



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII PATOS - PB
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS - CCEA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

MATHEUS SANTOS ALMEIDA

**JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO COM FOCO EM PORTAS
LÓGICAS**

**PATOS – PB
2022**

MATHEUS SANTOS ALMEIDA

JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO COM FOCO EM PORTAS LÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Computação da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Graduação em Ciência da Computação.

Área de concentração: Desenvolvimento de jogos sérios.

Orientador: Prof. Me. Francisco Anderson Mariano da Silva.

**PATOS – PB
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A447] Almeida, Matheus Santos.
Jogo sério para o ensino de computação com foco em portas lógicas [manuscrito] / Matheus Santos Almeida. - 2022.
43 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2022.
"Orientação : Prof. Me. Francisco Anderson Mariano da Silva. , Coordenação do Curso de Computação - CCEA."

1. Ensino de Computação. 2. Desenvolvimento de jogos.
3. Jogos sérios. 4. Portas lógicas. I. Título

21. ed. CDD 004

MATHEUS SANTOS ALMEIDA

JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO COM FOCO EM PORTAS LÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em 23/11/2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Francisco Anderson Mariano da Silva
(Orientador)



Prof. Dr. Wellington Candeia de Araujo
(Examinador - CCT)



Prof. Vinicius Reuteman Feitoza Alves de Andrade
(Examinador - CCEA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças para concluir esse trabalho e agradecer por concluir com saúde está etapa da minha vida.

A minha família por me apoiar durante o decorrer do curso.

Ao meu orientador e professor Francisco Anderson pela assistência e dedicação nas orientações, pelas correções, dicas e incentivos que tornaram possível o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos professores do Curso de Ciência da Computação da UEPB, que contribuíram por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio, que se tornaram essenciais para a conclusão deste curso, junto com minha colega de vida que me apoio a todo momento.

RESUMO

Este trabalho aborda uma análise e desenvolvimento de jogos sérios, que são jogos que tem como principal finalidade a educação e treinamento, sendo o maior diferencial entre jogos sérios e jogos de entretenimento, o jogo desenvolvido neste trabalho tem como foco o conteúdo de portas lógicas, ensinado no curso de ciências da computação, entre outros cursos. **Objetivos:** Analisar os limites e possibilidades da inserção dos jogos sérios para o ensino de computação, assim como analisar uma melhora no aprendizado e prática do conteúdo de portas lógicas. **Metodologia:** Usando da ferramenta *Unity*, foi criado um protótipo do jogo, sendo analisado por meio da definição da tétrede elementar, assim tendo seu desenvolvimento trabalhado em cada etapa, em seguida o protótipo foi passado para duas turmas do curso de ciências da computação, para uma análise de ensino passada pelo jogo. **Resultados:** Após o uso do protótipo pelos alunos, foi passado um questionário para a coleta de dados, o questionário analisa o grau de entendimento, dificuldade e aprendizado passado no protótipo, com os dados do questionário pode ser analisado uma melhora no aprendizado do conteúdo passado, sua interface foi relatada como de fácil entendimento e sua dificuldade mediana, assim cumprindo os objetivos desse trabalho.

Palavras-Chave: Ensino de Computação. Desenvolvimento de jogos. Jogos Sérios. Portas Lógicas.

ABSTRACT

This work addresses an analysis and development of serious games, which are games whose main purpose is education and training, being the biggest difference between serious games and entertainment games, the game developed in this work focuses on the content of logic gates, taught in the computer science course, among other courses. **Objectives:** To analyze the limits and possibilities of the insertion of serious games for the teaching of computing, as well as to analyze an improvement in the learning and practice of the content of logic gates. **Methodology:** Using the Unity tool, a prototype of the game was created, being analyzed through the definition of the elementary tetrad, thus having its development worked on each step, then the prototype was passed to two classes of the computer science course, to a teaching analysis passed by the game. **Results:** After the students played the prototype, a questionnaire was passed to collect data, the questionnaire analyzes the degree of understanding, difficulty and learning passed in the prototype, with the data from the questionnaire an improvement in the learning of the past subject can be analyzed, its interface was reported as easy to understand and its difficulty was medium, thus fulfilling the objectives of this work.

Keywords: Computer Education. Game development. Serious Games. Logic Gates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ludo Primeiros Passos.....	11
Figura 2 – <i>Microsoft Flight Simulator</i>	11
Figura 3 – Personagem Jogável.....	16
Figura 4 – Objetos de cenário.....	16
Figura 5 – Modelo das portas lógicas usadas no jogo.....	17
Figura 6 – Fases introdutórias do protótipo.....	17
Figura 7 – Fase 1 do protótipo.....	18
Figura 8 – Fase 2 do protótipo mostrando a porta lógica AND.....	18
Figura 9 – Fase 2 do protótipo mostrando a porta lógica OR.....	19
Figura 10 – Fase 3 do protótipo com um circuito simples.....	19
Figura 11 – Fase 4 do protótipo com a porta lógica NOT.....	20
Figura 12 – Fase 5 do protótipo mostrando a porta lógica NAND.....	20
Figura 13 – Fase 5 do protótipo mostrando a porta lógica NOR.....	21
Figura 14 – Fase 6 do protótipo apresentando a porta lógica XOR.....	21
Figura 15 – Fase 6 do protótipo apresentando a porta lógica XNOR.....	22
Figura 16 – Fase 7 do protótipo primeiro circuito da fase.....	22
Figura 17 – Fase 7 do protótipo segundo circuito da fase.....	23
Figura 18 – Fase 8 do protótipo.....	23
Figura 19 – Fase 9 do protótipo.....	24
Figura 20 – Fase 10 do protótipo.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Nível de compreensão das fases tutoriais e da interface.....	25
Gráfico 2 – Grau de entendimento das fases de circuitos.....	25
Gráfico 3 – Nível de dificuldade do tutorial.....	26
Gráfico 4 – Grau de dificuldade das fases de circuitos.....	27
Gráfico 5 – Grau de aprendizado do conteúdo apresentado.....	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Portas Lógicas.....	12
Quadro 2 – Tétrade elementar.....	14
Quadro 3 – Pergunta “O que pode ser melhorado?”.....	28
Quadro 4 – Pergunta “Em sua opinião, como seria melhor passado o conteúdo trabalhado”.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Justificativa	10
1.2 Problemática	11
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Geral	11
1.3.2 Específico	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Jogos sérios	11
2.1.1 Jogos sérios e o ensino	12
2.1.2 Treinamento	12
2.2 Jogos sérios aplicados na informática	13
2.3 Portas Lógicas	13
2.4 Tétrade elementar	15
2.5 Unity	15
3 METODOLOGIA	16
3.2 Desenvolvimento	16
3.3 Mecânica e tecnologia	16
3.4 Estética	17
3.5 Aprendizagem	18
3.6 Protótipo	19
4 RESULTADOS	25
4.1 Compreensão/Entendimento	26
4.2 Dificuldade	27
4.3 Aprendizado	28
4.4 Comentários	29
4.5 Conclusão da pesquisa	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
6 REFERENCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Com o mundo se tornando cada vez mais digital, estamos sempre em evolução para descobrir novas maneiras de usar essas tecnologias em diversas áreas como transporte, saúde, entre outras. Uma das mais importantes é a educação, que pode ter grande avanço utilizando de tecnologias como falado por Morán (2015) “os métodos tradicionais, que tem como foco a transmissão de informações pelos professores, faziam sentido quando o acesso à informação era difícil. Com a *Internet* e a divulgação aberta de muitos cursos e materiais, podemos aprender em qualquer lugar, a qualquer hora e com muitas pessoas diferentes”.

O uso dos jogos pode proporcionar um aprendizado mais dinâmico e atrativo para os alunos, arranjando uma maneira com que a aula se torne mais atrativas, deixando os alunos jovens interessados. Fazendo uso de jogos para o aprendizado de diversos conteúdos, como o qual será apresentado o conteúdo de portas lógicas para alunos da área de computação e informática.

Aplicando o método dos jogos sérios que diferente dos jogos habituais tem como principal objetivo educação, treinamento e publicidade, como por exemplo o jogo *Lightbot* (SPRITEBOX LLC, 2017) que é um jogo de quebra-cabeça baseado em codificação, onde o jogador deve criar um algoritmo a partir de blocos para que o personagem percorra toda a fase e complete os objetivos.

1.1 Justificativa

Devido à dificuldade no ensino computacional, tendo como um dos principais a falta de interesse do aluno por determinados assuntos, a forma como são passados ou até mesmo a forma como o aluno tenta estudar o conteúdo, deve-se desenvolver novas formas de ajudá-lo facilitando seu aprendizado, e essa forma que será desenvolvida por meio de algo comum na vida dos jovens usando jogos eletrônicos.

Por exemplo, para aperfeiçoar a maneira da prática sobre conteúdo, o uso de jogos para o treinamento se torna muito útil, pois mesmo que o aluno tenha construído o conhecimento através do seu pensamento ele precisa exercitar para desenvolver melhor o entendimento com o conteúdo.

O treinamento pode auxiliar no desenvolvimento de um pensamento dedutivo ou lógico mais rápido. Muitas vezes, é através de exercícios repetitivos que o/a aluno/a percebe a existência de outro caminho de resolução que poderia ser seguido, aumentando, assim, suas possibilidades de ação e intervenção. [...] pode ser utilizado para verificar se o/a aluno/a construiu ou não determinado conhecimento servindo como um “termômetro” que medirá o real entendimento que o/a aluno/a obteve. (LARA, 2004).

Essa dificuldade pode ser vista no trabalho de Costa (2013), onde mostra que a maioria dos alunos participantes da pesquisa, resolvem questões voltadas a programação fora do horário de aula, somente quando existe uma avaliação agendada, estudando por volta de uma hora ou simplesmente não resolvem questões comprovando a hipótese abordada por Costa(2013) “O aluno utiliza métodos inadequados de estudo”. Com isso pode-se procurar novos métodos para o auxílio do estudo onde faça com que o aluno estude de forma menos cansativa e atrativa.

1.2 Problemática

Com os dados abordados na pesquisa de Costa (2013), pode-se analisar um alto grau de reprovação em disciplinas de programação, logo isso também se aplica a lógica de programação, onde a maneira em que o conteúdo é passado ou até mesmo a maneira que for exercitado pelo aluno, possa não funcionar corretamente diminuindo o entendimento do aluno.

Partindo da problemática que analisa a forma que o conteúdo é ensinado, um dos pontos abordados na pesquisa de Costa (2013) é a maneira de estudos dos alunos como por exemplo resolução de exercícios, que por sua vez pode-se tornar muito cansativo para alguns alunos, tendo isso é possível melhorar esse e outros fatores usando métodos de ensino diferentes, melhorando tanto o aprendizado como o treinamento do conteúdo passado, facilitando até a sua forma de revisá-lo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver um jogo sério voltado para o conteúdo de portas lógicas, tendo em mente ajudar os alunos, facilitando o aprendizado e o tornando mais dinâmico e divertido o aprendizado/ensino.

1.3.2 Específico

- Analisar limites e possibilidades da inserção dos jogos sérios como proposta de metodologias ativas para o ensino de computação;
- Identificar uma melhora no ensino do conteúdo de portas lógicas;
- Auxiliar o aluno com a prática do conteúdo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Jogos sérios

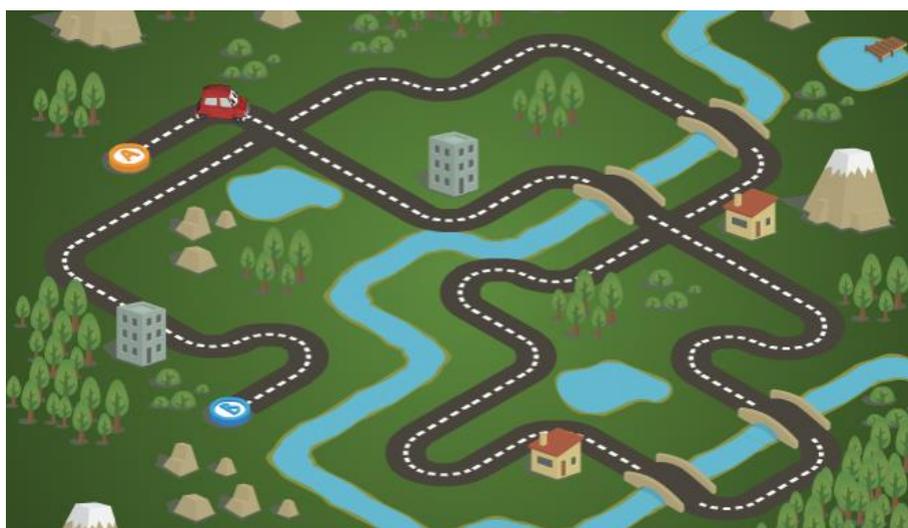
De acordo com Schuytema (2008), um jogo eletrônico é uma atividade que traz entretenimento e diversão formada por ações e decisões que resultam numa condição final. Essas ações e decisões são limitadas por um conjunto de regras e por um universo, que no contexto dos jogos digitais, são conduzidos por um programa de computador. O universo contextualiza as ações e decisões do jogador, fornecendo a ambientação adequada à narrativa do jogo, enquanto as regras definem o que pode e o que não pode ser realizado, bem como as consequências das ações e decisões do jogador. Além disso, as regras fornecem desafios com a intenção de dificultar ou impedir o jogador de alcançar os objetivos estabelecidos.

O termo “*serious games*” (ou jogos sérios), foi usado pela primeira vez no livro do pesquisador alemão Clark C. Abt em 1970 (ABT, 2002), onde foi usado com fins eletrônicos em 2002 através da *Serious Game Initiative*, fundada por David Rejeski e Ben Sawyer (REJESKI; SAWYER, 2002), jogos sérios (*serious games*) trata-se de jogos eletrônicos produzidos com a finalidade voltada para educação, treinamento. Tendo essa finalidade definida desde o início do seu desenvolvimento, o que torna a maior diferença entre jogos de entretenimento e jogos sérios.

2.1.1 Jogos sérios e o ensino

Uma das aplicações dos jogos sérios e a que será abordada nesse projeto é a área educacional, o jogo é desenvolvido com a finalidade de ajudar o educador no desenvolvimento e interação do aluno com o conteúdo apresentado. Exemplo de jogo sério desenvolvido para educação temos o Ludo Primeiros Passos que é um jogo disponível na *web*, feito pelo Grupo Ludo Educativo, tendo a intenção de ajudar na alfabetização usando desafios com sílabas, palavras e letras, conforme **Figura 1**. (BITTAR, 2015)

Figura 1 - Ludo Primeiros Passos



Fonte: CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DE MATÉRIAS FUNCIONAIS (2020)

2.1.2 Treinamento

Outra aplicação de jogos sérios está relacionada com o treinamento, como por exemplo o uso de simuladores para pilotos de avião ou até mesmo uso de jogos para treinamento militar, onde tem disponível o simulador de voo criado pela *Microsoft* com o nome de *Microsoft Flight Simulator* conforme a **Figura 2**, simulador de voo realista com localizações e clima atualizados em tempo real, modelos criados a partir de aeronaves reais e controles que simulam verdadeiros controles de voo. (MACY, 2020)

Figura 2 - *Microsoft Flight Simulator*



Fonte: ACKERMAN (2020)

2.2 Jogos sérios aplicados na informática

Os jogos sérios abrangem muitas áreas de ensino, como o treinamento, saúde, educação, entre outras, umas dessas áreas é a informática, onde pode se encontrar vários jogos para ajudar no ensino dessa área, como por exemplo o Computasseia (SANTOS; FIGUEIREDO, 2016), um jogo de cartas feito para auxiliar no ensino da história da computação, também pode ser analisado na pesquisa de (PESSINI; OLIVEIRA; KEMCZINKI, 2014) que a publicação de trabalhos de jogos sérios na área de informática vem aumentando no decorrer do tempo, um resultado dessa pesquisa foi a análise de mais de mil artigos onde se encontra cerca de 33 jogos sérios na área de informática.

2.3 Portas lógicas

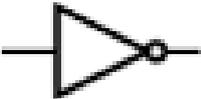
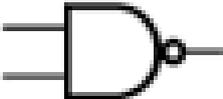
Portas Lógicas é um conteúdo visto no curso de ciências da computação na matéria Introdução a Computação, no qual é o principal conteúdo do jogo sério desenvolvido para este trabalho.

As portas são os circuitos básicos que têm, ao menos, uma entrada, mas somente uma saída, os valores usados na entrada e na saída são os valores lógicos verdadeiro ou falso, onde na computação, geralmente pode-se usar 0 para falso e 1 para verdadeiro. O valor da saída depende somente do valor atual das entradas, podendo assim usar uma tabela de verdade para descrever diretamente o comportamento de uma porta. (FERNANDEZ; CORTÉS, 2019)

Dentre as portas lógicas existem três tipos básicos E, OU e as portas NÃO (ou inversores) que são chamadas respectivamente de AND, OR e NOT.

Quadro 1 – Portas Lógicas

PORTA	SÍMBOLO	TABELA DE VERDADE			FUNÇÃO LÓGICA
E AND		A	B	SAIDA	Função E/AND: Sua saída será 1 quando todas as entradas forem 1, caso contrário sua saída será 0.
		0	0	0	
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	1	
OU OR		A	B	SAIDA	Função OU/OR: Sua saída será 0 quando todas as entradas forem 0, caso contrário a saída será 1.
		0	0	0	
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	1	

<p>NÃO</p> <p>NOT</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>SAIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	SAIDA	0	1	1	0	<p>Função</p> <p>NÃO/NOT: Inverte o valor da sua entrada.</p>									
A	SAIDA																	
0	1																	
1	0																	
<p>NE</p> <p>NAND</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>SAIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	SAIDA	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	<p>Função</p> <p>NE/NAND: Inverso da função E/AND. Sua saída será 0 quando todas suas entradas forem 1, caso contrário sua saída será 1.</p>
A	B	SAIDA																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																
<p>NOU</p> <p>NOR</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>SAIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	SAIDA	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	<p>Função</p> <p>NOU/NOR: Inverso da função OU/OR. Sua saída será 1 quando todas as entradas forem 0, caso contrário sua saída será 0.</p>
A	B	SAIDA																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																
<p>OU Exclusivo</p> <p>XOR</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>SAIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	SAIDA	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	<p>Função XOR: Sua saída será 1 quando o valor das suas entradas for diferente entre si, caso contrário a saída assume valor 0.</p>
A	B	SAIDA																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																

Coincidência XNOR		A	B	SAIDA	Função XNOR: Sua saída será 1 quando o valor das suas entradas for igual entre si, caso contrário o valor da saída será 0.
		0	0	1	
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	1	

Fonte: (FERNANDEZ; CORTÉS, 2019)

2.4 Tétrade elementar

De acordo com Schell (2011), que diz que um jogo consiste em vários elementos e os classificou em quatro categorias chamando de “tétrade elementar” essas categorias são: estética, mecânica, história e tecnologia.

Quadro 2 – Tétrade elementar

CATEGORIAS	DEFINIÇÃO
Estética	Um dos elementos mais importantes, pois, é o que se apresenta para o usuário, como sons, imagens, efeitos, contendo boa parte da imersão do jogo;
Mecânica	Define o comportamento do jogo e sua interação com o usuário, sendo assim a “alma” do jogo por assim dizer, onde a mecânica bem definida poderá resultar num bom jogo;
História	São os acontecimentos no jogo sua narrativa que pode ser tanto linear quanto ramificada, sendo em alguns jogos a base para os acontecimentos;
Tecnologia	É a maneira de como será feita a interação do jogo com o usuário, como por exemplo o uso de teclado para movimentação do personagem, segundo Schell (2011) “A tecnologia é essencialmente o meio em que a estética acontece, em que a mecânica ocorrerá e por meio da qual a narrativa será contada”.

Fonte: (SCHELL, 2011)

2.5 Unity

Unity é uma *game engine* disponível para *Windows*, *Linux* e *Mac*. *Game engines* são *softwares* equipados de bibliotecas para facilitar a criação de jogos, a

engine contém suporte para a criação de jogos em duas dimensões (2D) quanto em três dimensões (3D), incluindo também desenvolvimento para multiplataformas (*mobile*, *console* e realidade virtual), usando a linguagem de programação *C#* (*C Sharp*) e *Javascript* para criação de *scripts*.

Apesar de todo o funcionamento do *Unity* ser voltado para desenvolvimento de jogos, outros tipos de aplicações podem usar os recursos fornecidos pela *engine*, no contexto de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia em análise de comportamento, o *Unity* pode demonstrar ser uma boa ferramenta de *software* em várias áreas.

Podendo oferecer uma valiosa contribuição no desenvolvimento de aplicações que utilizam alguns recursos, por exemplo, gráficos de três dimensões (3D), simulações físicas, *networking*, suporte multimídia e capacidade multiplataforma. (SILVA FILHO; FURTADO; LEITE; NEVES FILHO, 2018)

3 METODOLOGIA

O protótipo do jogo sério foi desenvolvido na *engine Unity*, utilizando de uma adaptação da “tétrade elementar” de Schell (2011), esta adaptação inclui também aprendizagem como uma categoria extra já que se trata de um jogo educacional, o método de pesquisa utilizado será o questionário, devido que com esse método pode se ter uma grande quantidade de dados para atingir o objetivo do protótipo. (CHAGAS, 2000)

3.2 Desenvolvimento

Utilizando da tétrade elementar para organização, primeiro foi trabalho o tópico de aprendizagem, onde foi analisado a forma que seria trabalho o conteúdo de portas lógicas, sendo assim organizado que tipo de jogo seria, logo após foi trabalho a estética, pesquisando *assets* (imagens já prontas como personagem e suas animações ou até mesmo cenários e objetos) na internet com temática tecnológica, foram encontrados esses *assets* no site *GAME ART 2D* disponibilizados gratuitamente, em seguida foi a mecânica com a tecnologia implementada em código na *Unity*, fazendo vários teste para seu funcionamento e melhorando para que tivesse cada vez mais simples o seu entendimento usando da estética para ajudar nesse requisito, testando cada porta e circuito para que não tivesse nenhum erro e que os circuitos não fossem de baixa dificuldade, movimentação básica do personagem contendo apenas uma ação extra e trabalho para que a câmera se ajustasse conforme o circuito ou tamanho da fase.

3.3 Mecânica e tecnologia

A mecânica do protótipo do jogo é um *plataformer*, ou seja, um personagem se movimentando em plataformas, utilizando de um meio para resolver *puzzles* envolvendo portas lógicas.

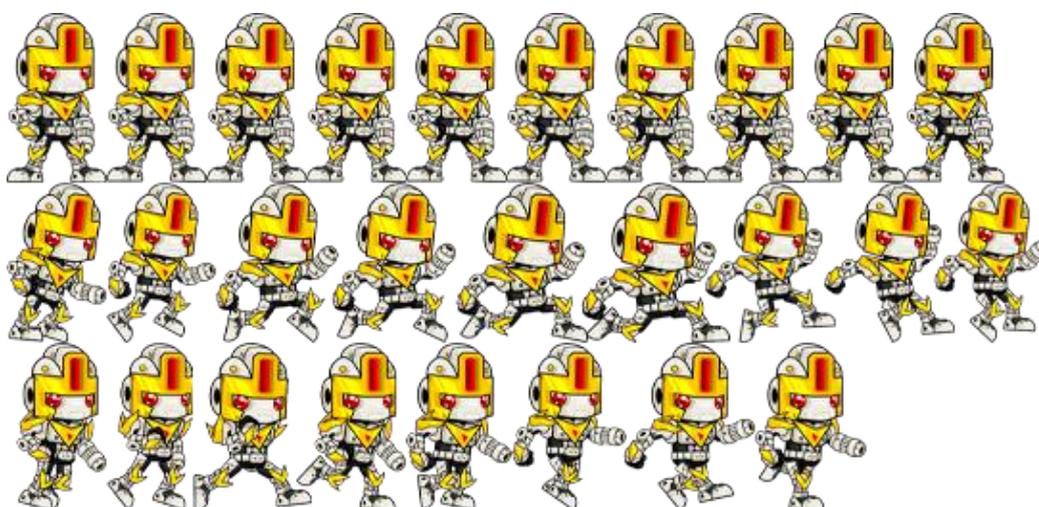
O jogador terá que atirar um projétil que será disparado pelo jogador nos interruptores com valores verdadeiro (1) e falso (0) que tem como funcionalidade também de entrada de dados para as portas lógicas, com o objetivo de ligar (verdadeiro) esses interruptores para desbloquear a porta e passar de fase, o início do jogo tem um tutorial passando por todas as portas lógicas totalizando seis fases, em seguida o jogador irá resolver circuitos formados por várias portas lógicas conectadas.

A interação com o usuário será pelo teclado e mouse, usando das teclas de movimentação seta para direita, seta para esquerda e tecla de pulo (barra de espaço), com o clique do botão esquerdo do mouse ou apertando a tecla *control* (Ctrl) esquerdo do teclado o jogador irá liberar o projétil.

3.4 Estética

Utilizando de *assets* gratuitos o protótipo do jogo tem uma estética mais tecnológica, como o uso de um robô como personagem que o jogador vai controlar, cenário ambientado em uma fábrica subterrânea, portas lógicas desenhadas para esse tipo de ambientação e uso de cabos para as conexões entre as portas lógicas e os interruptores.

Figura 3 - Personagem jogável



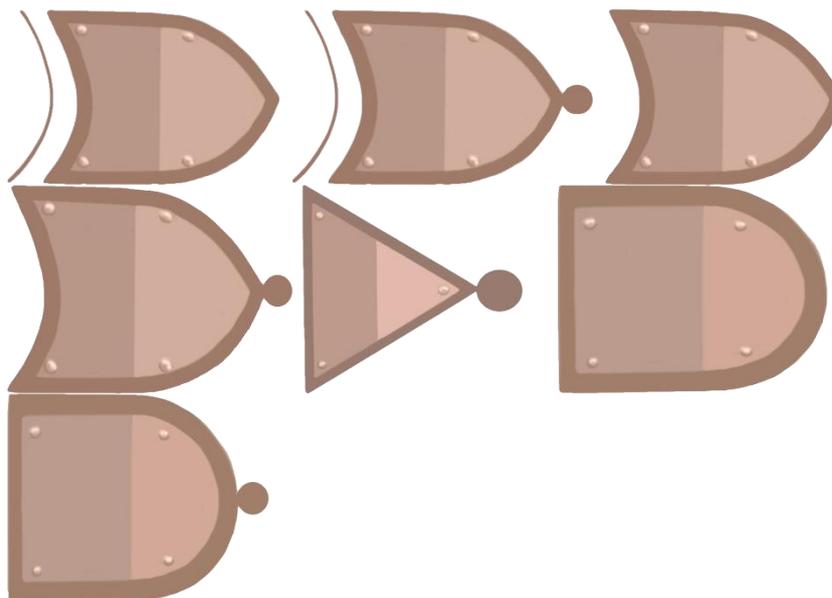
Fonte: *GAME ART 2D - THE ROBOT - FREE SPRITE*

Figura 4 - Objetos do cenário



Fonte: *GAME ART 2D - FREE SCI-FI PLATFORMER TILESET*

Figura 5 - Modelo das portas lógicas usadas no jogo

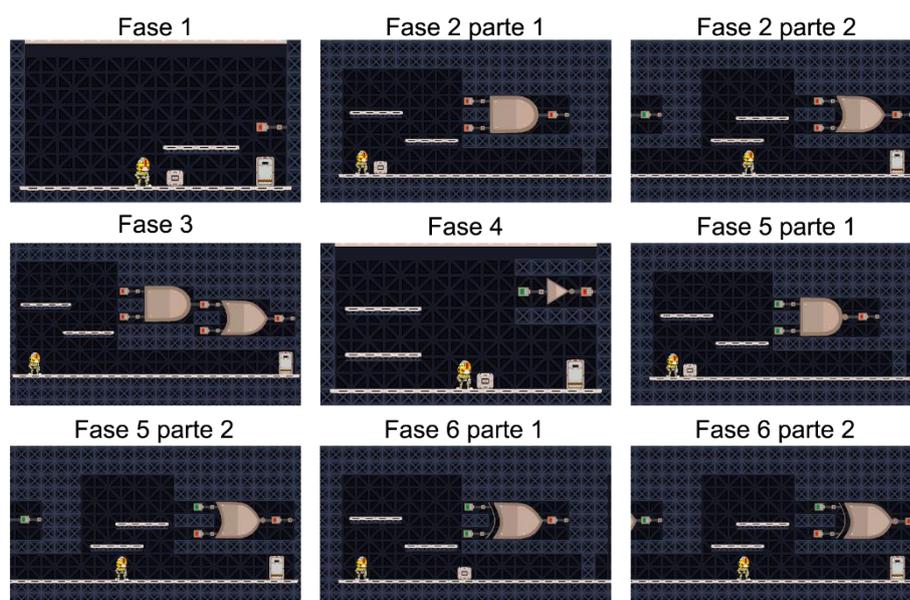


Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

3.5 Aprendizagem

O protótipo do jogo tem fases introdutórias apresentando o conteúdo ao jogador, com seis fases de tutorial para o aprendizado, logo em seguida a resolução de circuitos lógicos com várias portas conectadas, para testar se o conhecimento passado no início conseguiu realmente ser aprendido.

Figura 6 - Fases introdutórias do protótipo



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

3.6 Protótipo

O protótipo construído para a coleta de dados é constituído por dez fases, sendo seis fases para tutorial e quatro fases com circuitos mais complexos.

Fase 1: A primeira fase do protótipo é simples, com o intuito de mostrar ao usuário os comandos básicos e como irá funcionar o jogo, conforme a **Figura 7**.

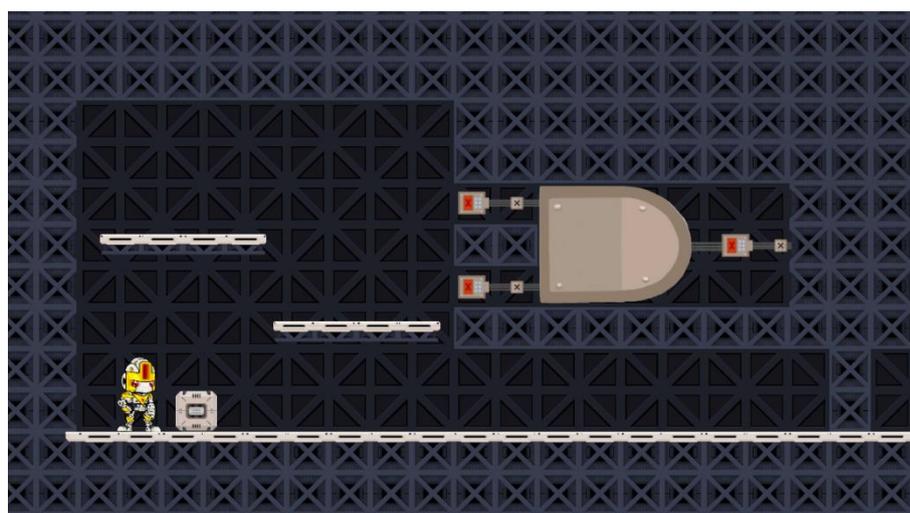
Figura 7 - Fase 1 do protótipo



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

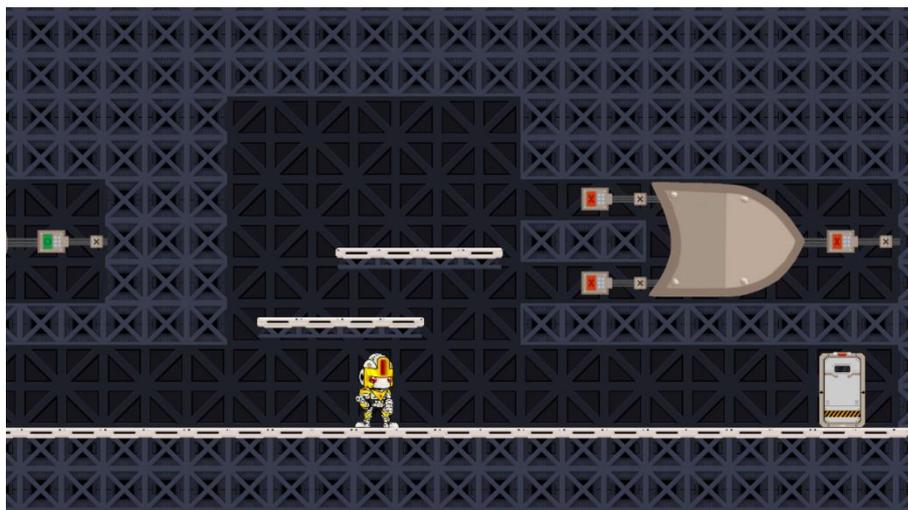
Fase 2: A segunda fase começa apresentando ao usuário as portas lógicas AND e OR, mostrando como funcionam, em seguida o usuário terá que resolvê-las para passar da fase, na **Figura 8** mostra a porta lógica AND, na **Figura 9** mostra a porta lógica OR que é liberada após a resolução da porta AND.

Figura 8 - Fase 2 do protótipo mostrando a porta lógica AND



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

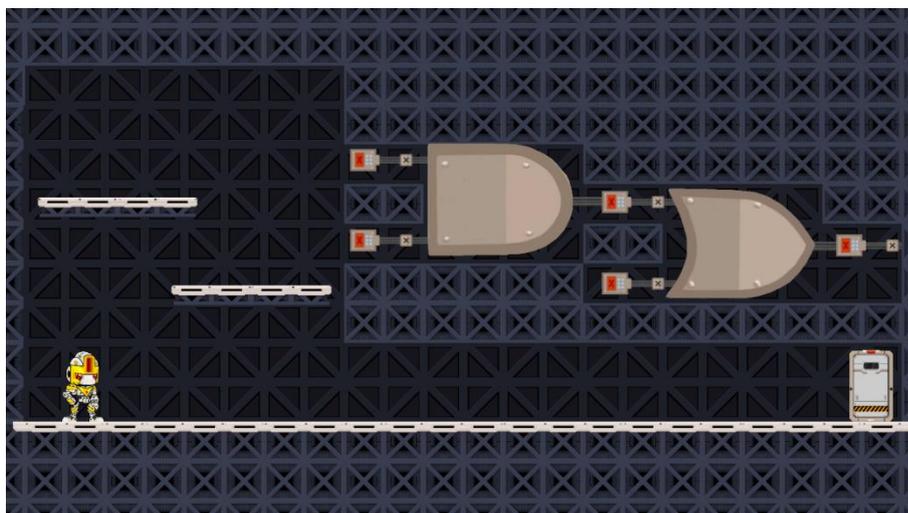
Figura 9 - Fase 2 do protótipo mostrando a porta lógica OR



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

Fase 3: A terceira fase é uma prática de circuitos simples usando as duas portas passadas na **Figura 8** e **Figura 9**, ilustrado na **Figura 10**.

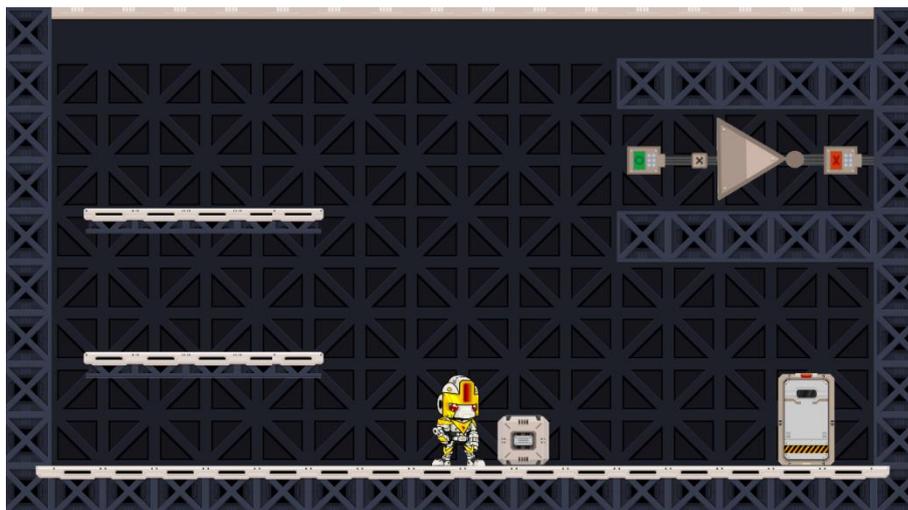
Figura 10 - Fase 3 do protótipo com um circuito simples



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

Fase 4: A quarta fase apresenta ao usuário a negação (NOT), também chamado de inversor, conforme a **Figura 11**.

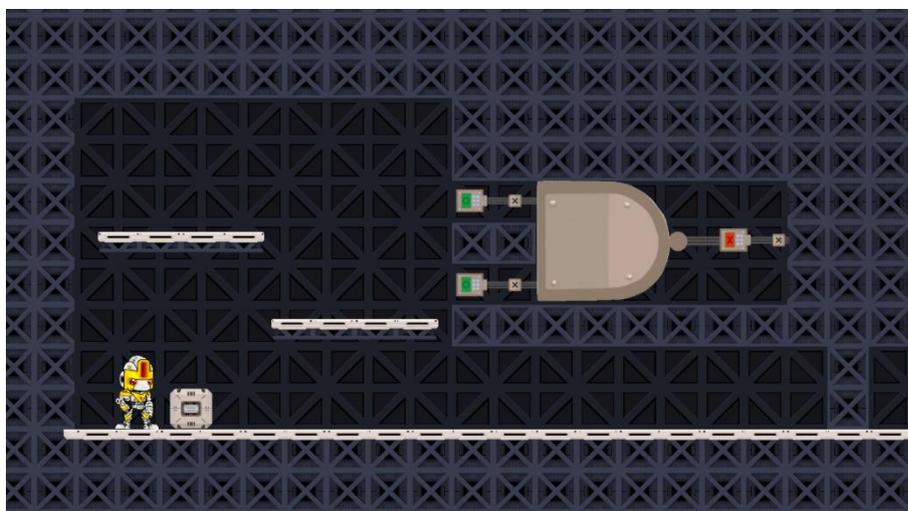
Figura 11 - Fase 4 do protótipo com a porta lógica NOT



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

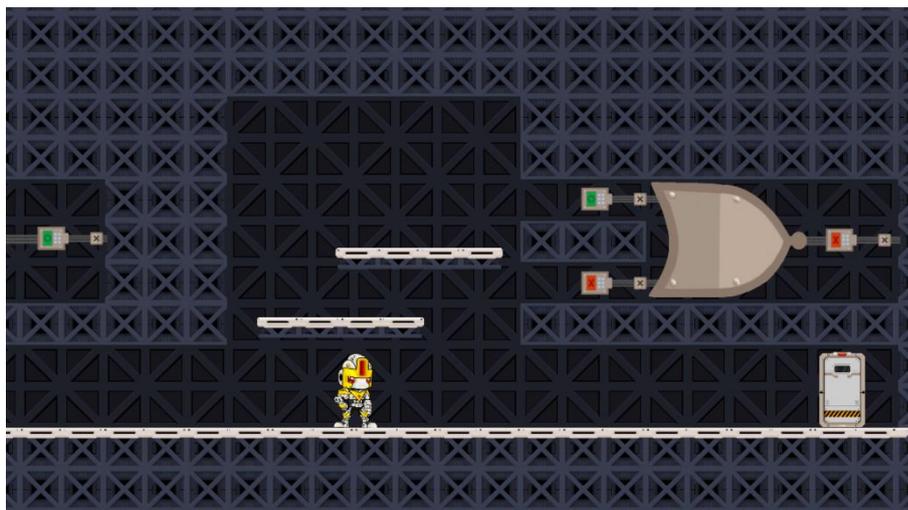
Fase 5: A quinta fase apresenta ao usuário as portas lógicas NAND e NOR, que são as portas mostradas nas **Figuras 8 e 9** junto com a negação apresentada na **Figura 11**, onde após resolver a NAND mostrada na **Figura 12**, libera o caminho para a porta NOR apresentado na **Figura 13**.

Figura 12 - Fase 5 do protótipo mostrando a porta lógica NAND



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

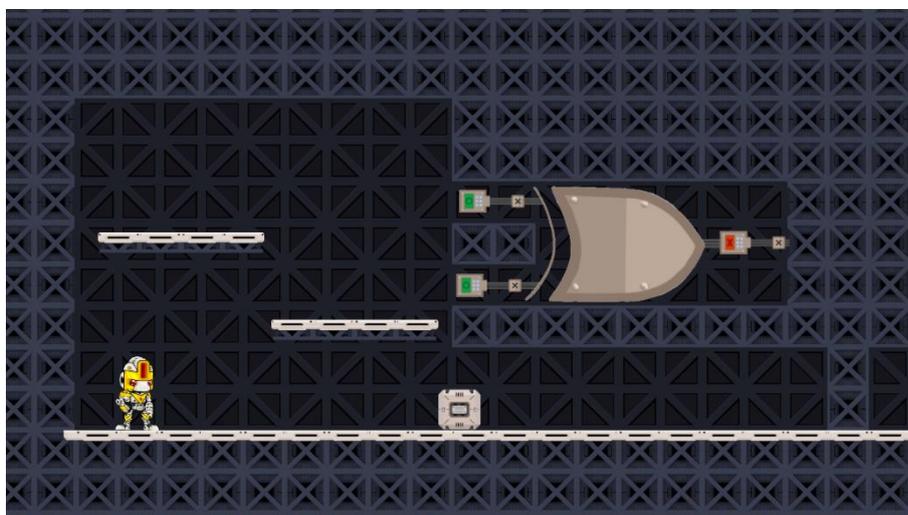
Figura 13 - Fase 5 do protótipo mostrando a porta lógica NOR



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

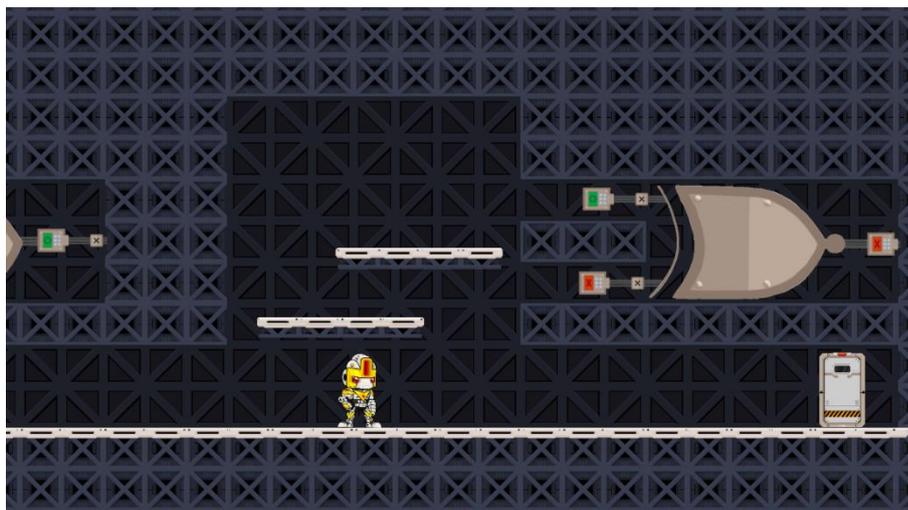
Fase 6: A sexta fase apresenta ao usuário as portas lógicas XOR mostrado na **Figura 14**, onde logo após a resolução é liberado o caminho para a porta XNOR ilustrado na **Figura 15**.

Figura 14 - Fase 6 do protótipo apresentando a porta lógica XOR



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

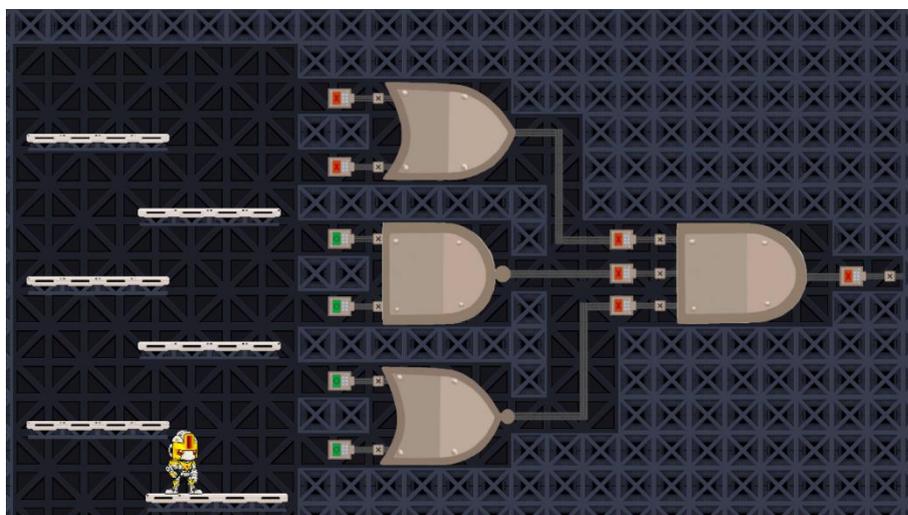
Figura 15 - Fase 6 do protótipo apresentando a porta lógica XNOR



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

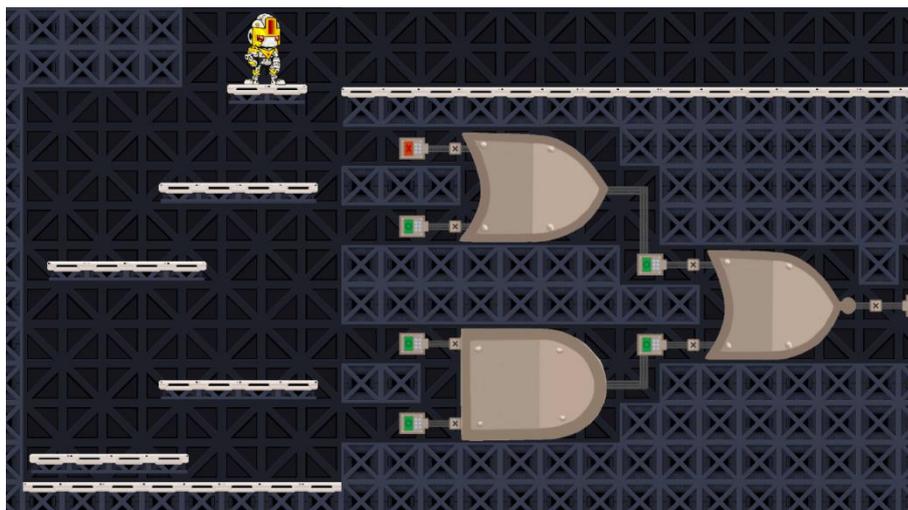
Fase 7: A partir da sétima fase termina o tutorial e começam os circuitos para testar o aprendizado do usuário, a fase 7 contém dois circuitos onde o usuário terá que resolver os dois para seguir, como mostra a **Figura 16** e **Figura 17**.

Figura 16 - Fase 7 do protótipo primeiro circuito da fase



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

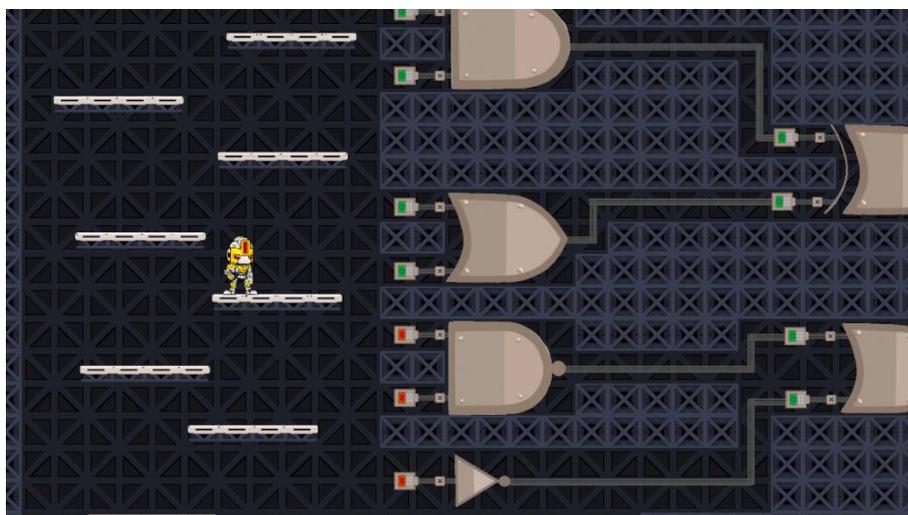
Figura 17 - Fase 7 do protótipo segundo circuito da fase



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

Fase 8: Continuando as fases para a prática temos a fase 8 contendo apenas um circuito lógico, composto por 7 portas lógicas, conforme a **Figura 18** que mostra uma parte desse circuito.

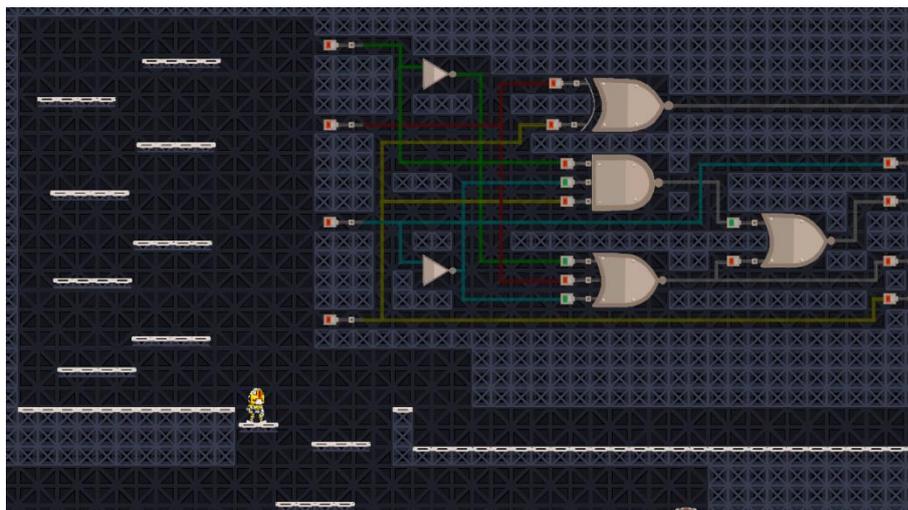
Figura 18 - Fase 8 do protótipo



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

Fase 9: Fase para a prática, contendo um circuito composto por 9 portas lógicas com apenas uma saída final para o circuito, ilustrado na **Figura 19** mostrando uma parte desse circuito.

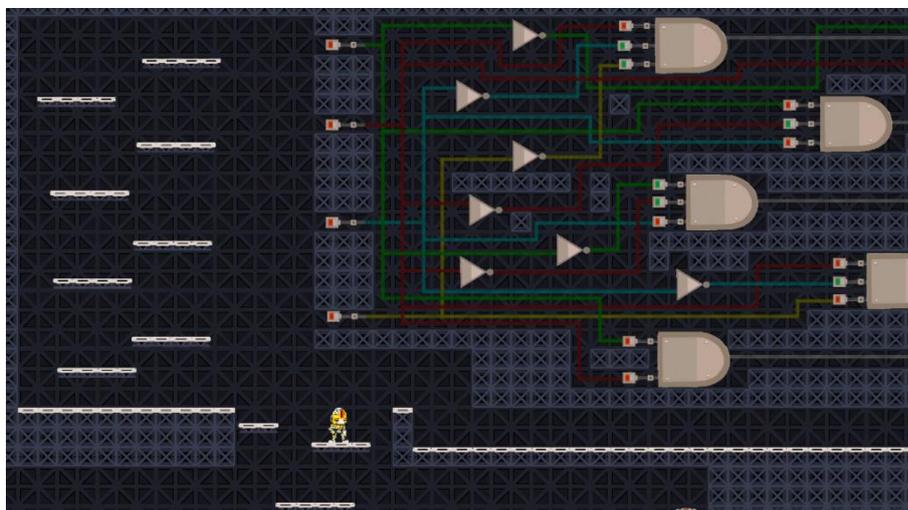
Figura 19 - Fase 9 do protótipo



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

Fase 10: Finalizando o protótipo tem a fase 10, que é a mais complexa dentre as outras com um circuito composto por 15 portas lógicas, tendo duas saídas finais, apresentado na **Figura 20** pode ser visto uma parte desse circuito.

Figura 20 - Fase 10 do protótipo



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

4 RESULTADOS

Foi realizada uma pesquisa sobre o uso do protótipo com alunos do primeiro e segundo período do curso de ciências da computação, após a coleta de dados foram analisados o grau de dificuldade e compreensão dos alunos referente ao protótipo. Logo em seguida dos alunos utilizarem o protótipo foi passado um questionário para a coleta de dados, esse questionário está dividido em três sessões, fases tutoriais, fases de circuitos e aprendizagem.

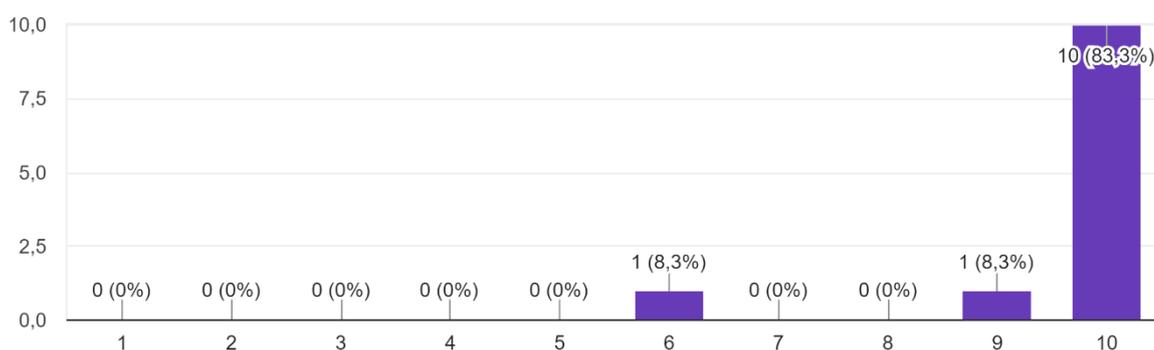
4.1 Compreensão/Entendimento

Foi analisado o grau de compreensão dos alunos tanto em compreender a interface quanto compreender o conteúdo.

Gráfico 1 - Nível de compreensão das fases tutoriais e da interface

Nível de compreensão (Conseguiu entender a interface e do que se trata o jogo):

12 respostas



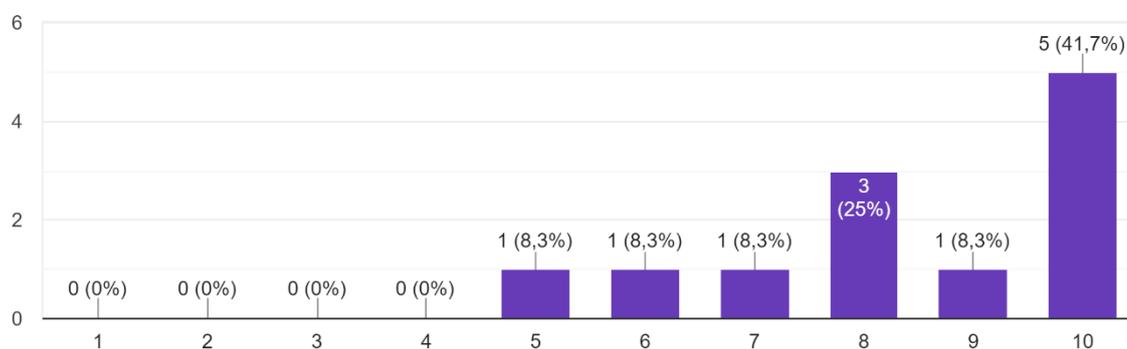
Fonte: Dados da pesquisa, 2022

Como mostrado no **Gráfico 1**, referente ao nível de compreensão no tutorial, a maioria dos alunos não tiveram dificuldade na compreensão da interface.

Gráfico 2 - Grau de entendimento das fases de circuitos

Grau de entendimento:

12 respostas



Fonte: Dados da pesquisa, 2022

O **Gráfico 2** mostra o grau de entendimento dos alunos quanto às fases de circuitos, onde pode-se analisar uma maior discrepância quanto ao gráfico de compreensão, isso se dar devido à dificuldade das fases, sendo assim a maioria dos

alunos conseguiu compreender as fases, entretanto nem todos que compreenderam perfeitamente o tutorial tiveram um grau de entendimento alto sobre as fases de circuitos.

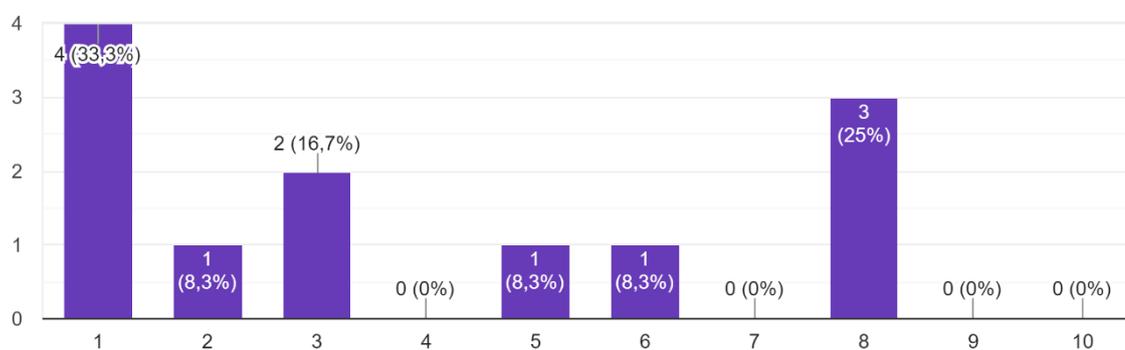
4.2 Dificuldade

Na pesquisa foi analisado o grau de dificuldade dos alunos tanto nas fases tutoriais quanto nas fases dos circuitos.

Gráfico 3 - Nível de dificuldade do tutorial

Nível de dificuldade:

12 respostas



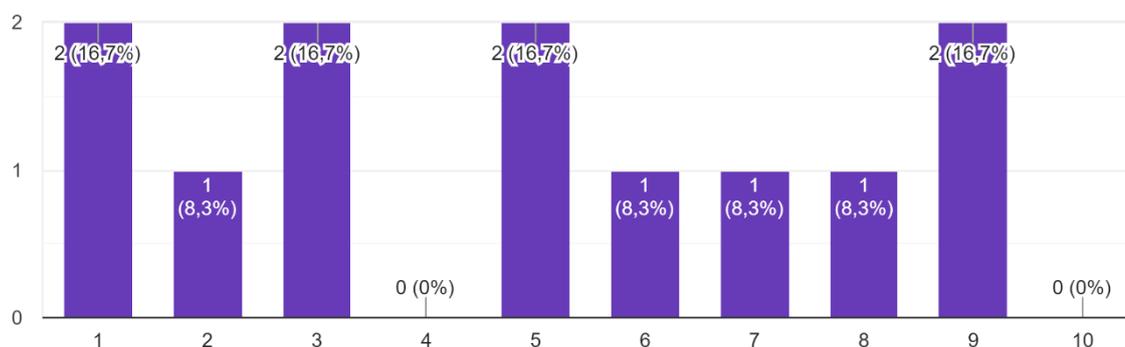
Fonte: Dados da pesquisa, 2022

Como mostrado no **Gráfico 3**, o nível de dificuldade descrito pela maioria dos alunos foi baixo devido ser o tutorial, tiveram também alguns casos que identificaram como médio ou alto o nível de dificuldade do tutorial.

Gráfico 4 - Grau de dificuldade das fases de circuitos

Grau de dificuldade:

12 respostas



Fonte: Resultado da pesquisa, 2022

O **Gráfico 4** mostra o grau de dificuldade que os alunos tiveram nas fases de circuitos, aqui pode ser analisado que a variação de dificuldade foi alta, ou seja, alguns tiveram mais dificuldades enquanto outros acharam mais baixa a dificuldade, sendo assim mostrando que o grau de dificuldade variou de aluno para aluno.

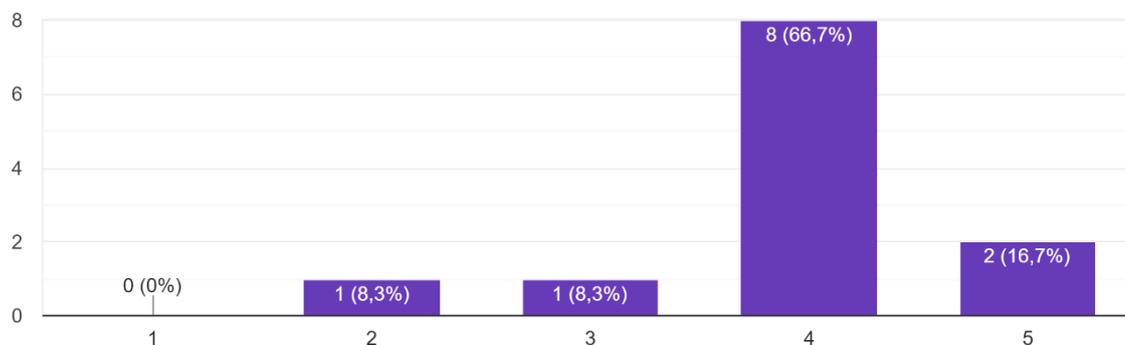
4.3 Aprendizado

A pesquisa analisou o grau de aprendizado do conteúdo passado, no caso o conteúdo de portas lógicas.

Gráfico 5 - Grau de aprendizado do conteúdo apresentado

Grau de aprendizado do conteúdo apresentado.

12 respostas



Fonte: Dados da pesquisa, 2022

O **Gráfico 5** mostra o grau de aprendizado dos alunos sobre o conteúdo de portas lógicas, mostrando que a maioria dos alunos tiveram um aprendizado bom sobre o conteúdo, enquanto alguns tiveram um aprendizado mediano para baixo, pode ser explicado devido ao grau de conhecimento do aluno.

4.4 Comentários

Na pesquisa também foi coletado a opinião dos alunos sobre o protótipo, ou até mesmo melhorias que podem ser feitas para uma melhor experiência, os resultados foram:

Quadro 3 – Pergunta “O que pode ser melhorado?”

ALUNOS	O que pode ser melhorado? (Sobre a jogabilidade do protótipo)
ALUNO 1	Eu achei a câmera um pouco ruim em certas partes do jogo. Teve uma parte no tutorial que a câmera se recusava a acompanhar meu personagem durante a passagem pro próximo cenário.
ALUNO 2	O jogo não é impossível, mas é relativamente difícil, exige o acompanhamento das entradas para que você possa prever o resultado, uma das maiores dificuldades que eu tive foi de acertar o <i>timing</i> do pulo com o tiro, pode ser melhor polido e pode acrescentar a função de descer das plataformas.
ALUNO 3	Adicionar uma trilha sonora.
ALUNO 4	O jogo ficou perfeito, na minha opinião. Gostei do gráfico.
ALUNO 5	Jogo de simples compreensão, ótimo.
ALUNO 6	Mudar a transição da distância da câmera, adicionar efeitos sonoros, adicionar algum objetivo mais chamativo, melhorar a interface dos textos..., mas jogo muito bom pra quem não entende portas lógicas.
ALUNO 7	A câmera do jogo, e as caixas de texto, tornam a escrita mais fluida usando algum <i>gif</i> ou imagem no tutorial.
ALUNO 8	Uma movimentação de câmera, nos níveis mais avançados, o jogador precisa ficar fazendo um percurso para olhar o progresso das portas, uma movimentação da câmera para ver o como está a cor das portas sem precisar ficar se movimentando até lá pra ver, seria interessante.
ALUNO 9	O controle do personagem é um pouco estranho, nas interações com pulo, diversas vezes em regiões que há um caminho para cima e para baixo, separadas por um buraco, durante o jogo caia na parte inferior do mapa, e as transições verticais entre as salas traziam um desconforto visual, gostei das explicações e do tutorial, os circuitos foram bem feitos, adorei a ideia.
ALUNO 10	Talvez teria sido melhor pular usando a tecla da seta para cima, no lugar do espaço.
ALUNO 11	Deixar tipo uma colinha para o jogador poder revisar o que cada porta lógica pede, por conta de ser um conteúdo que não se pega assim na primeira leitura. Eu por exemplo, tive que procurar no <i>google</i> o que as portas pediam, por ter esquecido.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

Quadro 4 – Pergunta “Em sua opinião, como seria melhor passado o conteúdo trabalhado”

ALUNOS	Em sua opinião, como seria melhor passado o conteúdo trabalhado? (O conteúdo de portas lógicas)
ALUNO 1	A forma do jogo foi mais prática e divertida.
ALUNO 2	Eu achei a interface do jogo um pouco chata ou cansada de ler, isso é muito mais um gosto meu do que uma crítica em si, porque de resto tá joia.
ALUNO 3	Acho que se houvesse algum objetivo, um peso maior para possibilidade de aprender portas lógicas, algo que incentive o jogador.
ALUNO 4	Adicionar dicas, como por exemplo, os resultados de saída em cada circuito sempre que o usuário passe o mouse em cima de cada circuito.
ALUNO 5	No tutorial poderia ser exposto a comparação de cada porta lógica, em alguns momentos acabei esquecendo qual era qual.
ALUNO 6	Acho que com mais fases seria melhor, mas como é algo experimental para seu TCC está ótimo assim.
ALUNO 7	Ao invés da caixa dos textos ser um objeto, poderia ser algum outro personagem que acompanhasse durante o jogo, alguma mecânica de dicas se o jogador estiver com problemas e algum tipo de conquista ou escolha de fases.
ALUNO 8	No momento eu não tenho ideias, mas passarei futuramente se tiver.
ALUNO 9	Eu realmente não sei.
ALUNO 10	Creio que só a possibilidade de consultar as definições de cada porta, já ajudaria muito.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

4.5 Conclusão da pesquisa

A pesquisa realizada com os alunos de computação pode concluir que a maioria dos alunos teve facilidade em entender a interface passada no protótipo onde no **Gráfico 1**, 83,3% alegaram total entendimento, tendo poucas dificuldades para passarem das fases tutoriais ilustrado no **Gráfico 3**, cerca de 33,3% dos alunos nenhuma dificuldade, 25% consideraram a dificuldade abaixo do nível médio e apenas 41,6% acima do nível médio sendo que desse valor apenas 25% consideraram o nível de dificuldade alto, chegando as fases de circuitos alguns alunos mostraram mais dificuldades do que outros onde no **Gráfico 4**, 41,7% alegaram dificuldades abaixo do nível médio sendo 16,7% desse valor consideraram nenhuma dificuldade, 58,3% avaliaram o nível acima da média sendo 25% desse valor considerado nível alto.

O que faz sentido devido que essas fases foram criadas para a prática do conteúdo contendo circuitos mais complexos para que os alunos respondessem, também foi analisado o grau de aprendizado com o protótipo onde mostrado no **Gráfico 5** pode ser visto que 83,4% avaliaram acima da média, 8,3% consideraram mediano e a mesma quantidade considerou abaixo da média, com isso pode se concluir que, as fases tutoriais que devem ter um grau de dificuldade baixo obteve

esse resultado, as fases de circuitos muitos alunos tiveram dificuldades nelas e sobre a interface os alunos não relataram dificuldades para entendê-la.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando desse estudo é possível ver alguns passos e informações sobre jogos sérios e suas áreas, fazendo o uso na área educacional e de como será desenvolvido o jogo para o determinado conteúdo de portas lógicas.

O projeto é apenas um protótipo com poucas fases, mas o suficiente para o aprendizado base do conteúdo, sendo assim se tornando um protótipo curto, onde poderá ser desenvolvido futuramente.

Esse projeto visa ajudar os educadores e os educandos, a fim de ter um melhor desenvolvimento do conteúdo em questão, deixando-o mais interativo, sendo assim o principal objetivo após o desenvolvimento completo é ter esse jogo totalmente funcional e pronto para ser aplicado em sala de aula.

O projeto serve de fonte de pesquisa ou até inspiração para outros desenvolvimentos na área de jogos educacionais, como base para a ideia de desenvolver um jogo sério em uma de suas áreas de atuação.

Como sugestão para trabalhos futuros indica-se o desenvolvimento de um jogo voltado para o ensino de computação com foco em uma outra área do conhecimento a exemplo, da área de Linguagens Formais e Teoria da Computação, com ênfase no ensino de expressões regulares, como exemplo.

6 REFERÊNCIAS

ABT, Clark C. **Serious Games**. Lanham: University Press of America, 2002.

ACKERMAN, D. **Microsoft Flight Simulator: 5 things I learned playing the new ultrarealistic flight sim**. CNET, 26 ago. 2020. Disponível em: <https://www.cnet.com/tech/computing/microsoft-flight-simulator-5-things-i-learned-playing-the-new-ultrarealistic-flight-sim/>.

BITTAR, T. J. et al. **Uma Abordagem para Gestão de Avaliações de Ensino Baseada em um Jogo Interativo de Tabuleiro: o Ludo Educativo Atlantis**. 2015. XI Brazilian Symposium on Information System. Goiânia – GO.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DE MATÉRIAS FUNCIONAIS. **Ludo educativo relança jogos infantis para brincar e aprender em casa**. LABI UFSCar, 13 jul. 2020. Disponível em: <http://cdmf.org.br/2020/07/13/ludo-educativo-relanca-jogos-infantis-para-brincar-e-aprender-em-casa/>. Acesso em: 4 out. 2022.

COSTA, T. H., **Análise dos problemas enfrentados por alunos de programação**. 2013. TCC. (Licenciado em Computação) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

CHAGAS, A. T. R., **O questionário na pesquisa científica**. Administração on line, 2000, 25 p.

FERNANDEZ, M. P. & CORTÉS, M. I. (2019). Portas Lógicas. Em FERNANDEZ, M. P. & CORTÉS, M. I. **Introdução a Computação** (pp 65-70). Fortaleza – CE: UECE.

GAME ART 2D (org.). **THE ROBOT - FREE SPRITE**. Disponível em: <https://www.gameart2d.com/the-robot---free-sprites.html>. Acesso em: 1 set. 2022.

GAME ART 2D (org.). **FREE SCI-FI PLATFORMER TILESET**. Disponível em: <https://www.gameart2d.com/free-sci-fi-platformer-tileset.html>. Acesso em: 1 set. 2022.

GRUBEL, J. M. & BEZ, M. R. **Jogos Educativos**. 2006. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas – Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo - RS.

KREMER, K. K. (2018). *Serious game*: o videogame como ferramenta para educação patrimonial. Em DICKMANN, I. & LAZAROTTO, A. F. **Educação e escola – processos de ensino-aprendizagem** (pp 172-181).

LARA, I. C. M. **O jogo como estratégia de ensino de 5ª a 8ª série**. 2004. Universidade Federal de Pernambuco (FAPA - RS).

LEITE, P. S. & MENDONÇA, V. G. **Diretrizes para Game Design de Jogos Educacionais**. 2013. Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR).

MACY, Seth. **Microsoft Flight Simulator Review**: You are now free to move about the planet. IGN, 17 ago. 2020. Disponível em: <https://www.ign.com/articles/microsoft-flight-simulator-review>. Acesso em: 5 set. 2022.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. *E-book*.

OLIVEIRA, H. C.; HOUNSELL, M. S.; GASPARINI, I. **Uma Metodologia Participativa para o Desenvolvimento de Jogos Sérios**. 2016. Departamento de Ciência da Computação (DCC) - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

PESSINI, A.; OLIVEIRA, H. C.; KEMCZINKI, A. **O uso de Jogos Sérios na Educação em Informática: um Mapeamento Sistemático**. Santa Catarina, 2014.

SANTOS, J. C. O.; FIGUEIREDO, K. S. **Computasseia: Um Jogo para o Ensino de História da Computação**. WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 24, 2016. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. p. 2026-2035. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/wei.2016.9646>.

SAWYER, B. & REJESKI, D. **Serious Games: Improving Public Policy Through Game-based Learning and Simulation**. Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2002.

SCHELL, J. **A arte de game design: o livro original**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

SCHUYTEMA, P. **Design de games: uma abordagem prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 447 p.

SILVA FILHO, G. O., FURTADO, P. G. F., LEITE, F. L. & NEVES FILHO, H. B. (2018). Unity: Criando jogos e outras aplicações multi-plataforma. Em H. B. Neves Filho, L. A. B. Freitas & N. C. C. Quinta (Orgs.). **Introdução ao desenvolvimento de softwares para analistas do comportamento** (pp. 138-155). Campinas: ABPMC.

SPRITEBOX LLC., **LightBot Inc**, 2017. Disponível em: <https://lightbot.com/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO

Este questionário faz parte de um trabalho de conclusão de curso (TCC) cujo título é **JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO COM FOCO EM PORTAS LÓGICAS**. Ele constitui um componente curricular do curso de licenciatura plena em matemática da universidade estadual da paraíba. O referido questionário pede respostas sinceras para produzir frutos sobre ferramentas que podem ser utilizadas para a criação de materiais didáticos, para facilitar a gestão da aula ao educador e como ferramenta de trabalho para os educandos, como também se torne um recurso muito utilizados pelos docentes para criar atividades atraentes para os educandos. Sendo que as informações prestadas terão tratamento ético adequado. Portanto, não é necessária nenhuma identificação pessoal.

Eu, abaixo assinado, concordo em participar e colaborar voluntariamente da pesquisa sobre **JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO COM FOCO EM PORTAS LÓGICAS**. Fui devidamente informado pelo pesquisador MATHEUS SANTOS ALMEIDA sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido o sigilo das informações e que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Patos/PB, ___ / ___ / 2022.

Colaborador (a)

TCC Game - feedback

Avaliação do jogo passado para os alunos de computaçã

1. E-mail *

2. Nome: *

3. Matricula *

4. Período: *

Marcar apenas uma oval.

Primeiro

Segundo

Tutorial

Avaliação sobre o tutorial do jogo em questão.

5. Nível de compreensão (Conseguiu entender a interface e do que se trata o jogo): *

Marcar apenas uma oval.

Pouco

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Muito

6. Nível de dificuldade: *

Marcar apenas uma oval.

Muito Fácil

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Muito Difícil

7. O que pode ser melhorado (Pode deixar em branco caso não tenha nenhuma ideia)?

Fases com circuitos

Avaliação das fases após o tutorial.

8. Grau de dificuldade: *

Marcar apenas uma oval.

Pouco

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Muito

9. Grau de entendimento: *

Marcar apenas uma oval.

Pouco

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Muito

10. O que pode melhorar? (Pode deixar em branco caso não tenha nenhuma ideia)

11. Caso tenha encontrado algum problema relate.

Aprendizado

Grau de aprendizado obtido no jogo.

12. Grau de aprendizado do conteúdo apresentado. *

Marcar apenas uma oval.

Pouco

1

2

3

4

5

Muito

13. Em sua opinião, como seria melhor passado o conteúdo trabalhado?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo
Google.

Google Formulários