

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Gustavo de Souza Silva

**Desenvolvimento de um jogo educacional para
dispositivos móveis: Acesso e imersão**

Uberlândia, Brasil

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Gustavo de Souza Silva

**Desenvolvimento de um jogo educacional para
dispositivos móveis: Acesso e imersão**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Computação da Universidade
Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como
requisito exigido parcial à obtenção do grau
de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Maurício Cunha Escarpinati

Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Faculdade de Ciência da Computação

Bacharelado em Ciência da Computação

Uberlândia, Brasil

2021

Gustavo de Souza Silva

Desenvolvimento de um jogo educacional para dispositivos móveis: Acesso e imersão

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Trabalho aprovado. Uberlândia, Brasil, 18 de junho de 2021:

Maurício Cunha Escarpinati
Orientador

Professor

Professor

Uberlândia, Brasil
2021

Dedico este trabalho a minha família, que sempre acreditou em mim e ajudou tornar este trabalho possível.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, que sempre me ajudaram em minha caminhada na universidade e incentivaram a entrega deste trabalho.

Aos meus amigos, William Carvalho e Victor Lopes, por terem doado seu tempo fazendo as artes originais deste trabalho.

A todos os meus amigos e a minha irmã Priscila, que me ajudaram nos testes para validação do projeto, Matheus Miyano, Antônio Flavio, Alex Ribeira, Vinicius Paulo e muitos outros.

Ao meu amigo Gabriel Franco, por ter me incentivado no momento em que estava desistindo.

Ao meu irmão Guilherme, que me auxiliou em decisões no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Mauricio Cunha Escarpinati, por ter me auxiliado e sempre me ajudado, independente do tempo em que desaparecia devido ao trabalho.

A todos os professores que conheci e amizade de adquirir durante meu período universitário.

“Acima de tudo, jogos devem ser feitos com uma função em mente: serem divertidos para todo mundo.”

(Satoru Iwata)

Resumo

Este trabalho tem como objetivo projetar um jogo educacional que pode servir como ferramenta de apoio à disciplina de Sistemas Digitais. Ele toma como base o trabalho de (GONZALES, 2017), que projetou um jogo com esta mesma ideia, porém este trabalho foi desenvolvido com uma visão para dispositivos móveis, visando maior acesso dos alunos. O trabalho foi separado em 3 partes, sendo a primeira o estudo sobre jogos educacionais, tecnologias e metodologias utilizados no desenvolvimento deste. Em seguida, foi realizado um estudo de trabalho similares, inclusive citando o trabalho em que este se baseia e mostrando as principais diferenças entre eles. No final, é apresentado o jogo desenvolvido tendo como foco dispositivos móveis e as diferenças que foram criadas ao adicionar um contexto ao jogo, além de observações e comparações com o trabalho anterior. O Jogo apresentado como resultado se mostrou mais imersivo devido a contextualização e mais acessível ao público, pois é possível jogá-lo em qualquer dispositivo móvel disponível.

Palavras-chave: Jogo para dispositivos móveis, jogo educacional, aprendizagem, ferramenta de ensino, Sistemas Digitais, imersão, acesso.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Percentual de utilização de dispositivos (COMPANY, Abril 2019)	13
Figura 2 – Percentual de uso diário de aplicações (COMPANY, Abril 2019)	13
Figura 3 – Gráfico StatCounter	14
Figura 4 – Exemplo BCD	17
Figura 5 – Tela do quiz (PINHEIRO; SERUFFO; PIRES, 2019)	19
Figura 6 – Tela inicial do jogo (GONZALES, 2017)	19
Figura 7 – Tela de instruções da matéria (GONZALES, 2017)	20
Figura 8 – Tela de instruções do jogo (GONZALES, 2017)	20
Figura 9 – Tela jogo binário não finalizada (GONZALES, 2017)	20
Figura 10 – Tela jogo binário finalizado (GONZALES, 2017)	21
Figura 11 – Tela de instruções do jogo (GONZALES, 2017)	21
Figura 12 – Tela com circuito não corrigido (GONZALES, 2017)	22
Figura 13 – Tela com circuito corrigido (GONZALES, 2017)	22
Figura 14 – Resultado da pesquisa parte 1 (GONZALES, 2017)	23
Figura 15 – Resultado da pesquisa parte 2 (GONZALES, 2017)	24
Figura 16 – Personagem do jogo	26
Figura 17 – Representação do terminal	27
Figura 18 – Lista de tarefas (módulos de jogo)	27
Figura 19 – Tarefa números binários	28
Figura 20 – Tarefa BCD	28
Figura 21 – Tarefa circuitos lógicos	29
Figura 22 – Exemplo de instrução	30
Figura 23 – Tela inicial	32
Figura 24 – Tela de contextualização	32
Figura 25 – Tela de seleção de tarefas	33
Figura 26 – Tela do jogo de números binários	33
Figura 27 – Tela do jogo de números binários em execução	34
Figura 28 – Tela do jogo de circuitos lógicos	34
Figura 29 – Tela do jogo de circuitos lógicos em execução	35
Figura 30 – Tela do jogo BCD	35
Figura 31 – Tela de vitória	36
Figura 32 – Tela de derrota	36
Figura 33 – Tela de finalização do game	37
Figura 34 – Seleção de tarefas pós finalização	37

Lista de abreviaturas e siglas

BSI	Bacharelado em Sistemas de Informação
BCC	Bacharelado em Ciência da Computação
BCD	Codificação binária decimal

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos	10
1.2	Organização do Trabalho	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Jogos educacionais e sua história	12
2.2	Conceitos Utilizados	14
3	TRABALHOS CORRELATOS	18
4	DESENVOLVIMENTO	25
4.1	Assuntos abordados no jogo	25
4.2	Metodologia de desenvolvimento	25
4.3	Contextualização	26
4.4	Módulos	26
4.5	Aleatoriedade	27
4.6	Instruções	29
4.7	Comandos	29
5	RESULTADOS DO DESENVOLVIMENTO	31
6	CONCLUSÃO	38
6.1	Trabalhos Futuros	38
	REFERÊNCIAS	40

1 Introdução

"Jogos eletrônicos educacionais (comumente chamados de "jogos sérios"), podem ser definidos como uma competição guiada por regras conduzidas por um ou mais jogadores e têm como proposta treinar ou ensinar o aluno enquanto ele é entretido". (DEMIR-BILEK, 2010)

Segundo Fotouhi-Ghazvini R. A. Earnshaw (2011), aprender com dispositivos móveis é um novo paradigma educacional que é mais flexível do que utilizar os computadores de mesa. Geralmente a tecnologia atua como suplemento quando computadores são utilizados, enquanto dispositivos móveis podem se tornar mais integrados com o processo de aprendizagem, além de permitir também múltiplos ambientes de acesso, pois não há limitações de espaço quando estamos falando de tecnologia móvel, o que nos permite atuar em diferentes ambientes, tanto na sala de aula quanto na casa do aluno.

Levando em consideração estas informações, foi identificada uma oportunidade de unir esses conceitos em conjunto com o trabalho apresentado por Gonzales (2017) e desenvolver um trabalho que auxilie na área tratada em seu trabalho abordando um conceito para dispositivos móveis mais acessível para os alunos.

Um problema comum hoje em instituições de ensino superior que ministram disciplinas ligadas a área de TI está na absorção do conteúdo ministrado ao longo das disciplinas e na reprovação dos alunos da universidade. Não sendo só um problema em como o conteúdo é transmitido para o aluno, mas também em como manter o interesse do aluno na disciplina apresentada. (PINHEIRO; SERUFFO; PIRES, 2019)

Com isso, este trabalho tem como objetivo desenvolver um jogo educacional para dispositivos móveis que auxilie no ensino na área de TI, de maneira que o aluno aprenda de forma lúdica e que consiga absorver o conteúdo passado de forma mais dinâmica e acessível.

1.1 Objetivos

Objetivos gerais:

- Desenvolver um jogo educacional, que seja acessível em dispositivos móveis, visando apoio ao ensino da disciplina de Sistemas Digitais.

Objetivos específicos:

- Investigar ferramentas de desenvolvimento de jogos para dispositivos móveis;

- Projetar um jogo que seja acessível em dispositivos móveis;
- Adicionar novos conteúdos ao jogo já existente para matéria para abranger maior área de conhecimento e assim atingir mais alunos;
- Adquirir conhecimentos sobre metodologias científicas;
- Desenvolvimento do jogo projetado.

1.2 Organização do Trabalho

Neste seção, foi apresentada a introdução e objetivos deste trabalho. No capítulo 2 serão apresentados conceitos utilizados e referenciais teóricos. No capítulo 3 são citados trabalhos correlatos ao assunto. No capítulo 4 são descrito os métodos de desenvolvimento e ferramentas adotadas. Para finalizar no capítulo 5 é apresentado o resultado do desenvolvimento deste trabalho e por fim no capítulo 6 são apresentadas as conclusões obtidas.

2 Referencial Teórico

São apresentados neste capítulo conceitos técnicos adotados na elaboração deste trabalho, além de um breve histórico do emprego de jogos educacionais no processo de ensino/aprendizagem.

2.1 Jogos educacionais e sua história

O pensamento do desenvolvimento dos “*Serious Games*” (jogos sérios), vem desde 1970, na época, eles foram definidos como “Jogos sérios no sentido de que estes jogos possuem um objetivo educacional explícito e cuidadosamente planejado, sem intenção de ser jogado principalmente para diversão”. (SANTOS, 2010)

Segundo Santos (2010), o mercado vêm em expansão e ascensão, inclusive com diversos auxílios do governo federal para o desenvolvimento dos mesmos, desde então, diversos jogos já foram desenvolvidos com a ideia de jogos sérios, como por exemplo o jogo @Tríade, que conta a história da revolução francesa desenvolvido pela Universidade Estadual da Bahia. Além disso, o mercado não só conta com jogos gratuitos, mas também com diversos jogos comerciais, como o jogo Ilha do empreendedor, desenvolvido pela @Insolita Studios, que ensina e estimula o empreendedorismo. Há também empresas que adaptam jogos de outros empresas, como a @Oniria que adaptou diversos quebra-cabeças físicos para o mundo virtual.

Por muito tempo os alunos foram considerados agentes passivos dentro da sala de aula, ou seja, apenas recebiam informação que o professor lhes transmitia. Porém, segundo Silva et al. (2011), os alunos começaram a ganhar mais autonomia em sala de aula, tornando-se mais independentes, o que os fez transitarem de sujeito passivo para ativo, participando mais ativamente da mesma.

Em Silva et al. (2011) é citado que "essa mudança fez com que professores atuem na constante busca pelo resgate do interesse do educando pelo ensino na tentativa de gerar condições ideais para que os alunos dominem os conteúdos abordados em sala, uma vez que não se satisfazem com livros, quadro negro e giz".

Com essa perspectiva, os jogos educacionais ajustam-se perfeitamente, pois eles ajudam justamente na consolidação do conteúdo ministrado em sala de aula (SILVA et al., 2011). Como pode ser visto na Figura 1, grande parte da população brasileira utiliza aparelhos celulares, o que abre possibilidades para jogos educacionais neste tipo de plataforma.

Além disso, temos que desse percentual de utilização, grande parte já utiliza apli-

Percentual da população brasileira que utiliza cada tipo de dispositivo:

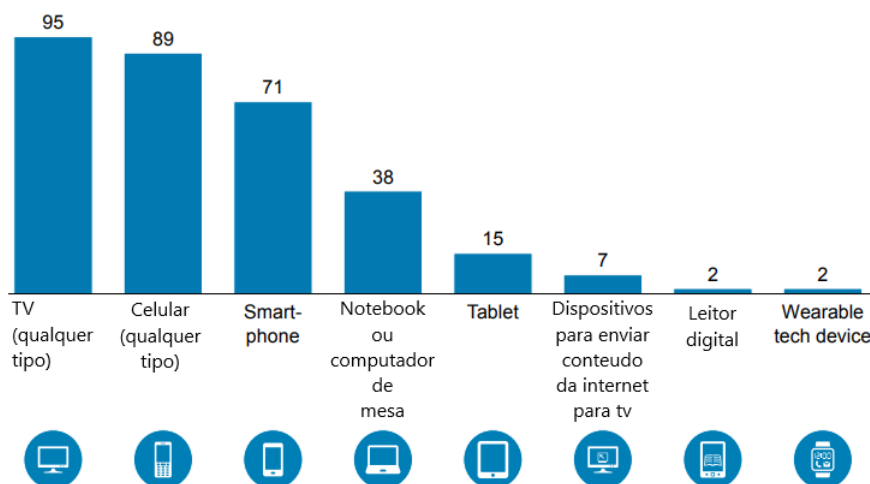


Figura 1 – Percentual de utilização de dispositivos (COMPANY, Abril 2019)

cações como jogos diariamente, o que pode ser observado na Figura 2.

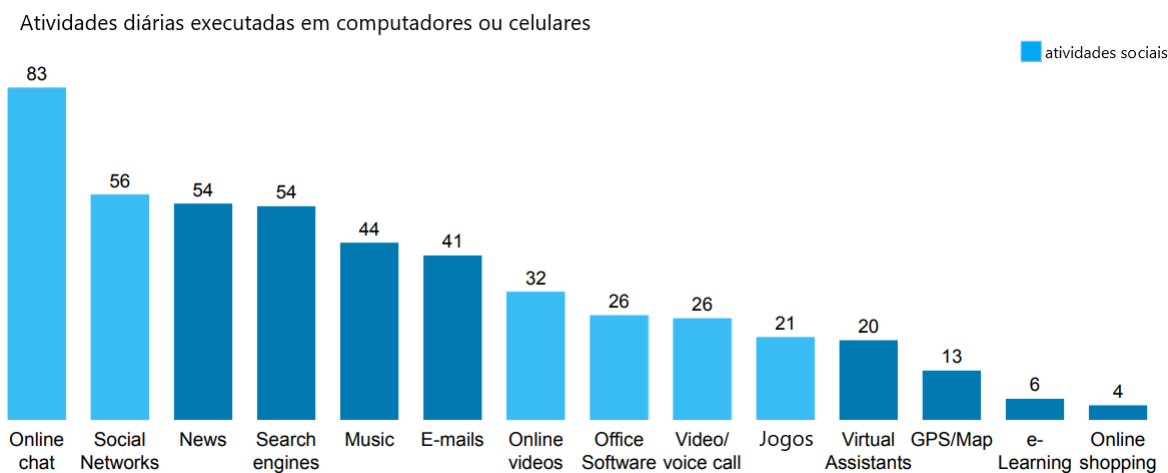


Figura 2 – Percentual de uso diário de aplicações (COMPANY, Abril 2019)

Por consequência, jogos em dispositivos móveis se tornam mais acessíveis, possibilitando ao aluno jogar em seu próprio aparelho, além de obter maior visibilidade devido ao uso de lojas virtuais de aplicativos.

Jogos podem se tornar uma ferramenta didática poderosa nas mãos dos professores, se bem utilizados, criando um ambiente lúdico que pode ser o diferencial para o aprendizado de uma disciplina. (SEABRA, 1993)

Ainda sobre dispositivos móveis, o sistema utilizado como foco deste trabalho é o sistema operacional Android, o motivo se dá pela acessibilidade, tendo em vista que

segundo StatCounter (2021), site de informações analíticas geradas a partir da navegação de usuários na web, 86.9% da população brasileira utiliza aparelhos Android, como pode ser visto na Figura 3, o que aumenta o alcance do trabalho desenvolvido.

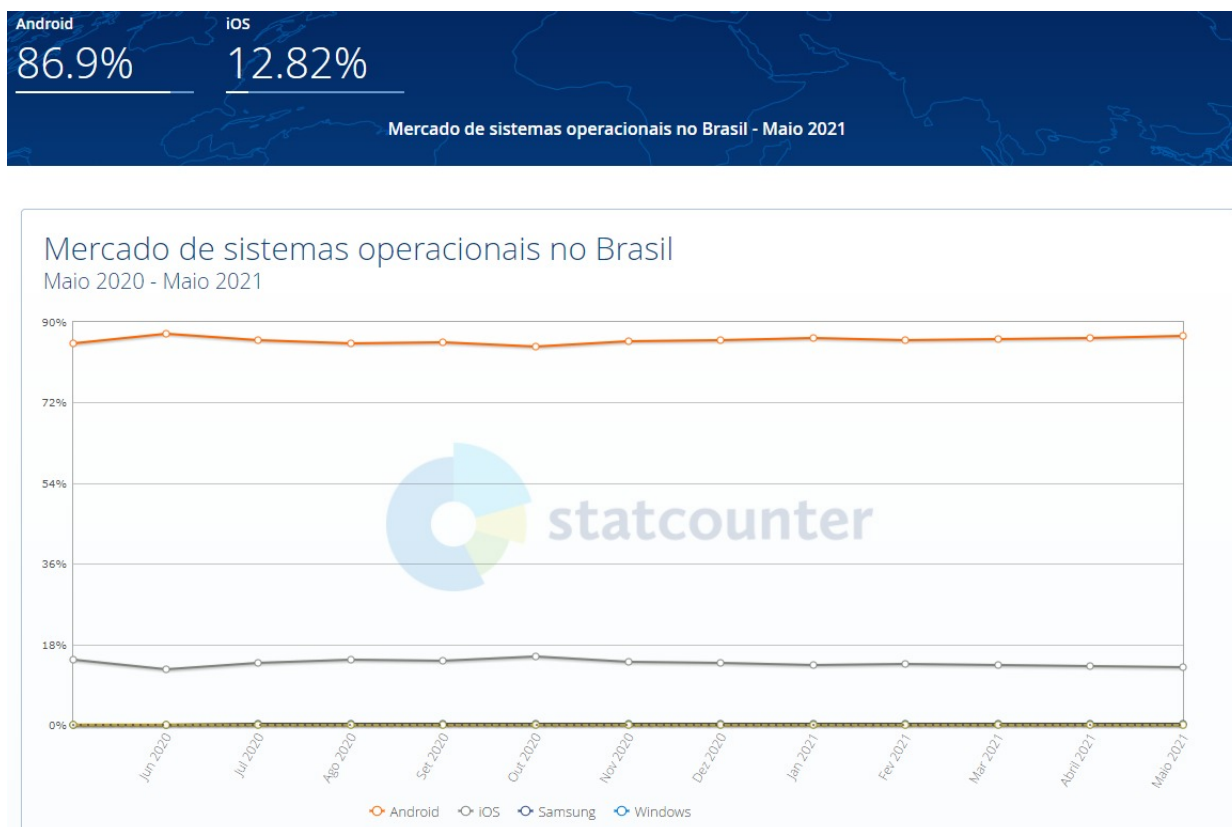


Figura 3 – Gráfico StatCounter

2.2 Conceitos Utilizados

Game engine (ou motor de jogos), segundo Salama e Elsayed (2018), são difíceis de se definir, apesar do termo ser muito utilizado na comunidade de jogadores, poucos realmente sabem seu significado. O motivo disso é devido as suas muitas formas e definições, pensando em computação, pode-se dizer que *game engines* estão no mais alto nível de complexidade, podendo ser definidas como *frameworks* desenvolvidos para criação de jogos. Um pouco mais a fundo, podemos dividir uma *game engine* em diversas partes, como áudio, gráficos, colisão, motor de física, etc, e cada uma desempenha uma função específica na *game engine*.

Ainda segundo Salama e Elsayed (2018), todos os pedaços de códigos da *game engine* são feitos e implementados antes por outros programadores para que o usuário foque no desenvolvimento do seu jogo. Por exemplo, considerando a parte gráfica do jogo na sua base, seria necessário criar toda uma camada de abstração pensando em posição,

rotação, formatos, etc. Utilizando uma *game engine*, basta, no geral, chamar uma função, como por exemplo `DesenharImagem()`.

Com o passar do tempo na indústria, os desenvolvedores não precisam mais iniciar o processo todo do zero, isto é o que permite o desenvolvimento ágil dos jogos atualmente e com qualidade, além de permitirem que o desenvolvedor foque em elementos únicos do seu jogo. (SALAMA; ELSAYED, 2018)

Existem diversas *game engines* disponíveis no mercado, algumas gratuitas e outras comerciais. Temos por exemplo a @Godot, que é completamente *open-source*, possui um robusto de sistema de física, porém conta com uma comunidade ainda muito pequena e uma linguagem própria que demanda aprendizado específico. Um outro bom exemplo é @Phaser, *game engine* multiplataforma que possui um editor online, não sendo necessário o download da mesma, tem como pontos negativos a necessidade de conhecimento de desenvolvimento web e documentações escassas. Por final, uma importante *game engine* é a @Unity, muito utilizado pela indústria e que utiliza uma linguagem comum, o C#, e que apesar da dificuldade inicial no desenvolvimento e de conter um módulo pago, sua vasta comunidade e grande acervo de tutoriais a tornam uma *game engine* muito acessível e fácil de ser utilizada (PEREIRA, 2017). Por este motivo, a @Unity foi escolhida para ser a *game engine* deste trabalho.

A @Unity Engine é uma *game engine*, mas vai um pouco além, em qualquer posição no desenvolvimento de um jogo, o ecossistema de produtos e serviços da @Unity oferecem inúmeras outras soluções. Seu editor é um ambiente colaborativo com artistas e desenvolvedores para que o jogo consiga trazer a visão artística junto com o conteúdo técnico de maneira mais eficiente e efetiva. Além disso, conta também com acesso a multiplataforma de jogos de maneira facilitada, permitindo maior acesso ao jogo.(UNITY TECHNOLOGIES, 2004)

Ela oferece hoje soluções já prontas para o desenvolvedor de *in-app-purchase*, que são compras em lojas virtuais dentro do próprio jogo, o que permite melhor capitalização além de contar com um robusto sistema de teste, para evitar qualquer falha no jogo, também possui de uma comunidade enorme de pessoas entusiastas, que ajudam não somente com dúvidas e problemas, mas que também divulgam seu trabalho e os compartilham utilizando o sistema de *Assets Store* da @Unity, o que permite o compartilhamento de *assets* pagos e gratuitos, diminuindo o tempo de desenvolvimento. Permite além disso em sua plataforma, o desenvolvimento do jogos através de uma interface gráfica em conjunto com *scripts*, que utilizam linguagem C#, além também de um robusto sistema de *componentização*. (UNITY TECHNOLOGIES, 2004)

A @Unity Engine é baseada em um sistema de *componentização*, trata-se de pedaços de código que podem ser reutilizados e reaproveitados para determinadas funções, por exemplo, o código de *inputs* do usuário, é um código que pode ser reaproveitado, pois

todo *input* é igual no sistema, e isso facilita o desenvolvimento e o deixa mais ágil. (UNITY TECHNOLOGIES, 2004)

A ferramenta C# é uma linguagem de programação moderna, orientada a objetos e fortemente tipada, que permite ao desenvolvedor criar diversos tipos de aplicações robustas e seguras que rodam no ecossistema do .NET. A linguagem tem suas raízes na família da linguagem C e será familiar para desenvolvedores C, C++, Java e JavaScript. Além disso, é uma linguagem de programação orientada a objetos e a componentes. Ela prove maneiras para suportar diretamente esses conceitos, fazendo do C uma linguagem natural para criação e uso de componentes de software. Desde sua origem, a linguagem vem recebendo novas funcionalidades para suportar novos tipos de sistemas emergentes e práticas de desenvolvimento de software. (Microsoft, 2021)

Singleton é um padrão de criação no desenvolvimento de *softwares*. Em seu livro *Gamma* Richard Helm e Vlassides (2008), citam como uma classe que tenha somente uma instância e que fornece um ponto global de acesso a mesma. É importante no desenvolvimento de jogos, pois muitos pontos devem ser únicos no jogo e com acesso fácil, como por exemplo os *managers* que controlam o estado atual do jogo (quantidade de vidas, moedas, etc).

Segundo Bassani et al. (2006), metodologia tradicional de desenvolvimento de software é a sequência de atividades realizadas durante o processo de desenvolvimento de um software, também conhecido como "ciclo de vida", além deste modelo temos o de metodologia ágil, que, segundo Godoy e Barbosa (2010), tem como principais características cooperação, simplicidade, adaptabilidade e possibilidade de ser incremental. Todo seu foco é voltado para o produto final e não no processo, o que possibilita um desenvolvimento flexível e com aceitação de mudanças durante o processo de desenvolvimento.

Dentro desses conceitos, encontra-se o modelo de desenvolvimento de software incremental, que, segundo Pressman e Maxim (2016), tem como visão entregar várias versões diferentes conforme cada fase do software é finalizada, para validação do conteúdo executado. Para isso ele utiliza de um projeto inicial com todas funcionalidades básicas do sistema e após uma avaliação, o produto base é incrementado.

Um importante conceito utilizado neste trabalho, que foi parte do diferencial deste, foi o do código decimal codificado em binário (comumente chamado de BCD, do inglês *Binary-Coded-Decimal*). Códigos são representações por um grupo de símbolos para números, letras ou palavras e código BCD se refere ao código em que cada dígito de um número decimal é representado por seu equivalente em binário. Por cada dígito decimal poder assumir o valor 9, quatro bits são necessários para codificar cada um dos dígitos, como ilustrado no exemplo da Figura 4. (TOCCI; WIDMER; MOSS, 2007)

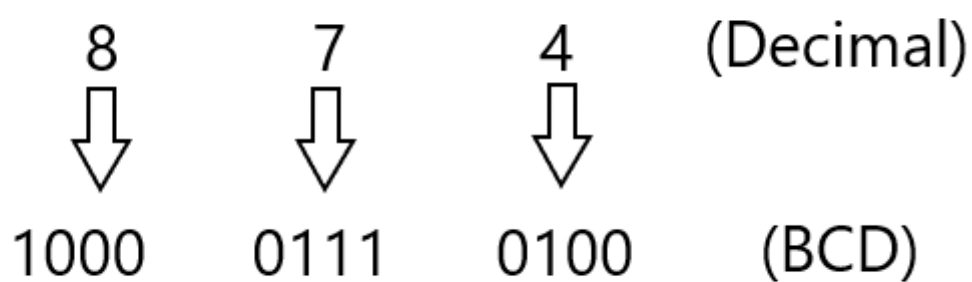


Figura 4 – Exemplo BCD

3 Trabalhos Correlatos

Serão apresentados neste capítulo, trabalhos correlatos ao tema deste projeto proposto.

No âmbito de jogos educacionais, diversos outros trabalhos que abordaram o tema, como o desenvolvido por [Pinheiro, Seruffo e Pires \(2019\)](#). Em seu trabalho os autores desenvolveram um jogo onde foi aplicado um jogo em formato de Quiz, como visto na Figura 5 para alunos do município de Castanhal no Pará para validar a experiência de seu uso, porém, diferentemente do projeto apresentado nesta monografia, eles visavam um público mais infantil e tinha como objetivo entender as inseguranças e problemas que poderiam trazer a sala de aula, pois, na cidade em questão, havia uma proibição no uso de aparelhos móveis. Como resultado, [Pinheiro, Seruffo e Pires \(2019\)](#) obtiveram que a inserção de recursos tecnológicos no texto educacional, parece constituir uma realidade inevitável, principalmente ao se considerar a aceitação da tecnologia no meio social e que no entanto, ainda se verificam inseguranças entre professores quanto a incorporação no meio educacional, com os dados obtidos pela pesquisa, foi revelado que apesar da maioria estar satisfeita com a experiência, nenhuma resposta foi obtida com unanimidade, ou seja, uma parte dos alunos não se sentiu satisfeita ou incluída com a experiência, o que induz a reflexão de que qualquer recurso que subsidie o processo educacional deve considerar particularidades individuais dos participantes e que assim, o imperativo do uso de recurso eletrônico não deve ser considerado fator determinante para seu uso, mas um elemento a ser avaliado pelo professor, e este, por sua vez, deve possuir o aporte exigido ou minimamente necessário para utilizar tal recurso. Além disso os autores também concluíram que o trabalho não foi suficiente para reflexão do uso da tecnologia na sala de aula, pois o experimento foi limitado a apenas uma turma do ensino fundamental e deveriam ser avaliadas as perspectivas de alunos mais jovens e mais velhos e com níveis de ensino diferentes.

Na área de Sistemas Digitais, o trabalho feito por [Weng, Tseng e Lee \(2010\)](#) é um bom exemplo. Neste trabalho os autores desenvolvem um jogo para aprendizagem de lógica *booleana*, o que o difere deste trabalho, é que os conceitos abordados e objetivos foram diferentes, no trabalho de [Weng, Tseng e Lee \(2010\)](#) foi realizada uma pesquisa com dois grupos de estudantes, o primeiro grupo utilizou técnicas tradicionais de ensino e o segundo utilizou o jogo desenvolvido, ao final do experimento, a pesquisa que mostrou que houve melhoria significativa no aprendizado dos alunos que utilizaram o jogo, e que além disso, o jogo deve ser direto e contar com ferramentas de fácil entendimento para aumentar engajamento dos alunos e diminuir o desperdício de tempo para aprender as ferramentas do mesmo. O objetivo de [Weng, Tseng e Lee \(2010\)](#), era apenas auxiliar os alunos no ensino de expressões *booleanas* e circuitos digitais, neste trabalho o objetivo é



Figura 5 – Tela do quiz (PINHEIRO; SERUFFO; PIRES, 2019)

o auxílio na disciplina de Sistemas Digitais.

Um interessante trabalho, que foi tomado como inspiração para esta monografia, foi o desenvolvido por [Gonzales \(2017\)](#), tendo como maior diferencial deste trabalho a plataforma alvo no jogo, que neste caso são dispositivos móveis, temos a adição do código BCD em seu conteúdo, abrangendo uma peça maior da disciplina de Sistemas Digitais e além disso a adição da contextualização, aumentando a imersão do jogo.

No trabalho desenvolvido por [Gonzales \(2017\)](#), o jogo contém 2 estágios não interligados, com diferentes níveis de dificuldade, alterando sua fórmula de aleatoriedade para dificultar o jogo, além disso, diferentemente do executado neste trabalho, não é possível escolher o tema do jogo que usuário deseja jogar, como pode ser visto na Figura 6, você deve seguir um caminho linear, indo de binário até circuitos lógicos, para completar o jogo e aprender a matéria.



Figura 6 – Tela inicial do jogo (GONZALES, 2017)

Ao iniciar o jogo, uma tela de instruções é mostrada, explicando um pouco sobre o conteúdo que será ensinado e também como jogar, como pode ser visto nas Figuras 7 e 8.

Na Figura 9 é apresentado um exemplo da tela do jogo de números binários, em

que o usuário deve ir até os números, pressionar o botão de ação, e alterar os números para inserir o número correto pressionando o botão.

Para bloquear seu caminho, o jogo coloca bombas para que o usuário não consiga passar como visto na Figura 9, ao inserir o número correto e pressionar o botão, o jogo libera passagem e gera um novo número para o usuário, como na Figura 10.

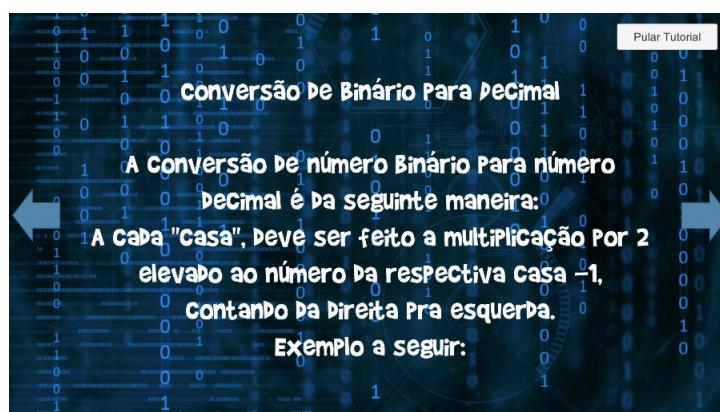


Figura 7 – Tela de instruções da matéria (GONZALES, 2017)

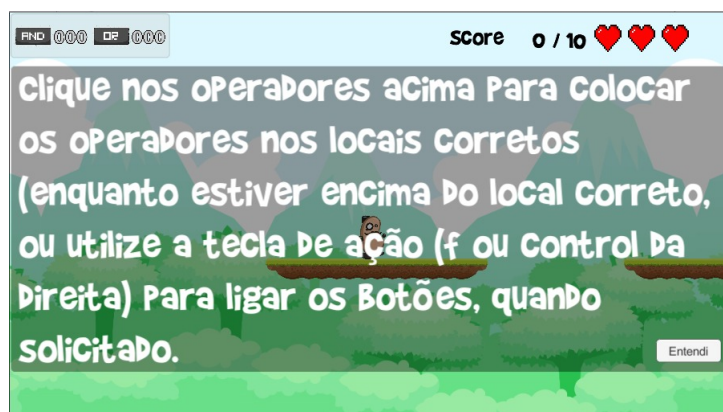


Figura 8 – Tela de instruções do jogo (GONZALES, 2017)



Figura 9 – Tela jogo binário não finalizada (GONZALES, 2017)

Na figura 11 é apresentado um exemplo da tela do jogo de circuitos desenvolvido por (GONZALES, 2017), em que o personagem deve ir até o local do botão, pressionar o *input* necessário e/ou pressionar o circuito lógico para completar o circuito e conseguir avançar.

Da mesma maneira que no jogo anterior, para bloquear seu caminho, como visto em 12, o jogo coloca bombas para que o usuário não consiga passar, ao corrigir o circuito, a fase é liberada e um novo circuito é gerado, como na Figura 13.

Ao fim do desenvolvimento do jogo, foi realizado um experimento com 15 alunos que cursam ou cursaram a disciplina de Sistemas Digitais ofertada no curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal de Uberlândia para avaliar o jogo e sua efetividade, foram abordadas tópicos sobre atenção, imersão, desafio, confiança, satisfação e relevância, utilizando as seguintes perguntas:

- Você já cursou a disciplina de Sistemas Digitais?
- Caso não tenha cursado, as explicações foram suficientes para conclusão dos exercícios dentro do jogo?

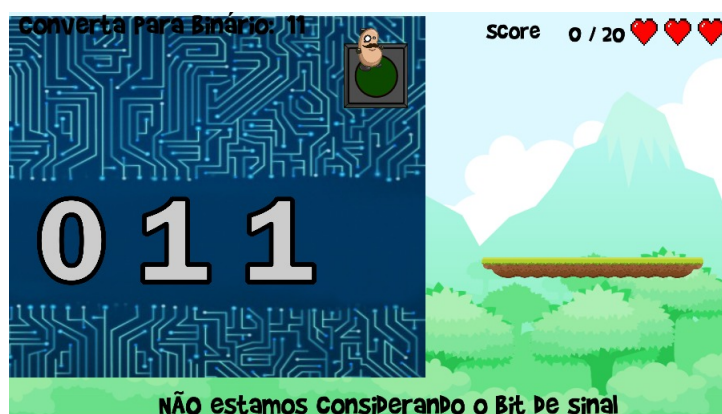


Figura 10 – Tela jogo binário finalizado (GONZALES, 2017)

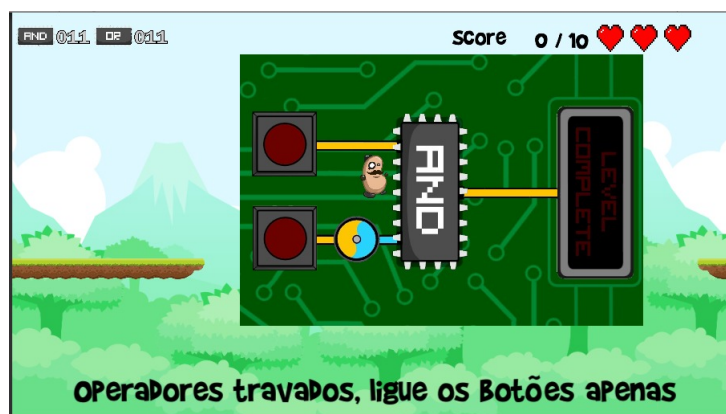


Figura 11 – Tela de instruções do jogo (GONZALES, 2017)

- Você indicaria este jogo para alguém que está começando a aprender Sistemas Digitais?
- Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.
- Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.
- O conteúdo do jogo será útil para o aprendizado em Sistemas Digitais.
- O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.
- O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.
- As atividades do jogo foram muito difíceis.
- O conteúdo do jogo é tão abstrato que foi difícil manter a atenção nele.
- Eu não consegui entender uma boa parcela do material do jogo.



Figura 12 – Tela com circuito não corrigido (GONZALES, 2017)



Figura 13 – Tela com circuito corrigido (GONZALES, 2017)

- Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.
- Eu me senti bem ao completar o jogo.
- Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.
- Me esforcei para ter bons resultados no jogo.
- Me senti estimulado a aprender com o jogo.
- Eu gostei do jogo e não me senti ansioso ou entediado.
- Minhas habilidades melhoraram gradualmente com a superação dos desafios.
- O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado.
- Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo.
- Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.
- Quando finalizado, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.
- Achei o jogo meio parado.
- Fiquei torcendo para o jogo acabar logo.
- Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.
- Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.

Para conseguir as respostas, o questionário foi aplicado individualmente a cada aluno de forma *online*, onde o aluno poderia escolher entre as opções Sim (S)/Não (N) e Discordo Totalmente (DT), Discordo Parcialmente (DP), Não discordo nem concordo (NDNC), Concordo Parcialmente (CP) e Concordo Totalmente (CT), alterando dependendo da pergunta, os resultados podem ser encontrados nas Figuras 14 e 15

Pergunta	S	N
Você já cursou a disciplina de Sistemas Digitais?	86,70%	13,30%
Caso não tenha cursado, as explicações foram suficientes para conclusão dos exercícios dentro do jogo?	100%	
Você indicaria este jogo para alguém que está começando a aprender Sistemas Digitais?	100%	

Figura 14 – Resultado da pesquisa parte 1 (GONZALES, 2017)

Observando os números, como resultados, Gonzales (2017) obteve que apesar da maioria já ter cursado a matéria, a grande maioria dos alunos achou a iniciativa positiva quanto a sua utilização para ajuda na matéria de Sistemas Digitais, tendo grande partes dos alunos aprovado as explicações do jogo e suas mecânicas.

Pergunta	DT	DP	NDNC	CP	CT
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	0,00%	0,00%	6,70%	33,30%	60,00%
Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.	0,00%	0,00%	6,60%	66,70%	26,70%
O conteúdo do jogo será útil para o aprendizado em Sistemas Digitais.	0,00%	0,00%	0,00%	6,70%	93,30%
O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.	20,00%	13,30%	40,00%	20,00%	6,70%
O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.	33,30%	20,00%	26,70%	20,00%	0,00%
As atividades do jogo foram muito difíceis.	66,70%	20,00%	13,30%	0,00%	0,00%
O conteúdo do jogo é tão abstrato que foi difícil manter a atenção nele.	40,00%	40,00%	13,30%	6,70%	0,00%
Eu não consegui entender uma boa parcela do material do jogo.	60,00%	20,00%	13,30%	6,70%	0,00%
Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.	0,00%	0,00%	13,30%	26,70%	60,00%
Eu me senti bem ao completar o jogo.	0,00%	0,00%	13,30%	26,70%	60,00%
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.	0,00%	0,00%	20,00%	26,70%	53,30%
Me esforcei para ter bons resultados no jogo.	0,00%	0,00%	0,00%	46,70%	53,30%
Me senti estimulado a aprender com o jogo.	0,00%	0,00%	6,60%	46,70%	46,70%
Eu gostei do jogo e não me senti ansioso ou entediado.	0,00%	0,00%	6,60%	46,70%	46,70%
Minhas habilidades melhoraram gradualmente com a superação dos desafios.		6,60%	20,00%	26,70%	46,70%
O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado.	6,70%	20,00%	20,00%	20,00%	33,30%
Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo.	0,00%	6,60%	20,00%	46,70%	26,70%
Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.	0,00%	0,00%	0,00%	46,70%	53,30%
Quando finalizado, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.	6,60%	20,00%	26,70%	20,00%	26,70%
Achei o jogo meio parado.	26,70%	20,00%	20,00%	26,70%	6,60%
Fiquei torcendo para o jogo acabar logo.	26,70%	33,30%	33,30%	0,00%	6,70%
Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.	6,60%	0,00%	0,00%	26,70%	66,70%
Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.	0,00%	0,00%	6,70%	33,30%	60,00%

Figura 15 – Resultado da pesquisa parte 2 (GONZALES, 2017)

4 Desenvolvimento

Seção destinada para descrição do planejamento e execução do desenvolvimento da aplicação.

4.1 Assuntos abordados no jogo

Para este trabalho, optou-se por abordar os mesmos temas que foram desenvolvidos no trabalho do [Gonzales \(2017\)](#), porém com pontos adicionais e porte completo para dispositivos móveis. Foram abordados temas presentes no conteúdo da disciplina de Sistemas Digitais, na ementa¹ proporcionada pela Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, com isso, os pilares abordados no jogo foram:

- Sistema de numeração;
- Álgebra das Variáveis Lógicas;
- Sistema de codificação BCD.

Este são importantes pontos ensinados da disciplina e que servem de base para muitos outros abordados na mesma. Por isso a importância da sua abordagem e ensino. O jogo foi dividido em três fases, cada uma aborda um dos temas mencionados e no início deles, uma instrução é passada para o usuário de forma que ele entenda a matéria abordada e consiga finalizar o jogo, independentemente do usuário conhecer ou não o tema.

4.2 Metodologia de desenvolvimento

Por não haver definição exata do que seria desenvolvido, pois foi necessário prover um conjunto funcional inicial, para que fosse analisado, refinado e validado no projeto, por isso, uma metodologia de desenvolvimento linear não seria possível neste trabalho tendo em vista o citado no segundo capítulo deste trabalho, foi utilizado então o método incremental.

Conforme o desenvolvimento do jogo, foram geradas várias versões para serem validadas e testadas, e após sua validação, novas funcionalidades foram desenvolvidas.

¹ <http://www.portal.facom.ufu.br/system/files/conteudo/gbc026-sistemas-digitais.pdf>

Devido a este processo, foi verificada a necessidade de aumentar o número de temas abordados pelo jogo e realizar algumas alterações em alguns jogos, visando o aprendizado do aluno e facilidade de se jogar.

Cada funcionalidade como menu, sons, artes, foram adicionadas de forma incremental, sempre que necessárias até obtenção da versão final.

4.3 Contextualização

Diferentemente do trabalho anterior do [Gonzales \(2017\)](#), neste trabalho foi adicionada uma contextualização ao jogo. Neste caso, foi considerado o usuário como o personagem principal do jogo e que ele precisaria resolver algumas tarefas para conseguir vencer o jogo e chegar em segurança em sua casa. Essa contextualização ajuda com a abordagem e temática do jogo, pois o usuário fica imerso no ambiente que está jogando. Além disso, também foi passado uma imagem com uma arte original do personagem que representa o usuário no jogo, que pode ser vista na [Figura 16](#).



Figura 16 – Personagem do jogo

Ainda sobre o contexto, temos também que algumas tarefas são executadas em um computador, sendo que o jogo é inteiro realizado em uma representação de terminal da máquina, como pode ser visto na [Figura 17](#).

4.4 Módulos

O jogo foi desenvolvido pensando em um sistema de módulos, no qual cada módulo é uma tarefa no jogo individual e que facilita seu desenvolvimento, como visto na [Figura 18](#). Ele foi pensado desta maneira para permitir adição rápida e fácil de novos módulos,

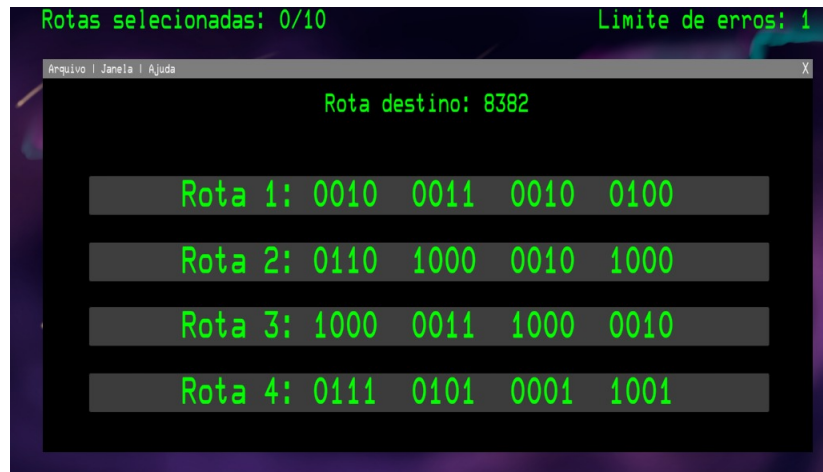


Figura 17 – Representação do terminal

permitindo sua expansão e melhoramentos futuros de maneira rápida e fácil, para finalizar o jogo, o usuário deve finalizar todas as tarefas do jogo.

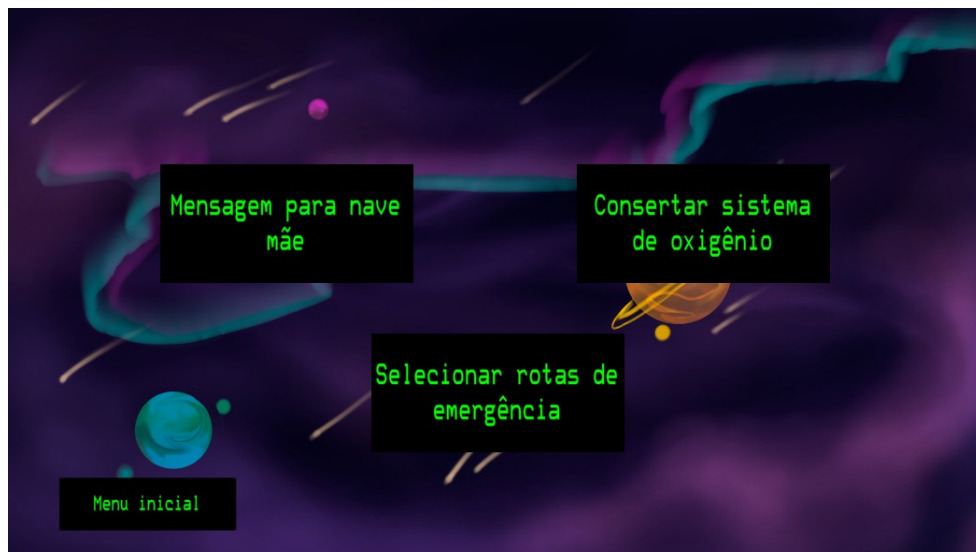


Figura 18 – Lista de tarefas (módulos de jogo)

4.5 Aleatoriedade

Todos as tarefas contam com um sistema de aleatoriedade, que permite dinamismo e sensação de novidade em cada um dos desafios propostos.

Temos por exemplo no jogo binário na Figura 19, todos os números gerados são aleatórios até 31, podendo ser positivos ou negativos, tendo como maior desafio o jogador conseguir fazer a conversão do número e entender o funcionamento do bit de sinal, caso o jogador erre, ele perde uma chance, na imagem representada por "Limite de Erros".

A tarefa do código BCD, representada pelas rotas de emergência, seguem a mesma ideia do binário, gerando números aleatórios e os exibindo na tela para que o usuário escolha, ilustrado na Figura 20. Neste jogo, o desafio é o aluno entender os conceitos do código BCD e dentro das opções mostradas para ele, escolher a correta. Caso ele cometa um erro, ele perde uma chance que é representada aqui por "Limite de erros".

No jogo dos circuitos, aqui representados pelo "sistema de oxigênio", inicia sempre com um circuito menor e após isso, toda fase é gerada aleatoriamente, incluindo a negação da entrada e tipo de circuito (*AND* ou *OR*), permitindo ao jogador escolher como pretende resolver o desafio, tanto apertando os botões para ativar ou desativar a saída, ou alterando o circuito, existem diversas tratativas no sistema para que evite que uma saída já seja a final do jogo, para que o usuário sempre tenha que realizar alguma ação no sistema. A



Figura 19 – Tarefa números binários

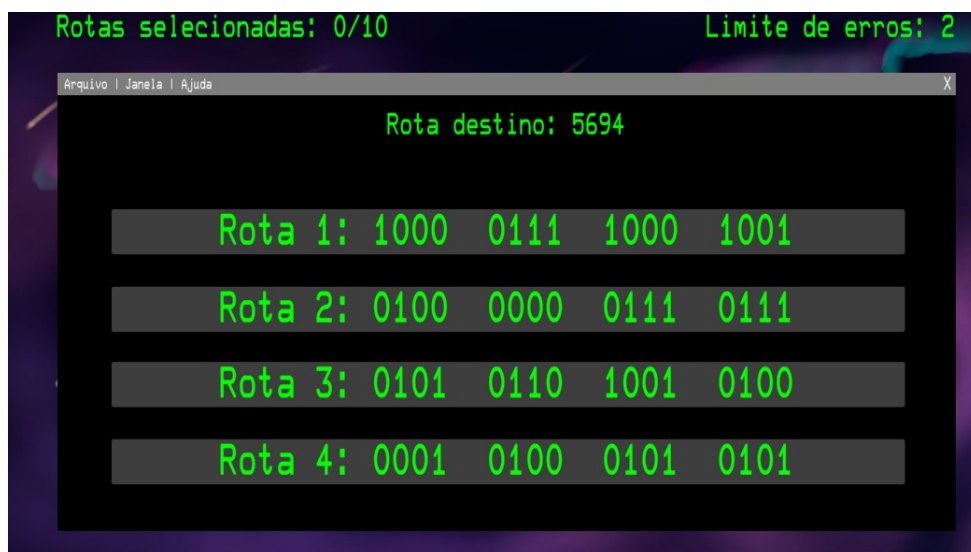


Figura 20 – Tarefa BCD

Figura 21 ilustra como o jogo funciona. Neste jogo, o jogador tem como maior desafio entender as saídas de cada botão e portas lógicas para formar a saída final e ativar o sistema de oxigênio, caso ele cometa um erro, é descontada uma chance do "Limite de erros".

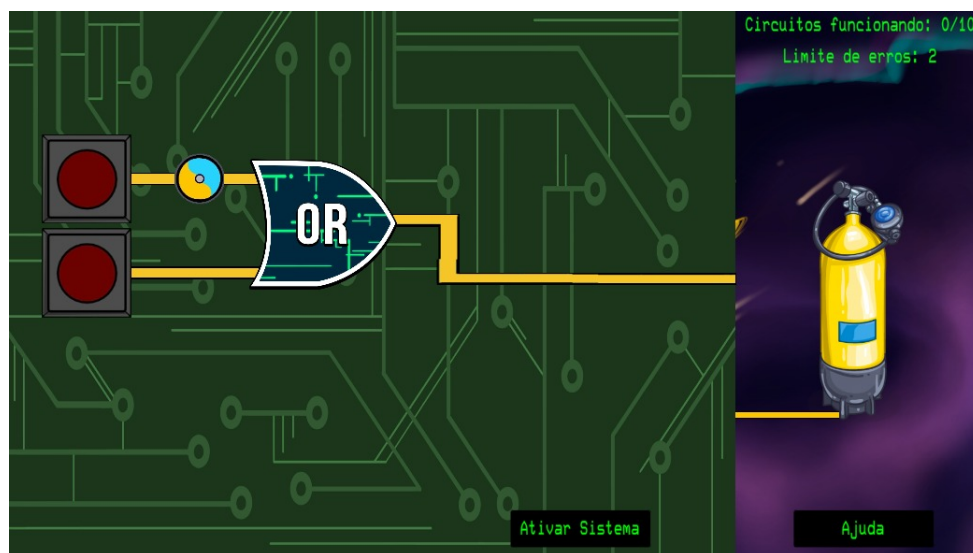


Figura 21 – Tarefa circuitos lógicos

4.6 Instruções

Todas as tarefas contam com uma detalhada instrução antes de serem iniciadas. Nestas instruções, além de informações de como jogar, também são passadas informações relevantes sobre o conteúdo abordado, em uma tentativa de ensinar o jogador, para que ele não apenas jogue o jogo, mas também compreenda seu conteúdo. Nessas instruções, foram incluídas animações detalhadas para ajudar na exemplificação, conforme na figura 22.

4.7 Comandos

Como o foco deste trabalho é o desenvolvimento do jogo para dispositivos móveis, todos os comandos utilizam o *touch screen* do celular, porém, todo jogo também consegue ser executado em dispositivos tradicionais, como um *notebook* e computadores de mesa, permitindo ainda uma maior acessibilidade à ferramenta desenvolvida.

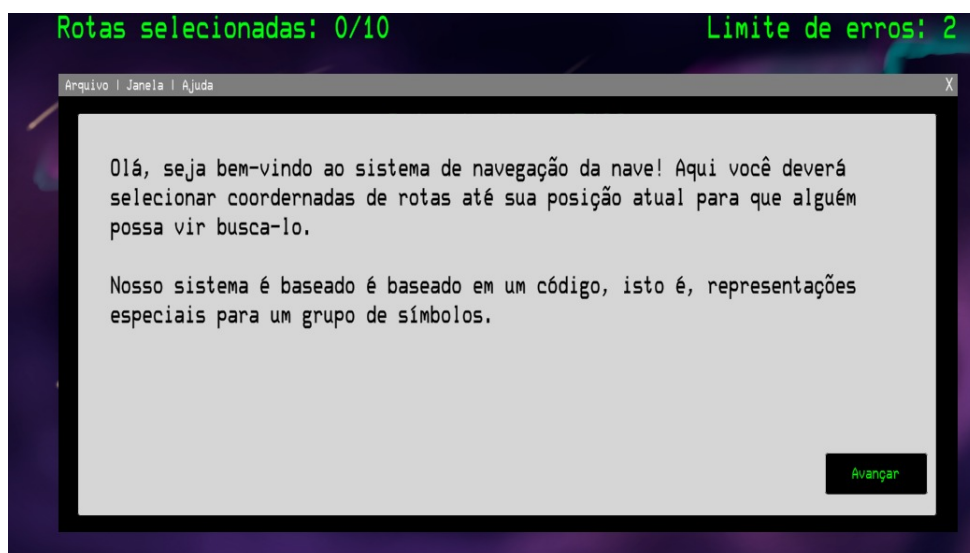


Figura 22 – Exemplo de instrução

5 Resultados do desenvolvimento

Seção destinada a apresentar o resultado final deste trabalho, são apresentadas figuras das telas do jogo desenvolvido e os resultados do desenvolvimento.

Na Figura 23, é exibido o menu inicial do jogo, já utilizando uma arte original. Nela é possível apenas ver os créditos e iniciar o jogo. Na Figura 24 é representada uma tela de contextualização, em que é pretendido inserir o usuário no jogo, explicando toda história do jogo e as motivações para a realização das tarefas, estas podem se encontradas na Figura 25, e cada uma representa um tema da matéria de Sistemas Digitais, porém o tema foi integrado junto a tarefa como forma de aumento de imersão.

Nas Figuras 26 e 27 é exibido a tela do jogo de números binários, tela é possível interagir com os botões brancos dentro do terminal para alterar o *bit*, a Figura 27 mostra o resultado de uma interação, após o número desejado ser inserido, o usuário deve pressionar o botão "Enviar", para que sua resposta seja avaliada, o uso do botão é importante para evitar frustrações do usuário para caso insira uma resposta incorreta, permitindo este escolher ou não enviar a resposta e possibilitando tempo para que ele verifique a resposta.

Já nas Figuras 28 e 29, é representado o jogo em que o aluno aprenderá sobre circuitos lógicos, nele o usuário deve pressionar os botões ou na própria porta lógica, para que os sinais enviados sejam modificados, ao final, ele deve pressionar o botão "Ativar Sistema", para validação da resposta.

O jogo que apresenta o conteúdo de código BCD é representado pela Figura 30, nela o usuário seleciona uma das rotas em que o é o código de destino codificado pelo sistema.

Após cada tarefa, dependendo do resultado usuários, são exibidas telas customizadas para cada jogo de vitória e derrota, com opções para iniciar novamente ou voltar para tela de tarefas, como pode ser visto nas Figuras 31 e 32.

Por fim, como forma de incentivar o jogador, o jogo conta com um sistema que armazena a progressão do usuário, temos nas Figuras 33 e 34 o resultado da finalização de todas as tarefas, o usuário recebe uma resposta diferente ao final, para que consiga entender que o jogo foi finalizado e após voltar para tela de tarefas, é exibida uma *tag* com o *status* da tarefa, o que permite o jogador entender quais tarefas ele já executou.



Figura 23 – Tela inicial

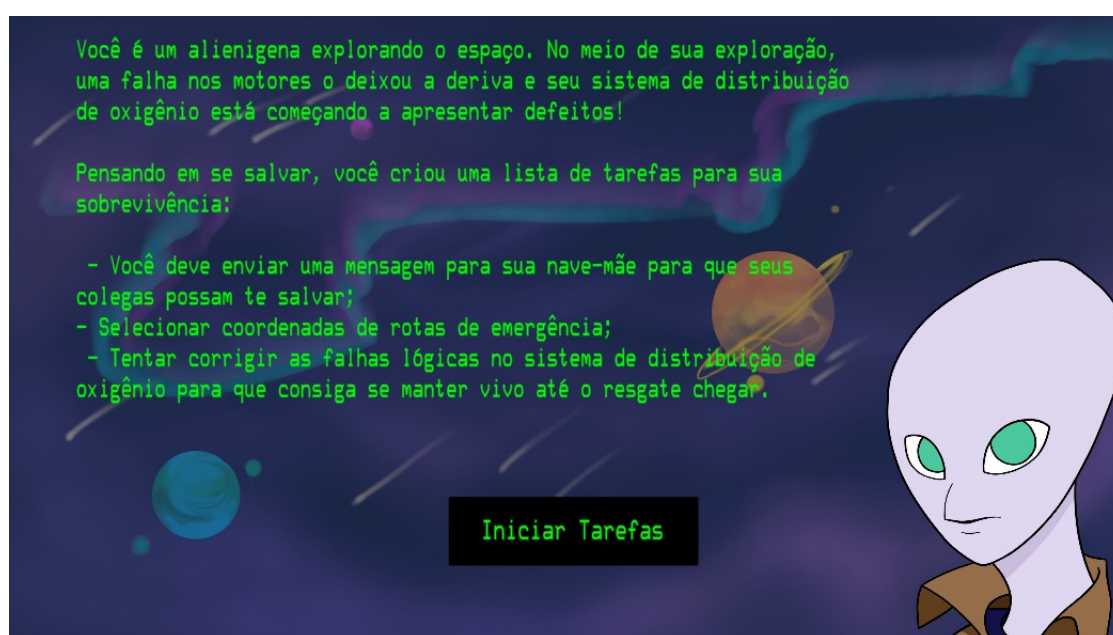


Figura 24 – Tela de contextualização

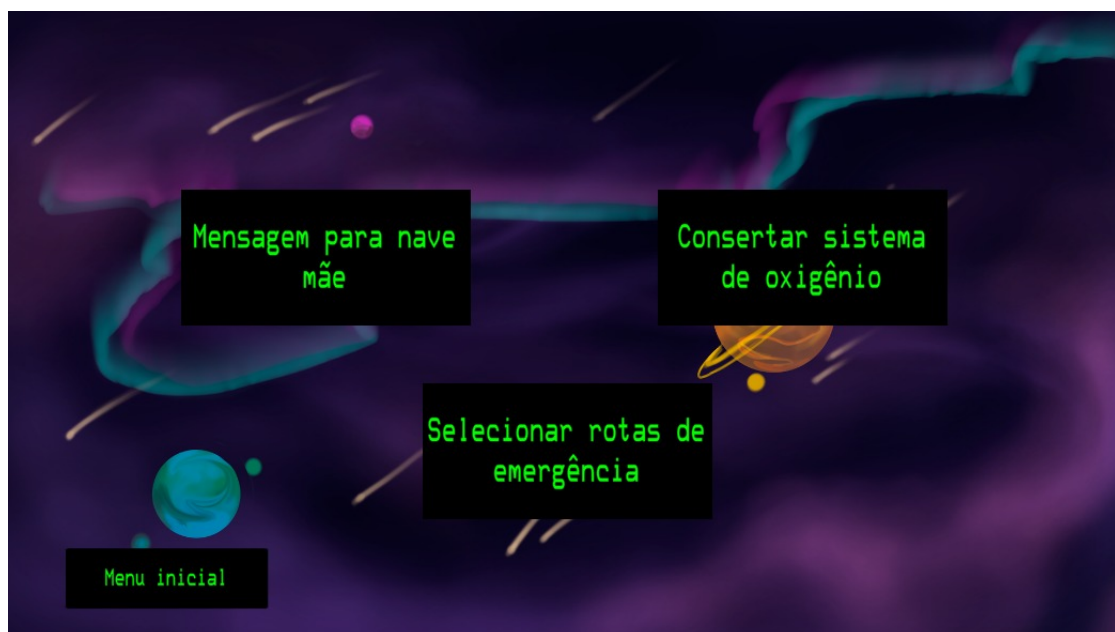


Figura 25 – Tela de seleção de tarefas

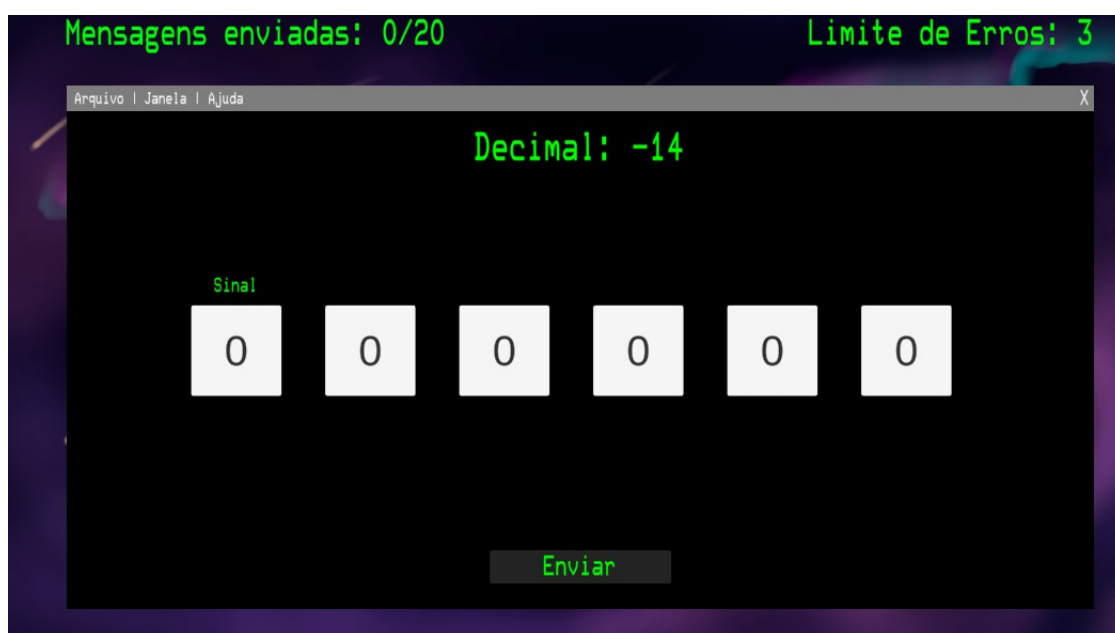


Figura 26 – Tela do jogo de números binários



Figura 27 – Tela do jogo de números binários em execução

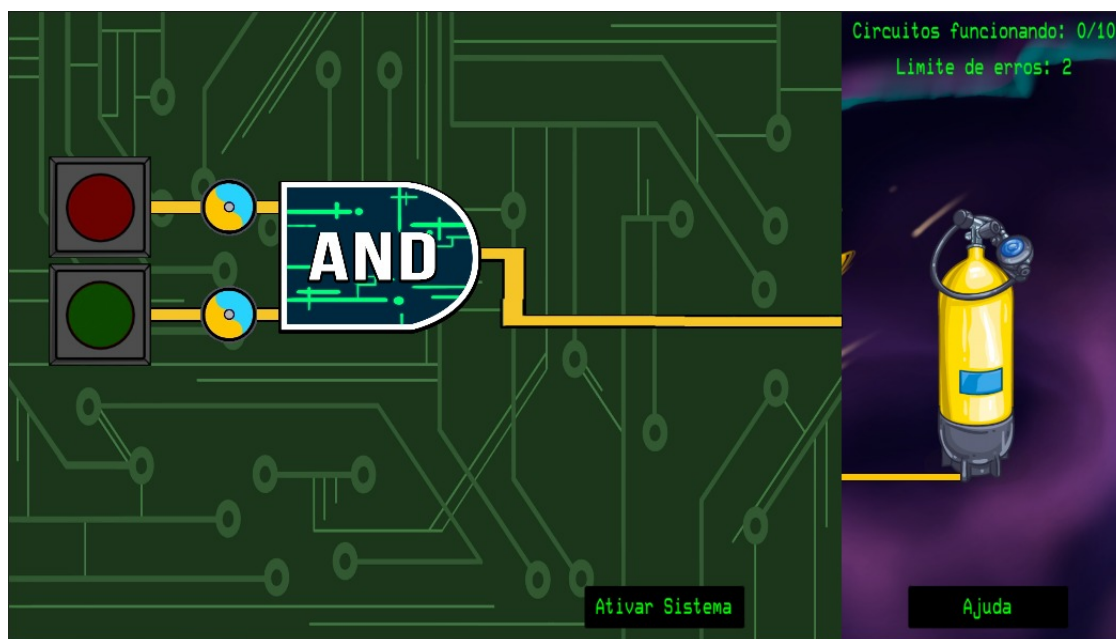


Figura 28 – Tela do jogo de circuitos lógicos

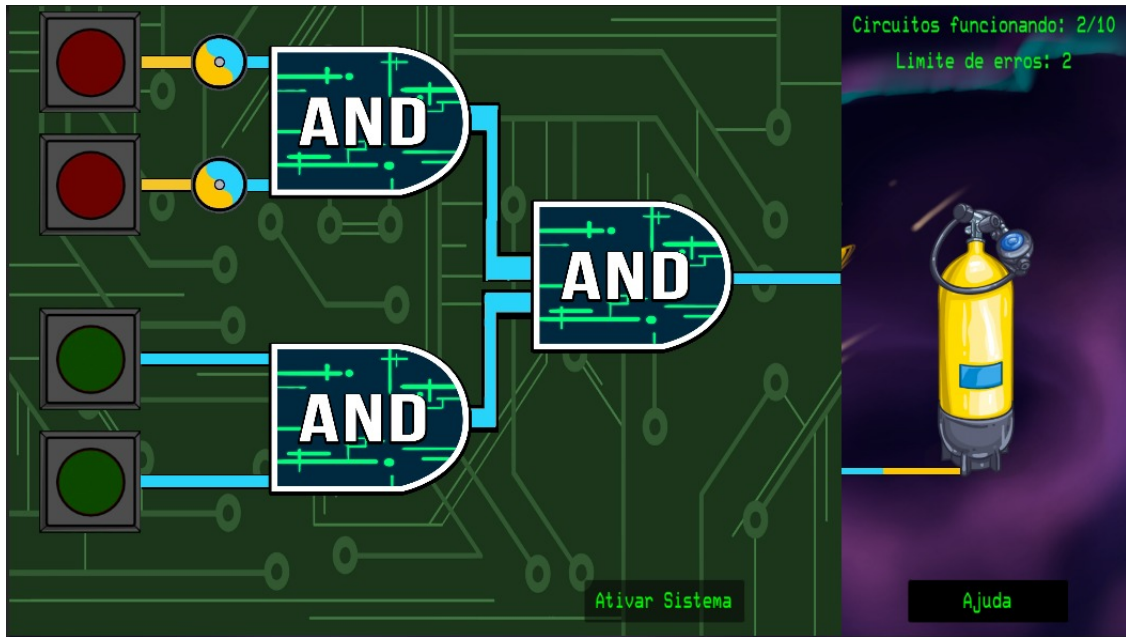


Figura 29 – Tela do jogo de circuitos lógicos em execução

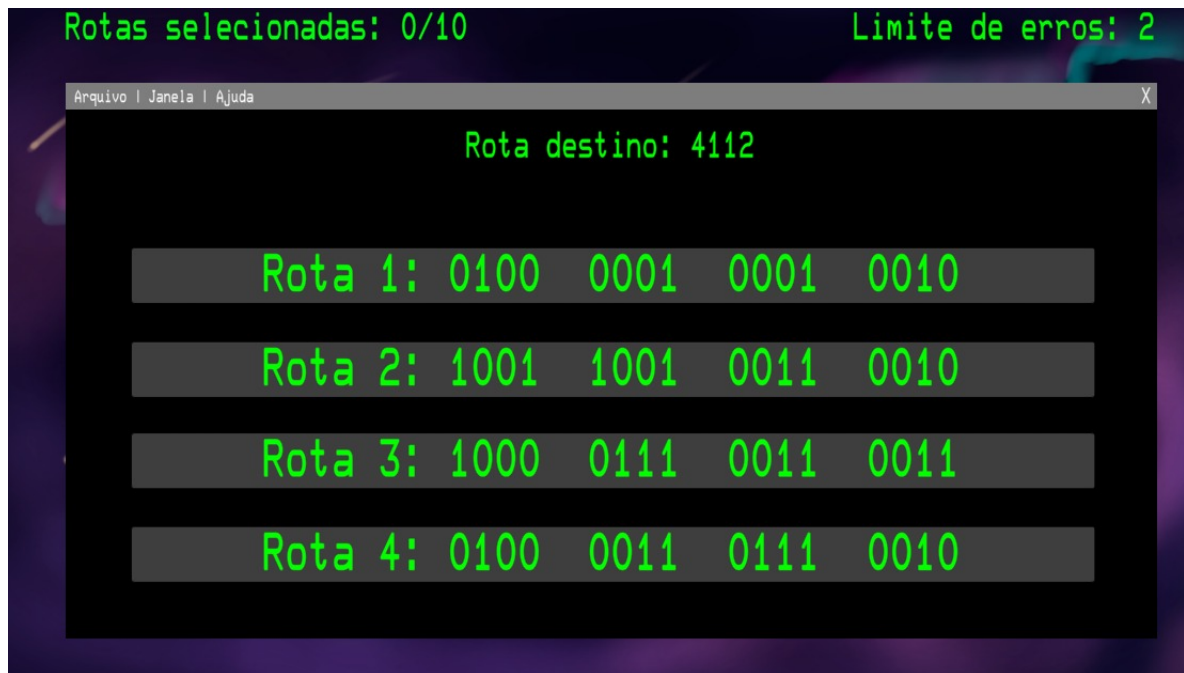


Figura 30 – Tela do jogo BCD

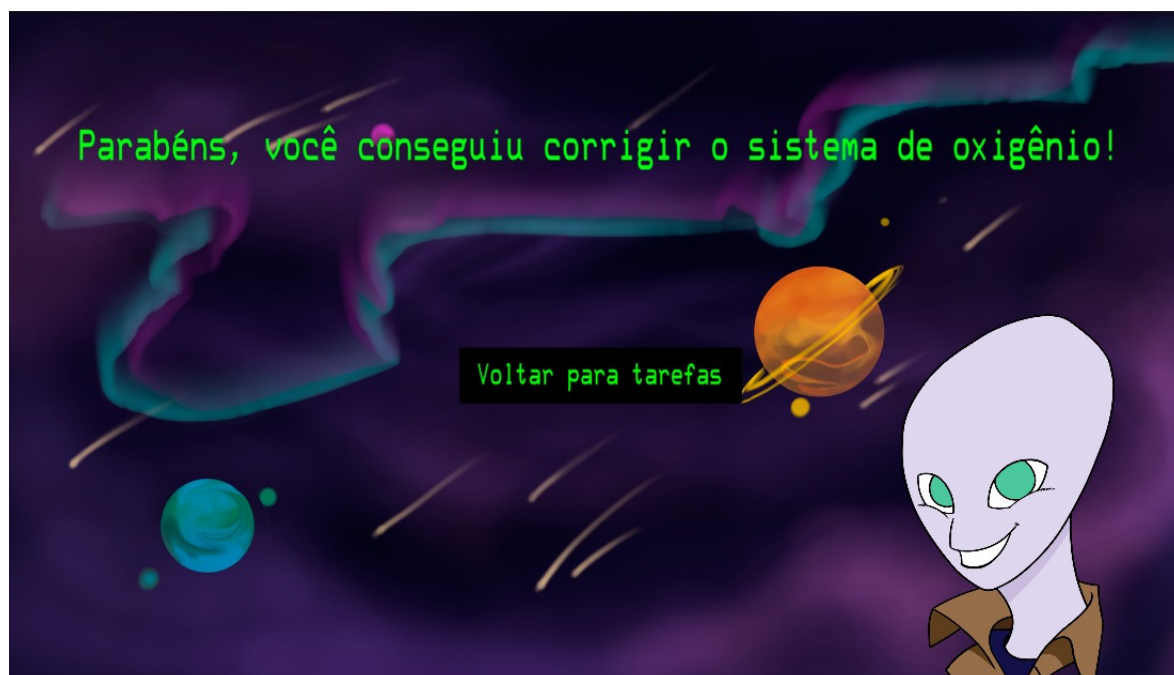


Figura 31 – Tela de vitória

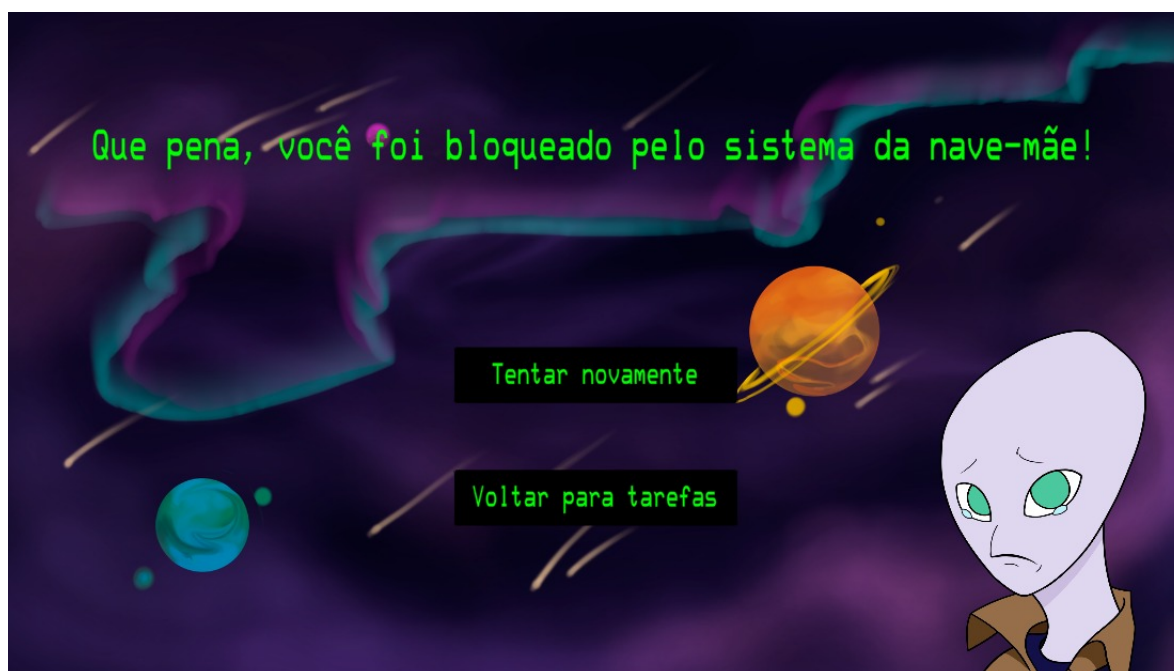


Figura 32 – Tela de derrota



Figura 33 – Tela de finalização do game

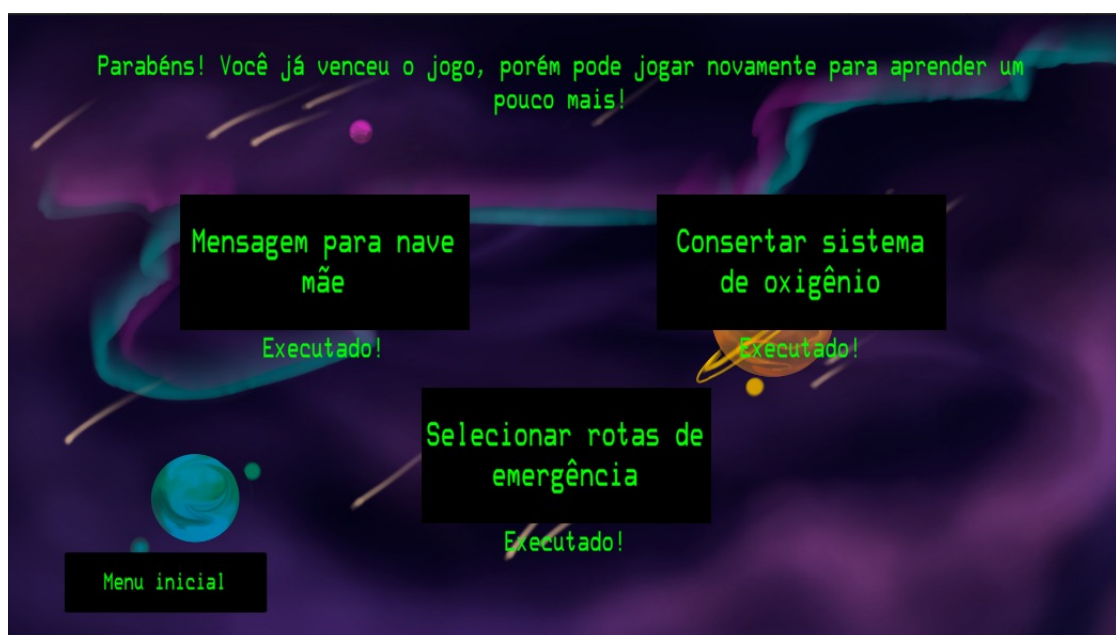


Figura 34 – Seleção de tarefas pós finalização

6 Conclusão

O objetivo proposto neste trabalho, foi melhorar o acesso a ferramentas de auxílio ao ensino de uma matéria do curso de computação, desenvolvendo um jogo educacional que pudesse ser executado a partir de um dispositivo móvel. No caso em específico o jogo foi construído para a plataforma Android.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, houve muitas dificuldades, sendo elas, como fazer o jogo por módulos, como passar para o usuário o conteúdo da disciplina apresentada e como manter o jogo simples, de fácil interação e acessível a todos.

Com o uso das ferramentas apresentadas neste trabalho, todas as dificuldades foram resolvidas e o trabalho foi viabilizado. Além da ajuda no esforço de desenvolvimento, a facilidade para gerar versões do jogo se mostrou eficiente para testes e correções de problemas encontrados ao decorrer do desenvolvimento, pode-se enfatizar o uso da *game engine* [®]Unity, que permitiu a criação ágil e com boa qualidade, além da sua enorme comunidade e linguagem de fácil utilização que ajudaram ainda mais na qualidade.

O resultado foi um jogo acessível, que pode ser distribuído em qualquer plataforma apenas gerando uma nova versão para determinada plataforma, além dos dispositivos móveis, o jogo pode ser portado para computadores, *WebGL* e *notebooks* facilmente.

Nota-se também que o uso da contextualização e artes originais, ajuda com a imersão do usuário e com o engajamento, criando uma nova atmosfera em que o usuário sente vontade de finalizar e aprender, além de se conectar com o personagem do jogo.

Houve também melhorias nas instruções do jogo, buscando não só explicar o funcionamento deste, mas também passar o conceitual da matéria ensinada.

Por fim, com a realização deste trabalho, entende-se que ele pode contribuir positivamente com a formação dos alunos que cursam a disciplina de Sistemas Digitais, utilizando conceitos já validados em trabalhos anteriores, com uma visão mais acessível e contextualizada, permitindo que qualquer pessoa consiga jogar e aprender com o jogo utilizando apenas seu aparelho móvel.

6.1 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, sugere-se:

- Generalizar melhor o sistema de módulos, para que a alteração não tenha que realizar modificações no código anterior, que apesar de pequenas, ainda devem ser realizadas;

-
- Abordar novos temas da ementa da matéria, auxiliando ainda mais os alunos no decorrer da disciplina, possibilitando mais auxílio;
 - Realizar experimentos de usabilidade, para entender como o usuário interage com o mesmo e permitir uma evolução para que seja jogado mais facilmente;
 - Realizar experimentos com grupos de pessoas para comparar o nível de aprendizado adquirido ao fim do jogo para afirmar a efetividade do jogo;
 - Criar um sistema de *ranking*, permitindo competição dos jogadores, criando maior engajamento;
 - Criar mecanismo que permita, por meio das tarefas, construir algo relacionado no jogo, para aumento da imersão;
 - Criar sistema para que vários jogadores consigam jogar ao mesmo tempo, gerando competição entre eles e integração de toda sala;
 - Possibilitar adição de novos jogos de circuitos lógicos alterando a geração do circuito para utilizar expressões.

Referências

- BASSANI, P. S. et al. Em busca de uma proposta metodológica para o desenvolvimento de software educativo colaborativo. *Renote*, v. 4, n. 1, 2006. Citado na página 16.
- COMPANY McKinsey . Brazil digital report. Abril 2019. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 13.
- DEMIRBILEK, M. Investigating attitudes of adult educators towards educational mobile media and games in eight european countries. *Journal of Information Technology Education*, v. 9, 2010. Citado na página 10.
- FOTOUHI-GHAZVINI R. A. EARNSHAW, A. D. R. P. S. E. F. From e-learning to m-learning – the use of mixed reality games as a new educational paradigm. *iJIM*, v. 5, n. 2, 2011. Citado na página 10.
- GAMMA RICHARD HELM, R. J. E.; VLISSIDES, J. *Padrões de projeto - Soluções reutilizáveis de software orientado a objetos*. [S.l.]: Artmed Editora S.A, 2008. Citado na página 16.
- GODOY, A.; BARBOSA, E. F. Game-scrum: An approach to agile game development. *Proceedings of SBGames*, p. 292–295, 2010. Citado na página 16.
- GONZALES, R. Desenvolvimento de um jogo educacional para auxílio no ensino dos conceitos básicos da disciplina de sistemas digitais. *Universidade Federal de Uberlândia*, 2017. Citado 11 vezes nas páginas 6, 7, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26.
- Microsoft. *Microsoft*. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>>. Acesso em: 10/06/2021. Citado na página 16.
- PEREIRA, M. L. A. Um estudo comparativo entre game engines como etapa inicial no desenvolvimento de um jogo de educação financeira. *IFCE*, 2017. Citado na página 15.
- PINHEIRO, P. S. B.; SERUFFO, M. C. D. R.; PIRES, Y. P. Experiência de uso de um aplicativo educacional para dispositivos móveis no município de castanhal - paraíba. *Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE*, 2019. Citado 4 vezes nas páginas 7, 10, 18 e 19.
- PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016. Citado na página 16.
- SALAMA, R.; ELSAYED, M. Basic elements and characteristics of game engine. *global journal of computer sciences theory and research*, v. 8, n. 3, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- SANTOS, R. R. dos. Panorama do mercado de jogos educativos no brasil. *Fasci-Tech – Periódico Eletrônico da FATEC-São Caetano do Sul*, 2010. Citado na página 12.
- SEABRA, C. O computador na criação de ambientes interativos de aprendizagem. *Aberto, Brasília, ano*, v. 12, p. 1–134, 1993. Citado na página 13.

SILVA, I. K. de O. et al. Desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino-aprendizagem no ensino fundamental. *HOLOS*, v. 5, p. 153–164, 2011. Citado na página 12.

StatCounter. *StatCounter*. Dublin, Ireland, 2021. Disponível em: <<https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/brazil>>. Acesso em: 14/06/2021. Citado na página 14.

TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. *Sistemas digitais: Princípios e aplicações*. [S.l.]: Pearson Universidades, 2007. Citado na página 16.

UNITY TECHNOLOGIES. *Unity*. 30 Third St. - San Francisco, CA 94103 - United States, 2004. Disponível em: <<https://unity.com/>>. Acesso em: 10/06/2021. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.

WENG, J.-F.; TSENG, S.-S.; LEE, T.-J. Teaching boolean logic through game rule tuning. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, IEEE, v. 3, n. 4, p. 319–328, 2010. Citado na página 18.