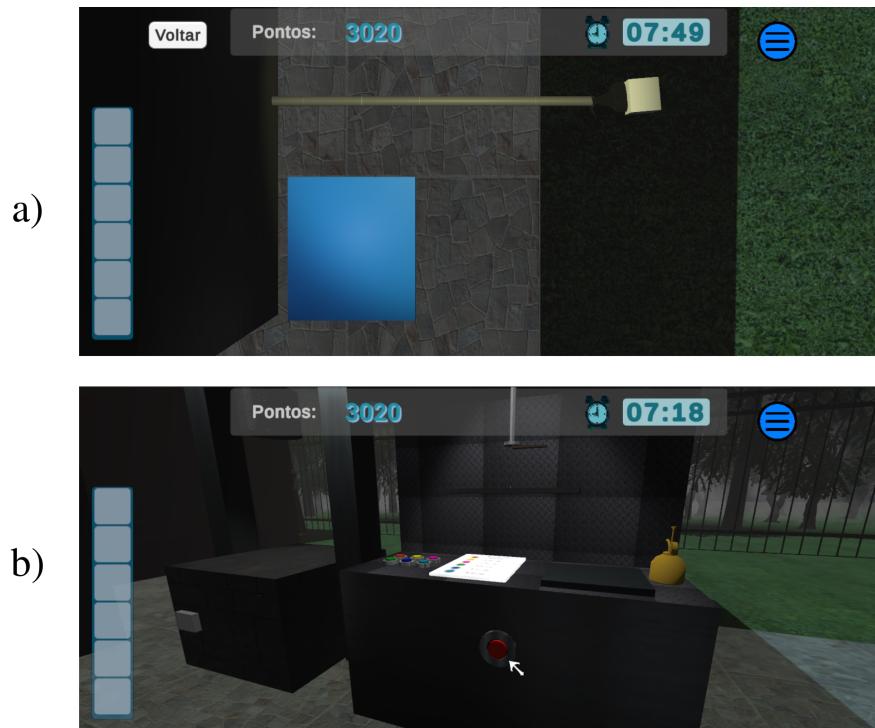
Nesta etapa, o personagem utilizará a ferramenta de cola, sendo uma tarefa semelhante ao posicionar os degraus, pois cada segmento também conta com sensores nas suas pontas. Ao aproximar-se da mesa o personagem já consegue interagir com os segmentos para começar a juntá-los. Contando com um total de cinco segmentos maiores de fios e um plugue de tomada (com exceção do fio partido em cima da mesa), os demais precisam ser encontrados. Novamente será necessário que o jogador explore o ambiente para encontrá-los.

Após encontrar todas as partes faltantes, o jogador retorna para a parte de trás da máquina e posiciona os itens na plataforma azul que está no chão. Ela conta com um colisor que, quando os itens entram em contato com ela, os objetos são reposicionados em posições pré-determinadas, para poderem ser usadas no momento da união do fio. Após posicionar todas as partes, o jogador clica no fio partido que está preso à máquina e a câmera é trocada, com o objetivo de auxiliar o usuário na união das partes pertencentes ao fio.

Neste desafio, serão utilizados os conceitos do segundo postulado (Postulado 2) de Euclides, que consiste em aumentar um segmento de reta utilizando outros segmentos de retas, o quanto queira. Neste caso, o cabo será incrementado até atingir o tamanho necessário para ligar a máquina. Logo, cada vez que ele liga dois segmentos, eles se juntam e formam um maior.

Após encontrar e conectar todos os fios na máquina, uma luz presente em seu painel na parte posterior irá acender em vermelho, indicando que a mesma está funcionando e pode ser utilizada. É exemplificado por meio das Figuras 22 a) e b), respectivamente, o cabo de energia da máquina consertado e a luz vermelha da máquina indicando seu funcionamento.

Figura 22 – a) Cabo de energia da máquina consertado, b) Luz da máquina indicando que está funcionando



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.1.5.3 Terceiro Desafio

O último desafio segue após o personagem ligar o fio de energia da máquina. Ela é responsável por cortar placas de metal em formato circular, sendo que o tamanho do corte é escolhido pelo personagem ao selecionar o botão correspondente, como é exemplificado por meio da Figura 23. Sendo assim, o objetivo desta etapa é cortar uma circunferência de diâmetro adequado, levá-la para a prensa e moldar a engrenagem que será utilizada no motor que encerrará a aplicação.

Figura 23 – Terceiro desafio e aplicação da ferramenta de prensar



Fonte: Elaborada pelo autor.

Então depois que a máquina é ligada, a porta do segundo andar, que antes estava fechada, está aberta e o personagem já pode ter acesso a ele. É neste andar em que o motor que libera a saída do final do jogo se encontra, porém ele não está funcionando corretamente devido a falta de uma engrenagem. Caso o jogador se aproxime, poderá ver duas engrenagens girando. Entretanto, um foco de luz alerta o jogador de que algo está errado. Contudo, o jogador precisa saber o tamanho da engrenagem que deve ser colocado para que a máquina funcione.

Com este problema em mente, o *player* precisa descobrir qual o tamanho correto de engrenagem para que a mesma seja colocada na máquina. A dica para esse problema pode ser encontrado no porão da casa, que pode ser acessado pelas escadas localizadas do lado esquerdo. É exemplificado por meio da Figura 24 a localização da dica do enigma final (indicado pela seta amarela) junto com o segmento que precisou ser coletado anteriormente (indicado pela seta verde).

Figura 24 – Localização da dica do enigma final



Fonte: Elaborada pelo autor.

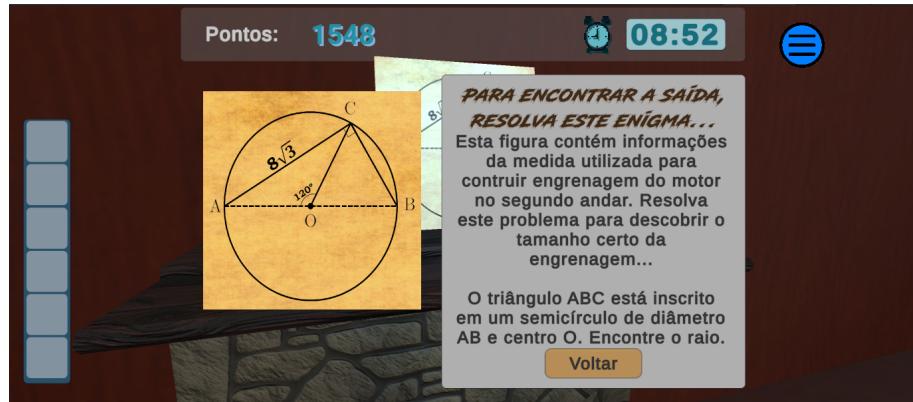
Ao interagir com a dica do enigma, aparecerá uma janela com um problema que precisará ser resolvido. Ao solucionar o mesmo, o jogador saberá qual tamanho de circunferência ele deve escolher. Sendo assim, este desafio consiste em encontrar um diâmetro, dada uma determinada circunferência.

Para a resolução deste desafio, serão necessários alguns conhecimentos sobre a geometria plana, como por exemplo o cálculo de ângulos, soma dos ângulos internos de um triângulo, ângulos retos e ângulos inscritos em circunferências. O último, em específico, possui um Corolário sobre ângulos inscritos. Segundo Barbosa (2012, p. 154): "Todos os ângulos inscritos que subtendem um mesmo arco têm a mesma medida. Em particular, todos os ângulos que subtendem um semicírculo são retos."

Considerando o problema apresentado na Figura 25, pode-se resolver esse enigma considerando as informações presentes. Assim, dado o valor do ângulo  $A\hat{O}C$  e do valor de

$\overline{AC}$ , é possível deduzir o ângulo  $C\hat{O}B$ . Consequentemente, pode-se deduzir que o triângulo  $AOC$  é um triângulo isósceles, isto significa que os ângulos restantes possuem o mesmo valor ( $C\hat{A}O = A\hat{C}O = 30^\circ$ ). Dessa maneira, pode-se confirmar que o triângulo  $COB$  é um triângulo equilátero ( $\overline{CO} = \overline{OB} = \overline{BC}$ ). Portanto, para encontrar o valor do diâmetro  $\overline{AB}$ , basta resolver a Equação 3.1.

Figura 25 – Problema a ser resolvido do terceiro desafio



Fonte: Elaborada pelo autor.

$$\sin(C\hat{B}O) = \frac{\overline{AC}}{\overline{AB}} \quad (3.1)$$

Trocando para os valores fornecidos e isolando  $\overline{AB}$ , tem-se a Equação 3.2:

$$\overline{AB} = \frac{8\sqrt{3}}{\sin\left(\frac{\pi}{3}\right)} = 16 \quad (3.2)$$

Após resolver o problema, o jogador usará a máquina de corte, selecionando o valor correspondente encontrado. Deste modo, é preciso colocar uma nova placa de metal na máquina, bastando clicar na mesma, e em seguida, é preciso escolher o botão com o tamanho correspondente de corte da engrenagem. Com as informações que foram descobertas e, baseando-se no conceito do terceiro postulado (Postulado 3) apresentado, a máquina cortará a engrenagem do tamanho correto, pois com um centro e um raio qualquer, é possível construir qualquer circunferência.

Depois do corte, a placa circular é posicionada na prensa. Em seguida, basta o jogador apertar o botão para gerar a engrenagem. Logo após a engrenagem ser prensada, o jogador poderá colocá-la em seu inventário, a fim de levá-la até o motor. E por fim, usar o item do inventário para posicioná-lo no motor.

Com a engrenagem em seu inventário, o jogador sobe as escadas para o segundo andar e se dirige até seu alvo. Ao se aproximar, o personagem ativará o colisor que envolve o motor, habilitando assim o botão do inventário referente a engrenagem. Deste modo, o botão poderá

ser usado, resultando em uma verificação caso o item tenha o tamanho correto. Em caso negativo, ele perderá 200 pontos e precisará fazer outra engrenagem. Caso contrário, a escada dobrável irá aparecer em seu devido lugar (finalizando assim todos os desafios), e o jogador poderá usá-la para chegar até o sótão, finalizando assim o jogo.

## 4 Sobre o jogo

Nomeado como "O Escapista e a Matemática de Euclides", o jogo sério desenvolvido para este projeto tem como propósito estimular os conhecimentos ensinados em sala de aula sobre os conceitos da Geometria Euclidiana Plana. O jogo foi elaborado para um público alvo entre 12 à 17 anos. A escolha desta faixa etária foi realizada com base na dificuldade do jogo para os jogadores com idade abaixo de 12 anos, já que os mesmos podem não estar familiarizados com os conceitos apresentados. Já para os jogadores com idade acima de 17 anos, o jogo pode não ser desafiador o suficiente.

O gênero do jogo sério desenvolvido neste trabalho é o *escape room*, cujo personagem encontra-se em determinado lugar e precisa sair dele, utilizando itens que encontra no ambiente e resolvendo *puzzles*. Portanto, para este trabalho, buscou-se trazer os desafios com a temática e os conceitos sobre a Geometria Plana, incluindo algumas características desses jogos, como a pontuação e o tempo que o personagem tem para sair do ambiente. É exemplificado por meio da Figura 26 o estilo de *escape room*, com o jogo publicado pela *EasyBrom*, lançado em setembro de 2021 e está disponível em PCs e dispositivos móveis.

Figura 26 – Jogo estilo *escape room*: "Escape Game 50 Rooms"



Fonte: [Microsoft \(2021\)](#).

Encontrar os objetos presentes no ambiente, utilizando-os para completar os desafios, e possibilitando que o jogador experience e permaneça imerso enquanto tenta escapar antes que acabe o tempo, são os elementos desse jogo que poderão trazer diversão ao jogador. Além disso, ele estará em contato com os conceitos da Geometria Plana, produzindo uma experiência divertida e construtiva, no aspecto de aprofundar os conhecimentos que o jogador já possui ou que está construindo.

De modo a contribuir para o gênero de *escape room*, o ambiente foi modificado para parecer mais sombrio, utilizando de neblina, árvores ao redor da casa para tornar o ambiente mais fechado, luzes menos brilhantes e sons ambientais que ajudam a criar a sensação de tensão e imersão ao usuário.

## 4.1 Especificações Técnicas

Na elaboração deste projeto, optou-se por desenvolver o jogo sério para PC, mais especificamente, para o SO *Windows*. Isto deve-se ao fato de que, com o aumento do uso da tecnologia em escolas que possuem sala de informática, é possível aplicar o jogo sério nesses computadores ([FERREIRA; ROCHA, 2020](#)). De maneira que, ele auxilie no processo de construção do conhecimento, aliando-se ao educador como uma ferramenta digital, interativa e instigante para o educando.

Além das câmeras apresentadas no Módulo de Visualização, optou-se por uma visão em primeira pessoa para o personagem. Isto deve-se ao fato que o jogador teria menos distrações e poderia explorar de maneira adequada os desafios propostos. É exemplificado por meio da Figura 27 a visão que o jogador terá na maior parte do tempo, enquanto sua câmera não for trocada.

Figura 27 – Visão da câmera do personagem dentro da sala principal



Fonte: Elaborada pelo autor.

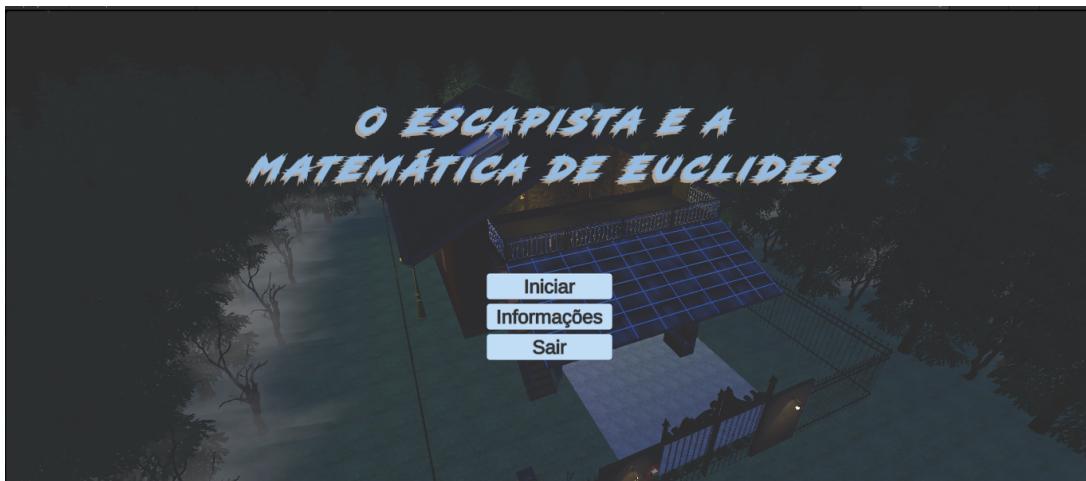
## 4.2 Menu Principal

No momento que iniciar a aplicação do jogo sério, a primeira tela que aparecerá é a do Menu Principal, apresentando o nome do jogo sério e três botões:

- Botão Iniciar: ao pressionar esse botão, serão carregadas as informações do jogo para que ele inicie. Isto é, haverá a troca da Cena Menu para a Cena Jogo;
- Botão Informações: ao pressionar esse botão, a janela contendo as informações dos controles do jogo aparecerá na tela, assim o jogador conseguirá aprender os controles do jogo; e
- Botão Sair: ao pressionar esse botão, a aplicação será encerrada, fechando assim o jogo.

Ao fundo é possível ver a casa onde o jogo acontece, com a câmera transladando ao redor de um eixo. Mais especificamente, movimentando em volta de um *gameObject* vazio, posicionado no centro da casa. Na Figura 28 é possível observar o título do jogo e logo a baixo os botões mencionados, assim como a câmera que irá mostrar a casa enquanto o jogo não é iniciado.

Figura 28 – Primeira tela da aplicação do Menu Principal



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.2.1 Jogabilidade

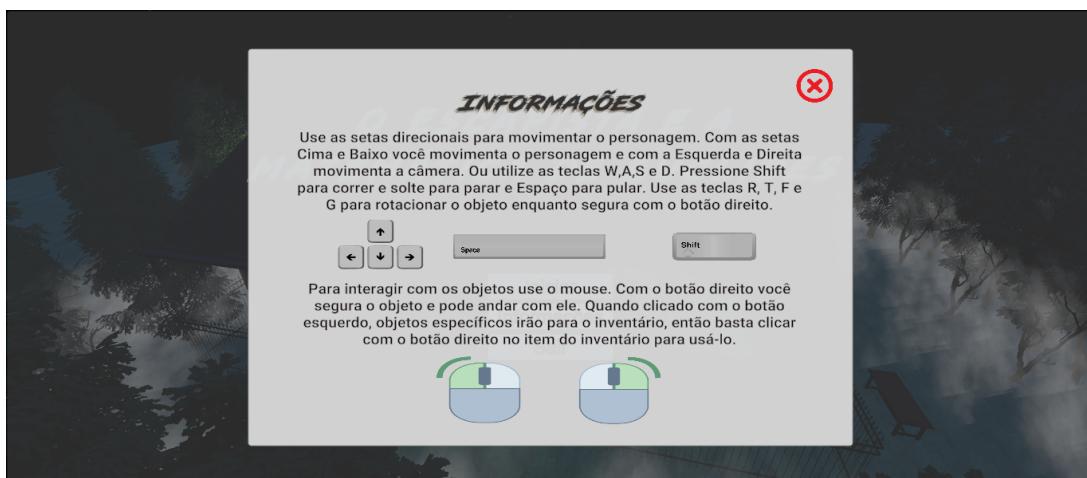
O controle do personagem é usual para jogadores de computador. Para movimentação utiliza-se as teclas W, A, S e D. Já para movimentação da câmera, utiliza-se o *mouse*, movendo o cursor pela tela com propósito de fazer com que o personagem olhe ao redor. Deste modo, esta movimentação possibilita uma melhor visualização dos itens que estão presentes no ambiente, permitindo com que o jogador interaja com eles.

Por existir duas formas de interação com os objetos (segurar ou colocar no inventário), optou-se por utilizar o botão esquerdo do *mouse* em um objeto para movimentá-lo, enquanto esse botão estiver pressionado. Já o botão direito do *mouse*, será responsável por pegar determinados objetos e colocá-los no inventário, que está localizado na parte inferior esquerda

da tela. Para utilizar os itens colocados no inventário, basta clicar com o botão esquerdo na sua respectiva imagem.

Além da movimentação com as teclas, o jogador pode utilizar o botão *Shift* para correr, a barra de espaço para fazer o personagem pular e as teclas R, T, F e G para rotacionar o objeto enquanto ele é segurado. É exemplificado por meio da Figura 29 a tela de informações presente no menu, ao pressionar o botão correspondente.

Figura 29 – Tela de informações sobre os controle do personagem



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.2.2 História

O jogo conta a história de Victor, um aluno do nono ano do ensino fundamental da escola fictícia: *Escola Estadual Prof. Seade Lucas*. Em determinada noite, véspera de seu teste de matemática, Victor acordou em um lugar aparentemente desconhecido, mas que lhe soava familiar. O lugar na verdade lembrava sua casa, porém com um aspecto mais sombrio, por conta da escuridão e da neblina que cobria as árvores ao redor. Árvores estas que seu pai utilizava para cortar lenha.

Preso nesse lugar, Victor começou a procurar por uma saída, pois não sabia o que tinha acontecido com ele, muito menos como ele havia chegado àquele lugar. Então, conforme foi encontrando desafios que o impediam de prosseguir, ele percebeu que os problemas que encontravam podiam ser resolvidos usando seus conhecimentos sobre a Geometria Euclidiana Plana. E, após resolver todos os desafios, ele finalmente conseguiu encontrar a saída.

Entretanto, ao sair pela porta localizada no sótão, Victor acordou em sua casa. Porém ainda era de manhã e ele então percebeu que nada disso realmente havia acontecido, e que na verdade era fruto de um sonho. Pois ele acabou dormindo no chão na sacada, após fazer uma pausa em seus estudos.

#### 4.2.3 Ganhando o Jogo

Neste jogo sério, o jogador consegue pontos ao concluir os desafios. Para cada desafio completado, ele recebe uma quantia fixa de 1000 pontos, somado pelo tempo gasto para finalizá-lo. Assim, o jogador recebe mais pontos caso tenha terminado o desafio em menos tempo. Os pontos são exibidos na parte superior esquerda da tela.

O jogador ganha, caso tenha completado todos os desafios, e tenha terminado dentro do tempo estipulado de dez minutos. Após isso, ele terá seu resultado final, exibindo seus pontos e o tempo total que levou para sair da casa. Estas informações estão presentes na cena final do jogo. É exemplificado por meio da Figura 30 a janela de Vitória, que aparece quando o jogo é concluído.

Figura 30 – Tela de Vitória após concluir o jogo

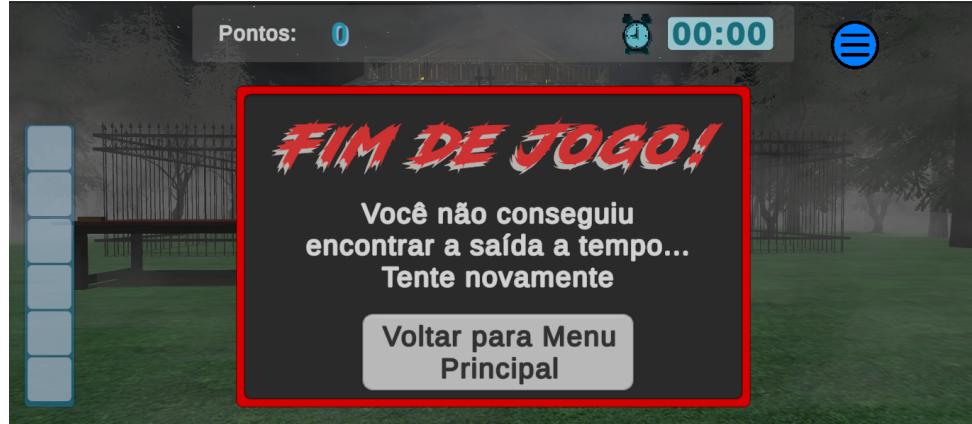


Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.2.4 Perdendo o Jogo

O jogador perde o jogo caso ele não consiga completar todos os desafios a tempo. Então, caso o contador do tempo chegue em zero minutos, uma janela informará que não se obteve sucesso e ele será enviado para a Cena do Menu Principal após pressionar o botão de voltar para o menu. É exemplificado por meio da Figura 31 janela de Fim de Jogo, que aparece quando o tempo chega a zero.

Figura 31 – Tela de Fim de Jogo após acabar o tempo



Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4.3 Documento de Design

Nesta seção serão abordados alguns tópicos referentes ao *design* do jogo, e em como ele foi elaborado para criar um jogo sério divertido e instigante.

### 4.3.1 Personagem

O personagem conta com um modelo tridimensional obtido gratuitamente pela Asset Store (loja virtual do motor de jogos *Unity*). O arquivo do modelo possui o personagem e também algumas animações básicas, como por exemplo: andar e parado. É exemplificado por meio das Figuras 32 e 33, respectivamente, as animações citadas.

Figura 32 – Personagem com animação de *andando*



Fonte: Elaborada pelo autor.

A animação de andar pôde ser aplicada devido ao fato do modelo possuir um esqueleto, normalmente chamado de metaring. Esse *metarig* é responsável pelo movimento individual das

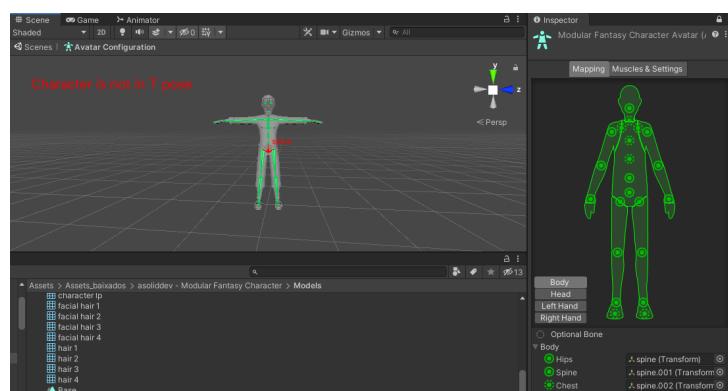
Figura 33 – Personagem com animação de *parado*



Fonte: Elaborada pelo autor.

partes do corpo do modelo. Apesar de já estar configurado, o *Unity* possui ferramentas que auxiliam na identificação e atribuição de cada parte do corpo para gerenciar seu movimento, facilitando a animação de modelos que possam ser criados do início. É exemplificado por meio da Figura 34 as configurações do *metarig* do personagem.

Figura 34 – Configuração do *metarig* do personagem no *Unity*



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.3.2 Fluxograma do Jogo

Nesta Subseção, são apresentados os fluxogramas desenvolvidos para o jogo. Esses têm como objetivo exemplificar as etapas da aplicação, desde o momento que ela se inicia, até sua finalização. É exemplificado por meio da Figura 35 a legenda dos fluxogramas.

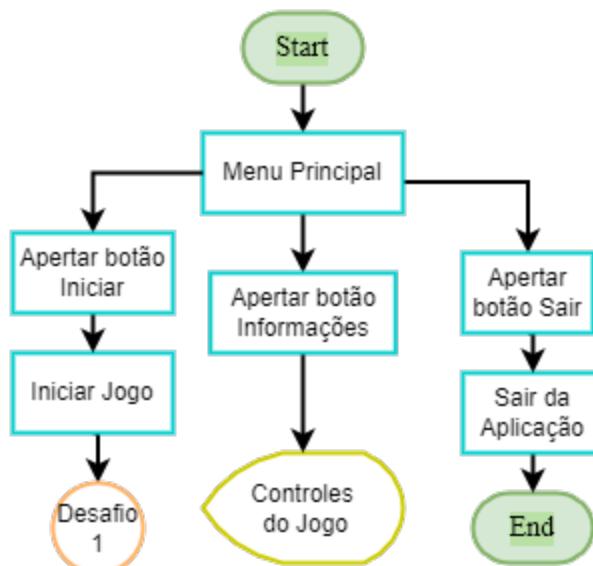
Figura 35 – Significado dos símbolos do fluxograma



Fonte: Elaborada pelo autor.

É exemplificado por meio do primeiro fluxograma as etapas do Menu Principal. Então, partindo do início da aplicação (*Start*), o jogador poderá iniciar o jogo clicando no botão correspondente (*Iniciar*). Poderá acessar as informações, clicando no botão correspondente (*Informações*). Ou poderá sair do jogo (*End*), clicando no botão correspondente (*Sair*). O fluxograma referente ao Menu Principal é mostrado na Figura 36.

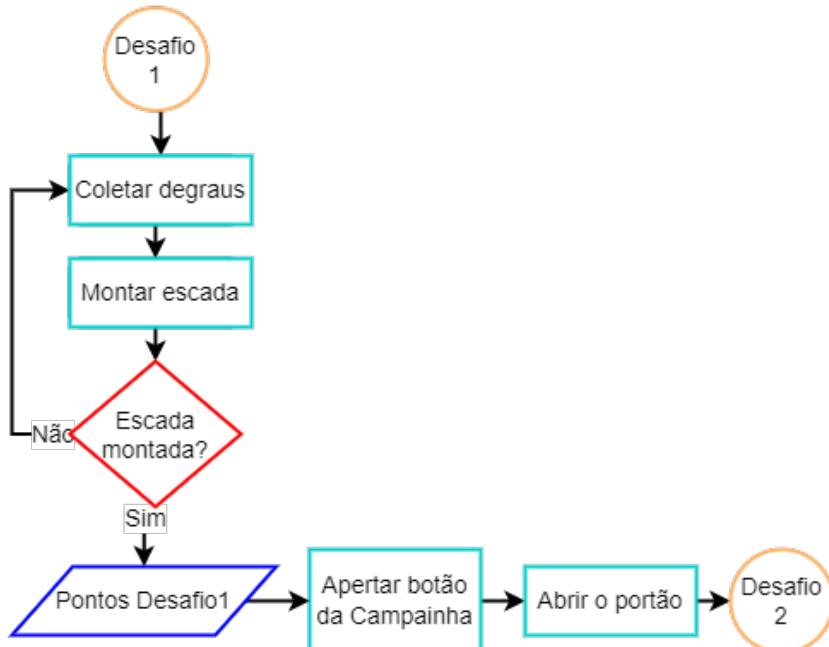
Figura 36 – Fluxograma do jogo sobre o Menu Principal



Fonte: Elaborada pelo autor.

É exemplificado por meio do segundo fluxograma as etapas correspondentes ao primeiro desafio. Analisando a sequência dos estados, o jogador coleta os itens e monta a escada. Se a escada estiver montada, a pontuação do desafio será contabilizada e o jogador poderá apertar o botão da campainha para abrir o portão. Seguindo para o próximo desafio. É exemplificado por meio da Figura 37 o segundo fluxograma do jogo, referente ao desafio um.

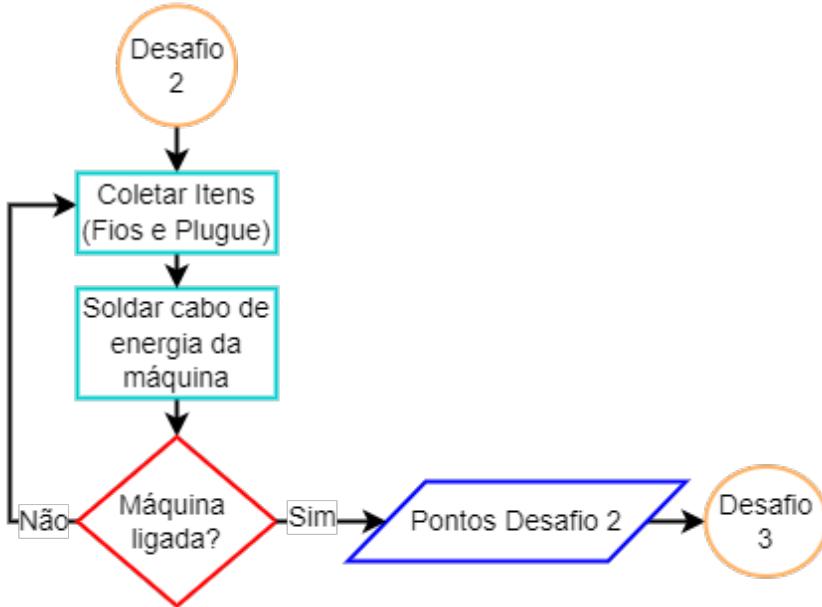
Figura 37 – Fluxograma sobre o primeiro desafio



Fonte: Elaborada pelo autor.

É exemplificado por meio do terceiro fluxograma as etapas correspondentes ao segundo desafio. Partindo do mesmo princípio do desafio um, o jogador coleta os itens que serão necessários para consertar a máquina. Desta forma, ele coletará os fios de energia que estão espalhados pelo ambiente e o plugue da tomada. Se a máquina estiver consertada, a pontuação do desafio será contabilizada e o jogador seguirá para o desafio três. A Figura 38 refere-se ao terceiro fluxograma do jogo, referente ao desafio dois.

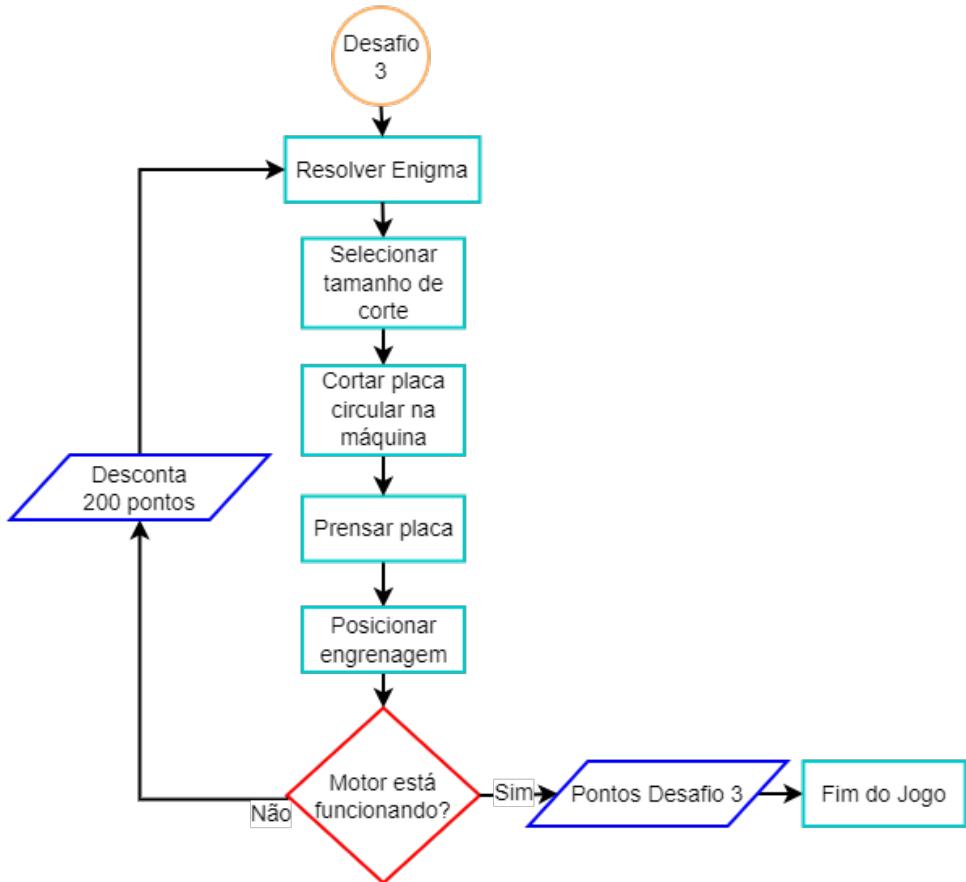
Figura 38 – Fluxograma sobre o segundo desafio



Fonte: Elaborada pelo autor.

Depois que a máquina está ligada, o estado que segue é o do terceiro desafio. Sendo assim, analisando a sequência dos estados, o jogador resolve o enigma que leva a resposta para o tamanho da engrenagem. Em seguida, ele seleciona o tamanho do corte e corta a placa de metal. Logo após isso, ele prensará a placa e levará até o motor. Caso a engrenagem escolhida não seja a correta, serão descontados 200 do valor total de pontos, e o jogador precisará tentar novamente. É exemplificado na Figura 39 o quarto fluxograma do jogo, referente ao desafio três.

Figura 39 – Fluxograma sobre o terceiro desafio



Fonte: Elaborada pelo autor.

Por fim, ao posicionar a engrenagem correta no motor, a escada dobrável é liberada e o jogador recebe sua pontuação referente ao terceiro desafio. A cena é trocada para o final do jogo, exibindo a pontuação final e o tempo. Finalmente, o jogador poderá clicar no botão que o levará para o Menu Principal, encerrando assim o fluxo.

## 5 Conclusão

Com o aumento da utilização das tecnologias em sala de aula, novos *softwares* que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem estão se aprimorando. Por consequência disso, o uso dos jogos sérios digitais como ferramentas complementares, tornaram-se cada vez mais utilizados entre os educadores. Sendo assim, este trabalho buscou desenvolver um jogo sério que pudesse somar nos conhecimentos que o educando adquire ao longo de sua vida escolar.

O Escapista e a Matemática de Euclides é um jogo sério com intuito de ilustrar alguns conceitos vistos na Geometria Euclidiana Plana. Sendo eles, neste trabalho, aplicados num contexto diferente do habitual. Afinal, para este tipo de estudo, é comumente utilizado um cenário bidimensional. Entretanto, buscou-se aprimorar a visualização dos axiomas e postulados de maneira alternativa para o aluno, utilizando um ambiente 3D para aplicar os conceitos da Geometria Plana, proporcionando a ele uma comparação entre os conteúdos dessa geometria, aplicadas no mundo real.

O jogo possui um enredo diferente, baseando-se nos jogos com estilo *escape room*. Além disso, ele conta com desafios envolvendo tarefas que podem ser relacionadas ao cotidiano, enquanto utiliza dos postulados e axiomas para resolução dos problemas. A ambientação e os sons utilizados buscaram tornar o jogo mais imersivo, enquanto o jogador busca uma forma de sair da casa escura apresentada como cenário. Além disso, ele é recompensado por progredir durante os desafios e é penalizado caso não os cumpra a tempo, ou utilizar o item incorreto durante o último desafio.

Durante sua jogatina, o aluno encontrará obstáculos desafiadores, instigantes e enriquecedores para a obtenção de novos saberes, estimulando sua criatividade por meio da resolução dos desafios. E também, poderá explorar um ambiente sombrio, proporcionando um envolvimento do jogador com o personagem. Além disso, o jogo conta com um sistema de pontuação a fim de estimular o aprendizado, por meio do reforço positivo, quando um problema é solucionado. Desta forma, o jogo recompensa o jogador por utilizar seus conhecimentos sobre a geometria, exibindo sua pontuação ao final da partida, motivando-o e proporcionando o sentimento de gratificação após finalizar o *game*.

Por se tratar de um jogo sério, e baseando-se nos resultados obtidos, espera-se poder contribuir para os profissionais da educação da área de matemática. Oferecendo a eles uma ferramenta de apoio para o desenvolvimento do saber do aluno. De modo que, acima de tudo, a ferramenta possa aprimorar o interesse pelo estudo de matemática, mais especificamente sobre a Geometria Plana.

Apesar dos objetivos propostos terem sido alcançados, ainda é possível aprimorar este projeto. Afinal, com o tempo estipulado para a conclusão do mesmo, e, também, com o

conhecimento utilizado para o desenvolvimento deste jogo, foi possível desenvolver um jogo sério que atingiu os requisitos apresentados. Sendo assim, com um aprofundamento nos estudos e com mais disponibilidade de tempo, este trabalho poderá ser aperfeiçoado e, como trabalho futuro, poderá ser aplicado em sala de aula.

Por fim, com a elaboração desse trabalho, foi possível perceber a importância das novas tecnologias e como elas podem influenciar positivamente na vida do ser humano. Além disso, esse projeto serviu como um aprendizado significativo. De forma que, devido à sua importância, obtiveram-se novos conhecimentos sobre os assuntos tratados, e experiências para trabalhar em equipe.

# Referências

- ANDRADE, M. I. A. S.; VASCONCELOS, T. C. A importância do lúdico na superação das dificuldades de aprendizagem: um olhar psicopedagógico. *Revista Brasileira de Educação e Saúde*, v. 2, n. 1, p. 1–7, 2012.
- BARBOSA, J. L. M. *Geometria euclidiana plana*. 11. ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), 2012. 273 p.
- FEITOSA, J. d. C. *Kimotopia: Um jogo sério com técnicas de realidade virtual para crianças e adolescentes com câncer*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ago 2019.
- FERREIRA, M. D.; ROCHA, K. M. da. O aluno monitor da sala de informática nas escolas da rede municipal de santa maria: Reflexos de uma formação. *Santa Maria: 2020. Relatórios Técnicos do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede*, v. 2, n. 2, Ago/Dez 2020.
- LOH, C. S.; SHENG, Y.; IFENTHALER, D. Serious games analytics: Theoretical framework. In: \_\_\_\_\_. *Serious Games Analytics: Methodologies for Performance Measurement, Assessment, and Improvement*. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 3–29. ISBN 978-3-319-05834-4. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-319-05834-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05834-4_1)>. Acesso em: 27 Abr 2021.
- MATREIRO, A. *A desmistificação da geometria por meio da ludicidade: Geoplano como ferramenta facilitadora para o ensino e aprendizagem*. Dissertação (Mestrado) — UNESP, Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, Jun 2018.
- MAURÍCIO, J. T. *Aprender brincando: o lúdico na aprendizagem*. 2008. 08–16 p. Disponível em: <<http://www.profala.com/arteducesp140.htm>>. Acesso em: 31 jan. 2022.
- MICROSOFT. *Escape Game 50 Rooms, published by EasyBrom*. 2021. Disponível em: <[https://www.microsoft.com/en-gm/p/escape-game-50-rooms/9mw5d36xq4p5?cid=msft\\_web\\_chart&activetab=pivot:overviewtab](https://www.microsoft.com/en-gm/p/escape-game-50-rooms/9mw5d36xq4p5?cid=msft_web_chart&activetab=pivot:overviewtab)>. Acesso em: 27 jan. 2022.
- MOL, R. S. Os elementos de euclides. In: *Introdução à história da matemática*. [S.I.]: Centro de Apoio à Educação a Distância da UFMG (CAED-UFMG), 2013. p. 45–52.
- MORAES, M. N. de; CARDOSO, P. A. Jogos para ensino em engenharia e desenvolvimento de habilidades. 2018.
- PETRY, A. d. S. Jogos digitais e aprendizagem: algumas evidências de pesquisas. In: ALVES LYNN; COUTINHO, I. d. J. (Ed.). *Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências*. Campinas-SP: Papirus, 2016. p. 43–60.
- PRENSKY, M. *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. [S.I.]: Editora Senac São Paulo, 2012. 155–207 p.
- ROCHA, R. V. da; BITTENCOURT, I. I.; ISOTANI, S. Análise, projeto, desenvolvimento e avaliação de jogos sérios e afins: uma revisão de desafios e oportunidades. In: *Brazilian*

*Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE).* [S.I.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 692.

ROLINO, J.; AFINI, D.; VIEIRA, G. Pirâmide multiplicativa: um jogo sério para a memorização da tabuada. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, v. 26, n. 1, p. 617, 2015. ISSN 2316-6533. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/5326>>. Acesso em: 26 Mai 2021.

SCHMIDT, E. *O ensino de geometria projetiva na educação básica: uma proposta para apreensão do conhecimento do mundo tridimensional*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

SILVA, Q. d. O. V.; VICTER, E. d. F. O uso do geogebra e o conceito da geometria euclidiana no ensino médio. *Anais do III Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática: Questões Atuais*, v. 1, n. 1, p. 70–72, 2015.

SOUZA, A. A. de; OLIVEIRA, M. L. S. de; TENÓRIO, A. K. S.; LOPES, R. H. de O.; RODRIGUES, A. N. Mundo de euclides: Aplicabilidade de um jogo para o ensino da geometria euclidiana. In: SBC – PROCEEDINGS OF SBGAMES 2014. *Anais*. Porto Alegre – RS, 2014. p. 316–319.

SOUZA, S. C. de; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *Holos*, v. 5, p. 182–200, 2015.