

Um Jogo Acessível para o Ensino de UML

Irvin Ken Xavier Tavares, Maria Amelia Eliseo

FCI – Faculdade de Computação e Informática – Universidade Presbiteriana Mackenzie
(UPM) – Campus Higienópolis – São Paulo, SP – Brasil

irvinkenzaviertavares@gmail.com, mariaamelia.eliseo@mackenzie.br

Abstract. *Educational games have been used in different areas of knowledge to engage and motivate the students in learning. The purpose of this research was to study accessibility and implement some of its guidelines in an educational game to help the students of the Computer area with visual impairments in their studies about UML, focusing on the use case diagrams. For that it was studied the concepts of accessibility, UML and serious games development tools. In the end, a game was developed that follows the accessibility guidelines analyzed and helps the students in their studies about use case diagrams. The game was validated with tests applied to users, that played the game and answered questions about usability and accessibility. The tests show that the accessibility guidelines were good for the game.*

Keywords: *Accessibility, Educational Games, UML, Use Cases, Accessibility Guidelines.*

Resumo. *Jogos educacionais vem sendo utilizados em diversas áreas do conhecimento como forma de engajar e motivar os alunos no aprendizado. O objetivo desta pesquisa foi estudar acessibilidade e implementar algumas de suas diretrizes num jogo educacional para ajudar alunos com deficiência visual da área de Computação nos estudos sobre UML, focado nos diagramas de casos de uso. Para isso foram estudados conceitos de acessibilidade, UML e ferramentas de desenvolvimento de jogos sérios. Por fim foi desenvolvido um jogo que segue as diretrizes de acessibilidade analisadas e auxilia os alunos em seus estudos sobre diagramas casos de uso. O jogo foi validado com testes aplicados a usuários, que o jogaram e responderam perguntas sobre usabilidade e acessibilidade. Os testes mostraram que os requisitos de acessibilidade foram positivos no jogo.*

Palavras-chave: *Acessibilidade, Jogos Educativos, UML, Casos de Uso, Diretrizes de Acessibilidade.*

1. Introdução

Jogos acessíveis educacionais são importantes para incluir alunos que tenham, ou possam vir a ter eventualmente, alguma necessidade especial. Assim, eles podem jogar esses jogos, praticar e entender melhor as matérias de seu curso, além de se sentirem motivados nos estudos e se divertirem no processo. (CARVALHO, 2015; CHEIRAN; PIMENTA, 2011).

A UML (*Unified Modeling Language*) é um conteúdo estudado na Ciência da Computação. É definida por Fowler (2011, p. 25) como: “uma família de notações gráficas, apoiada por um metamodelo único, que ajuda na descrição e no projeto de sistemas de *software*, particularmente daqueles construídos utilizando o estilo orientado a objetos (OO)”.

Este trabalho teve o objetivo de estudar a acessibilidade e implementá-la num jogo para o ensino de UML, com foco na especificação de Casos de Uso, para estudantes de computação. O problema estudado foi tratar acessibilidade em um jogo interativo pois é importante desenvolver jogos educativos acessíveis para que pessoas com necessidades especiais consigam utilizá-lo.

Os jogos são formas artísticas de entretenimento de grande popularidade onde um ou mais jogadores completam objetivos e superam desafios com a finalidade de se divertir. Além de entreter, os jogos também estimulam o desenvolvimento de habilidades como, por exemplo, solução de problemas e superação de dificuldades. Existem vários tipos de jogos, desde os focados em combate, até os que são focados na resolução de quebra-cabeças. Eles podem apresentar ou não uma narrativa e personagens, e quando temos a presença de mais que um jogador podem ser organizados em cooperação ou até mesmo competição. (CARVALHO, 2015; CHEIRAN; PIMENTA, 2011; MELO; SILVA; PIRES, 2019).

Jogos educacionais, apesar de possuírem as características lúdicas dos jogos de entretenimento, têm como principal foco auxiliar o ensino. Eles são utilizados para ensinar o jogador sobre um assunto específico, como por exemplo uma disciplina de algum curso, de maneira divertida de forma a entretê-lo e prender sua atenção naquele conteúdo, fazendo com que se interesse mais sobre aquele assunto. (CARVALHO, 2015; MELO; SILVA; PIRES, 2019; PIRES et al., 2015).

Um jogo educacional acessível inclui as características de acessibilidade, eliminando barreiras para que pessoas com deficiências consigam jogar (CHEIRAN; PIMENTA, 2011). Neste contexto o problema dessa pesquisa foi tratar os aspectos de acessibilidade num jogo educacional.

Nos últimos tempos os jogos educacionais, ou também jogos sérios, têm sido cada vez mais utilizados e em diversas áreas do conhecimento, devido às suas vantagens como demonstrado por Carvalho (2015). No entanto, nem todos os jogos educacionais implementam o fator da acessibilidade, o que conseqüentemente acaba criando barreiras para pessoas com necessidades especiais no uso desses jogos.

Tendo isso em consideração, o problema desta pesquisa envolve o tratamento da acessibilidade em um jogo educativo para deficiências visuais. Assim foram estudadas as diretrizes de acessibilidade, os conceitos de estudo de caso da UML e, por fim, o desenvolvimento de um jogo acessível para contribuir com o ensino da UML.

Considerando o problema de pesquisa descrito anteriormente, a hipótese partiu do princípio de que é necessário desenvolver jogos educativos acessíveis para estimular o interesse nos estudos e incluir pessoas com necessidades especiais, trazendo benefícios para todos.

O objetivo geral deste trabalho foi estudar e implementar acessibilidade para incluir deficientes visuais nas interações de jogos educativos. Com relação aos objetivos específicos, foram estudados conceitos de acessibilidade e suas diretrizes, seguido dos conceitos de UML. Estudou-se mecanismos de desenvolvimento de jogos sérios e educativos. Foi desenvolvido um protótipo do jogo educativo, interativo e acessível. Por fim, realizou-se a validação de acessibilidade do protótipo. Desta forma, os objetivos específicos foram:

- Estudar acessibilidade e analisar suas diretrizes para serem implementadas em jogos educacionais e interativos
- Estudar os conceitos da UML que serão abordados no jogo
- Estudar mecanismos de desenvolvimento de jogos sérios e educativos
- Desenvolver o protótipo do jogo educativo, interativo e acessível
- Realizar a validação de acessibilidade do protótipo implementado

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) contribui ao oferecer um jogo inclusivo para auxiliar no estudo e prática de UML, mais especificamente os diagramas de caso de uso, para alunos da área de Computação. O jogo desenvolvido é acessível para pessoas com deficiências visuais. Além disso, esta pesquisa identificou critérios para a implementação da acessibilidade em jogos interativos, no sentido de auxiliar os desenvolvedores a elaborar jogos acessíveis, cooperando assim na busca para alcançar igualdade de direitos para todas as pessoas.

O trabalho está organizado em 5 seções. A primeira é esta introdução, que contém a contextualização e relevância do tema, os objetivos da pesquisa e suas contribuições. A segunda seção apresenta o referencial teórico, onde aborda os conceitos de jogos sérios, UML, acessibilidade em jogos e trabalhos correlatos; seguida da terceira seção que apresenta a metodologia de pesquisa mostrando o desenvolvimento do jogo. A quarta seção apresenta os resultados obtidos neste trabalho. Por fim, a quinta seção traz as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Nesta seção será tratado do referencial teórico pesquisado e utilizado para a realização deste trabalho. Primeiramente falando sobre jogos sérios, depois sobre UML, seguido por acessibilidade em jogos e por fim os trabalhos correlatos.

2.1 Jogos sérios

Jogos sérios são jogos com foco na educação, eles são ferramentas importantes e eficazes para o aprendizado pois facilitam o entendimento e aumentam o engajamento por meio da diversão. Com relação aos jogos sérios Carvalho (2015) comenta sobre a eficácia da aprendizagem baseada em jogos, dando exemplos daqueles que já foram desenvolvidos e aplicados no passado com esse propósito de serem educativos. Também é ressaltada algumas características que um jogo deve ter: como fazer o jogador

sentir-se no controle de suas ações e dos resultados; ter um *feedback* imediato; permitir ao jogador aprender com seus erros; poder ter elementos de cooperação em equipe ou até de competição e, ter uma boa dificuldade que vá se adaptando com o progresso do jogador, de forma a não ser muito difícil ao ponto de ser frustrante e nem muito fácil ao ponto de ser entediante. Por meio dos exemplos de jogos utilizados com propósitos educacionais, os *serious games*, este autor demonstra que os jogos são uma boa maneira de se ensinar algum conteúdo. Um caso sobre a eficácia dos jogos sérios é mostrado por Rodrigues, Bonidia e Brancher (2017), que construíram um jogo educativo sobre Matemática chamado *MentalMath* e o testaram em uma turma de 4º ano do fundamental com 40 alunos. Os autores aplicaram dois testes escritos relacionados à matéria, que funcionavam assim como uma prova de escola onde os alunos respondiam às questões no papel. Um foi aplicado antes dos alunos jogarem o jogo e outro depois, e perceberam que os alunos se sentiram muito mais animados e motivados com a matéria após jogar o jogo. Além disso, dividiram os alunos em dois grupos, um que jogou o jogo por 20 minutos e outro que jogou por 40 minutos e foi constatado que o grupo que jogou por mais tempo obteve melhores resultados no teste posterior à *gameplay* do que o grupo que jogou menos.

Pires et al. (2015) apresenta o jogo *Mr. Data Analyst*, que foi aplicado a alunos de Ciência da Computação para o ensino de banco de dados focado na parte de problemas de qualidade de dados. Nele o jogador assume o papel de um analista e deve analisar tabelas de cenários variados identificando os problemas de qualidade que possuem. O jogo possui dificuldades baseadas em cargos da área, que são estagiários, analista de dados júnior, analista de dados pleno e analista de dados sênior respectivamente em ordem crescente de dificuldade. Em seus experimentos foi concluído que o jogo ajudou os alunos na prática e no melhor entendimento da matéria. Também foi constatado que os alunos acharam que o jogo é uma boa maneira de praticar a matéria e que também era uma forma de divertimento, o que corresponde com as características de um jogo educacional.

2.2 UML

Como define Larman (2011): “A Linguagem de Modelagem Unificada (UML) é uma linguagem visual para especificar, construir e documentar os artefatos dos sistemas”. O aprendizado de UML é importante pois é uma ferramenta que possibilita e facilita a visualização dos projetos de várias formas e em várias etapas. Fowler (2016) comenta sobre uma caracterização de três modos que pessoas utilizam a UML que são o esboço, o projeto e linguagem de programação. Fowler (2016, p. 26) diz:

“De longe, o mais comum dos três, pelo menos de acordo com minha opinião tendenciosa, é utilizar a UML como esboço. Nessa utilização, os desenvolvedores usam a UML para ajudar a transmitir alguns aspectos de um sistema. Assim como no caso de projetos, você pode utilizar esboços no desenvolvimento e na engenharia reversa. No desenvolvimento, desenha-se um diagrama UML antes de se escrever o código,

enquanto a engenharia reversa constrói um diagrama UML a partir de um código já existente, para ajudar em seu entendimento”.

Na UML são estudados Diagramas de Classe, Diagramas de Sequência, Diagramas de Casos de Uso, Diagramas de Atividade, Diagramas de Componentes dentre outros. Aqui neste trabalho será dado foco para os Casos de Uso. Fowler (2016, p. 104) descreve: “Os casos de uso são uma técnica para captar os requisitos funcionais de um sistema. Eles servem para descrever as interações típicas entre os usuários de um sistema e o próprio sistema, fornecendo uma narrativa sobre como o sistema é utilizado”. De maneira similar, Moraes e Zanin (2020) dizem: “O diagrama de casos de uso descreve a funcionalidade proposta para um novo sistema que será projetado e é uma excelente ferramenta para o levantamento dos requisitos funcionais do sistema”. Os casos de uso podem tanto ser usados na forma de um texto, como se fosse uma história que contasse um cenário do cliente interagindo com o sistema para alcançar um determinado fim, quanto na forma de um Diagrama de Casos de uso. Este diagrama mostra de forma simples e prática os diversos casos de uso existentes no projeto, mostrando os atores, representados por bonecos palito; os casos de uso, representados pelo nome do caso de uso dentro de uma elipse; as associações entre atores e casos de uso e também o sistema que é delimitado por um retângulo. A Figura 1 mostra um exemplo de um diagrama de casos de uso.



Figura 1: Exemplo de um diagrama de casos de uso. Fonte: Fowler (2016, p. 106)

2.3 Acessibilidade em jogos

A acessibilidade em jogos sérios é um tema importante; já que, como visto antes, os jogos sérios são boas ferramentas de aprendizagem e por meio da acessibilidade mais pessoas podem ter o direito de utilizá-los. Cheiran e Pimenta (2011) fizeram uma revisão de algumas diretrizes de acessibilidade voltadas para jogos digitais, de modo a reformulá-las ou ampliá-las conforme a necessidade de cada uma. Também foram utilizadas ideias que são originárias das diretrizes de acessibilidades voltadas à web, a WCAG 2.1 de Campbell et al. (2022), mas que serviram bem no apoio do trabalho realizado. Dessa forma foram reunidas um conjunto de diretrizes que seguem quatro princípios (cada diretriz se enquadra em um): o perceptível, o operável, o compreensível e o robusto. Alguns exemplos dessas diretrizes são: “Opção de ativar legendas para narrações ou para todo o conteúdo sonoro do jogo, animações, vídeos e

mensagens”, que faz parte do princípio Perceptível; “Possibilidade de remapear os controles do jogo para quaisquer dispositivos de entrada disponíveis ou combinações desses dispositivos”, pertencendo ao princípio Operável; “Fornecer modos tutoriais para treino, adaptação e configuração de recursos do jogo”, que pertence ao princípio Compreensível; “Compatibilidade com os recursos de acessibilidade padrão e nativos do sistema operacional (leitor de tela, teclado virtual, lupa, etc.)”, pertencente ao princípio Robusto. É notável a importância do jogo ser configurável, adaptável para diferentes situações, para diferentes necessidades.

Muños e Montoto (2018) discutem a acessibilidade no ambiente web, mostrando a importância de implementá-la. Elas mostram que não somente para deficiências permanentes a acessibilidade é importante, mas também para situações temporárias. São mostradas estratégias para a implementação da acessibilidade com relação a diversas deficiências, como por exemplo: facilitar interação por voz para perda de visão, permitir dar *zoom* na tela para baixa visão, legendas para perda de audição, pontos de interação de tamanho suficiente para baixa mobilidade, dentre outras.

Andrade, Costa e Werneck (2021) fizeram um mapeamento sistemático da literatura sobre acessibilidade em jogos eletrônicos. No seu estudo viram que ainda é pouca a quantidade de jogos que possuem acessibilidade implementada neles. Também observaram que das quatro deficiências visual, auditiva, motora e cognitiva a que é mais tratada é a visual seguida por auditiva, motora e cognitiva. Ao fim eles elaboraram algumas diretrizes de acessibilidade para jogos com estratégias gerais encontradas em suas pesquisas, algumas delas são:

Para deficiências visuais: fornecer *feedback* sonoro para todos os comandos executados no menu; oferecer tutorial para o jogador poder experimentar o jogo sem medo de ser punido por erros; filtro de cores para daltônicos, maior contraste dos botões e letras maiores. Para deficiências auditivas: melhor posicionamento de legendas na tela, melhor representação dos áudios em forma visual; apresentar textos e diálogos na linguagem de sinais; uso de cores e figuras para informar o jogador os sentimentos que estão sendo transmitidos durante o jogo. Para deficiências motoras: adicionar opção de alterar a velocidade do jogo; permitir customização de tempo para o jogador realizar inputs na tela; não utilização de diferentes teclas simultaneamente. Para deficiências cognitivas: permitir ao jogador organizar e simplificar os comandos do jogo; providenciar legendas, audiodescrições e outras formas de texto alternativos; pouca cobrança em relação ao tempo de desenvolvimento das respostas e interações.

2.4 Trabalhos Correlatos

Sobre os trabalhos correlatos destacam-se os que são focados em jogos sérios para alunos de computação. Melo, Silva e Pires (2019) apresentam o desenvolvimento de um *serious game* com o foco de ensinar grafos. É comentado sobre como os jogos vêm sendo utilizados com propósito educativo, os chamados *serious games*, em diversas áreas. No desenvolvimento de seu jogo primeiro houve a ideação, seguida do planejamento, da prototipagem de baixa fidelidade e depois a validação. Seu jogo se passa no espaço e tem uma pequena narrativa para dar uma justificativa aos objetivos

no jogo. Para vencer cada fase do jogo você deve levar a nave de um planeta de origem até o de destino, marcado por uma bandeira, e para isso deve-se ir clicando nos planetas adjacentes até chegar ao destino, mas levando em consideração a distância entre cada planeta pois tem-se uma quantidade limitada de combustível na nave. Essa mecânica de jogo serve para ensinar sobre o problema do caminho mínimo em grafos, pois para vencer você deve ir pelo menor caminho até o destino para não ficar sem combustível antes de chegar lá.

Wang e Zhu (2009) desenvolveram um jogo para o ensino de engenharia de *software* usando o *Second Life*, que é um mundo virtual 3-D que possibilita aos usuários implementar coisas nele. O jogo desenvolvido é multijogador, nele 6 participantes assumem um papel em uma equipe de engenheiros de *software* e cada um só pode ter um papel. O objetivo é trabalhar em equipe para atender a demandado cliente e entregar o produto com a menor quantia de *bugs*, que era esperado pelo cliente e antes de passar do prazo de entrega. Uma turma do curso de engenharia de *software* foi convidada a testar o jogo, de forma que vários grupos de 6 alunos foram formados para jogar. Depois foi aplicado um questionário para avaliar a experiência e satisfação dos estudantes, que em grande parte relataram ter gostado da experiência e que o jogo os ajudou na aprendizagem de engenharia de *software* de forma prática.

Salas e Prado (2020) estudaram o uso de jogos de computador para ajudar no estudo de engenharia de software. Neste caso foram escolhidas turmas que estavam aprendendo sobre UML, e para os ajudar foi aplicado o jogo *CodeCombat* que é um jogo que ensina a programar usando elementos de combate e personagens como cavaleiros e ogros. A ideia era ensinar sobre programação orientada a objetos através do *CodeCombat* para ajudar os alunos, que no caso não eram muito familiarizados com programação, a entender melhor, mais facilmente e de maneira mais atrativa os conceitos mais complexos e abstratos da engenharia de software. Nesse experimento era possível acompanhar o desenvolvimento da turma e de cada aluno individualmente tanto em sala de aula quanto no jogo. Era também possível comparar o desempenho de cada aluno em relação ao desempenho da turma, isto é, o quanto o aluno e a turma estava se saindo em cada nível do jogo e quanto havia avançado. Ao final pode-se observar que as boas notas na matéria aumentaram e as más notas diminuíram em relação a turmas que não haviam participado deste estudo. Também foi aplicado um questionário aos alunos com perguntas a respeito da experiência deles e as respostas foram bem positivas. A maior parte dos alunos gostou do jogo e achou que foi positivo em ajudá-los na aprendizagem da matéria. Os autores comentam que “as estratégias para aumentar a motivação dos alunos incluem oferecer competições e novos desafios para programação em alto nível”.

Carvalho, Junior e Costa (2021) desenvolveram um jogo educacional para o ensino de LFA (Linguagens formais e autômatos). Eles descrevem o jogo como um *escape room* onde o jogador deve encontrar elementos no cenário para poder passar de fase. O cenário do jogo é uma fábrica futurística em colapso onde há várias plataformas, de forma que só se pode passar para outra plataforma, e eventualmente para a última que contém a saída da fase, ao encontrar os devidos itens necessários para cada parte. Os itens são uma prancha (para conectar uma plataforma a outra), uma chave (que abre um portão), uma plataforma móvel que leva o jogador de uma plataforma a outra e baterias que recarregam um robô. A ideia é que tudo isso está relacionado a LFA, a plataforma que o jogador começa é o estado inicial, onde termina é um estado final e as demais plataformas são outros estados de um autômato. Além disso, os itens

são as palavras que o autômato reconhece, sendo a prancha equivalente a um “a”, a chave a um “b”, a plataforma móvel a um “c” e as baterias a um “d”. Na tela do jogo aparecem a palavra esperada para se completar a fase, e ao ir jogando na fase também é registrada a palavra que o jogador está formando. O jogo foi testado por um grupo de alunos e foi aplicado um questionário, os resultados foram positivos e o jogo foi considerado como tendo uma boa qualidade para finalidade educativa.

O jogo desenvolvido para este trabalho se assemelha aos jogos estudados no aspecto de ser um jogo educativo e ter como público-alvo os estudantes da área de computação. Porém ele se diferencia em seu conteúdo sobre a especificação de casos de uso, que ainda é um tema não tão explorado nos jogos educacionais, e acrescenta em relação aos demais a implementação de acessibilidade.

3. Metodologia

Para a metodologia foram feitas revisões bibliográficas sobre UML, focando nos Casos de Uso; sobre diretrizes de acessibilidade em jogos e web, pois a intenção foi que o jogo fosse desenvolvido para web. Também foram feitas revisões sobre jogos sérios, em especial os que tinham algum tema relacionado a computação.

A seguir veio a análise das necessidades e requisitos do jogo. Depois houve a idealização do jogo onde foram pensados seus objetivos, regras e desafios e telas. Para isso levou-se em conta as informações estudadas anteriormente nas obras sobre jogos sérios.

Para o jogo foram feitos estudos sobre as diretrizes de acessibilidade para que fossem pensados os requisitos de acessibilidade a serem implementados. Originalmente estavam sendo pensadas 29 diretrizes, para este trabalho final 21 foram de fato estudadas e implementadas, as outras 8 acabaram não prosseguindo por serem ideias que acabaram não indo parar no jogo final. Dessa forma, na Tabela 1 estão descritos os requisitos estudados e pensados para o jogo.

Tabela 1: Requisitos de acessibilidade. Adaptada de Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011).

Nome Diretriz	Nome Critério	Nível Conformidade	Origem	Como Implementar no Jogo
Alternativas textuais	Conteúdo não textual	A	Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011)	Oferecer alternativas em texto para conteúdos do jogo que não forem textuais
Adaptável	Informações e Relações	A	Campbell et al. (2022)	Apresentar as informações e relações de maneira a preservá-las e poderem ser compreendidas
	Sequência significativa	A	Campbell et al. (2022)	Apresentar o conteúdo numa sequência que faça sentido

	Características Sensoriais	A	Campbell et al. (2022)	Não deixar que as instruções para entender e operar o conteúdo dependa exclusivamente de suas características sensoriais como formato e cor por exemplo
	Narração de conteúdo textual	-	Cheiran e Pimenta (2011)	Oferecer uma alternativa para haver uma narração do conteúdo textual do jogo
Distinguível	Contraste (mínimo)	AA	Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011)	Oferecer um contraste adequado para os textos e imagens do jogo
	Controle de Áudio	A	Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011)	Oferecer opções para desativar/pausar/diminuir volume de sons como música de fundos, efeitos sonoros etc.
	Utilização de Cores	A	Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011)	Não deixar que a cor seja a única forma de transmitir alguma informação
	Contraste não textual	AA	Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011)	Oferecer um contraste adequado para os componentes da interface de usuário
	Conteúdo em foco por mouse ou teclado	AA	Campbell et al. (2022)	Permitir que o conteúdo em foco seja transmitido ao usuário enquanto estiver em foco e suma quando não estiver mais
Acessível por teclado	Teclado	A	Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011)	Permitir que o jogo possa ser completamente operado por meio do teclado
Tempo suficiente	Sem Limite de tempo	AAA	Campbell et al. (2022)	O jogador não precisará agir de forma rápida/ágil em nenhuma interação com o jogo
Navegável	Página com título	A	Campbell et al. (2022)	Dar títulos para as páginas que descrevam seu objetivo
Modalidades de <i>Input</i>	Rótulo em nome acessível	A	Campbell et al. (2022)	Fazer com que os nomes dos rótulos contenham o texto que estiverem apresentando

Legível e entendível	Idioma da Página	A	Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011)	Permitir que a linguagem (humana) padrão de cada página possa ser definida programaticamente
Previsível	Em foco	A	Campbell et al. (2022)	Fazer com que quando algum componente da tela receber foco ela não inicie uma mudança de contexto
	Navegação consistente	AA	Campbell et al. (2022)	Os mecanismos de navegação que se repetem em cada página aparecerão na mesma ordem
	Progressão natural de dificuldade	-	Cheiran e Pimenta (2011)	Cada batalha no jogo fica mais difícil de vencer que a anterior
Assistência de <i>Input</i>	Identificação do erro	A	Campbell et al. (2022)	Indicar onde ocorreu o erro
	Rótulos ou Instruções	A	Campbell et al. (2022)	Oferecer um rótulo ou uma instrução quando algo precisar de um <i>input</i> do usuário
	Tutorial	-	Cheiran e Pimenta (2011)	Oferecer um modo tutorial para praticar o combate sem ser penalizado por erros

O jogo *U.C. Battle* foi pensado para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de UML, mais especificamente os Casos de Uso. Nele o jogador é um herói e tem por objetivo derrotar 5 vilões para salvar seu mundo. Cada vilão tem uma dificuldade diferente, começando do mais fraco e indo até o mais forte e o herói deve derrotar o mais fraco para depois poder desafiar o próximo em poder e assim por diante até o final. Na batalha você começa com 4 pontos de vida e os vilões têm pontos de vida correspondentes à sua dificuldade, começando com o mais fraco com 3 pontos e aumentando 1 ponto de vida a cada novo vilão. O combate consiste em responder charadas do oponente sobre casos de uso, as charadas têm uma pergunta e quatro possíveis respostas com apenas uma sendo a correta. Caso você acerte, seu oponente perde um ponto de vida e é feita outra charada, caso erre você perde um ponto de vida e é feita outra charada. Ganha aquele que zerar os pontos de vida de seu adversário. O herói possui uma habilidade, uma única vez por batalha se você tiver 2 pontos de vida ou menos você poderá usar seu poder e receber uma dica sobre a charada que estiver resolvendo. Se você vencer um vilão, poderá desafiar o próximo em poder, se perderá que enfrentar o mesmo novamente.

Além de poder enfrentar os vilões você também pode escolher a opção de treinar com seu mestre, que consiste de um modo treino onde você pode praticar o combate sem ser penalizado se errar charadas e aprender com ele conceitos de casos de uso. Também é possível escolher uma opção chamada *book* para poder ler sobre os conteúdos relacionados aos casos de uso, caso o jogador deseje revisar algum conceito.

Foram pensados um conjunto de requisitos funcionais para o jogo. Eles são:

- O software deverá mostrar o menu principal com as opções que podem ser escolhidas pelo jogador de acordo com sua progressão

- O software deverá liberar mais fases para o jogador escolher conforme ele avança no jogo
- O software deverá permitir ao usuário selecionar uma fase
- O software deverá permitir ao usuário selecionar a opção de tutorial
- O software deverá permitir ao usuário selecionar a opção de estudar conceitos
- O software deverá permitir ao usuário escolher uma opção de tema para poder estudá-lo
- O software deverá retornar os conteúdos relacionados ao tema escolhido
- O software deverá retornar a interface com todas as informações relacionadas a cada batalha
- O software deverá trocar de charada após o usuário escolher uma resposta
- O software deverá decrementar um ponto de vida do vilão quando o usuário acertar uma charada
- O software deverá decrementar um ponto de vida do herói quando o usuário errar uma charada
- O software deverá permitir ao usuário usar a habilidade somente quando tiver 2 ou menos pontos de vida
- O software deverá ir armazenando os pontos de vida atuais dos participantes da batalha
- O software deverá indicar quando a batalha terminar em vitória
- O software deverá indicar quando a batalha terminar em derrota
- O software deverá indicar derrota caso o usuário escolha se render
- O software deverá voltar ao menu principal ao fim de uma batalha
- O software deverá desbloquear o próximo vilão para poder ser escolhido quando o anterior for derrotado (caso ainda esteja bloqueado)
- O software deverá garantir que o usuário não seja penalizado quando errar no modo tutorial (treino)
- O software deverá retornar ao menu principal quando o usuário clicar no botão voltar na tela de seleção de tema de estudo
- O software deverá retornar para a tela de seleção de tema de estudo quando o usuário clicar no botão voltar na tela do tema de estudo escolhido

A Figura 2 mostra o diagrama de casos de uso pensado para o jogo:

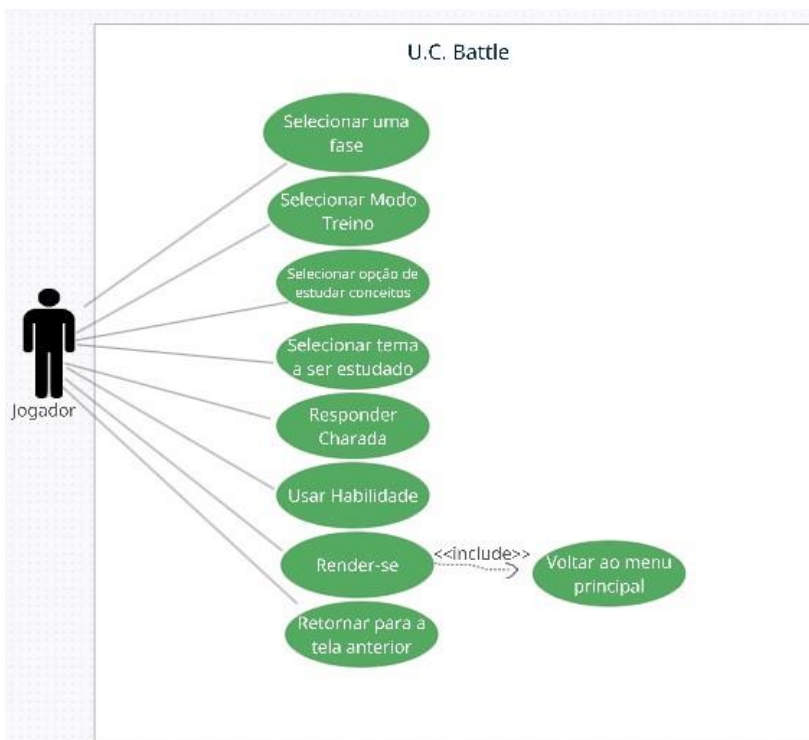


Figura 2: Diagrama de casos de uso para o jogo U.C. Battle

Para desenvolver o jogo, foi estudada a linguagem de programação React. Então foi sendo desenvolvido o jogo, pensando em como aplicar os requisitos de acessibilidade. Também foi estudado sobre testes de usabilidade e, para isso, foi lido o *The Game Experience Questionnaire* de Ijsselsteijn, Kort e Poels (2013).

Depois de tudo no jogo ter sido feito, procurou-se realizar o teste do jogo com usuários para validar o jogo e os requisitos de acessibilidade. Após jogarem o jogo, os usuários responderam um questionário com perguntas relacionadas ao jogo, baseadas em Ijsselsteijn, Kort e Poels (2013), e sobre acessibilidade, relacionadas aos requisitos de acessibilidade estudados.

4. Resultados e Discussão

De resultados foi obtido o jogo U.C. Battle já funcionando, a seguir serão mostradas algumas imagens das telas do jogo. Na figura 3 é possível ver o menu principal do jogo onde se tem acesso aos vilões, ao *book*, ao modo treino, às opções do jogo, ao menu como jogar e é possível retornar para a tela inicial.

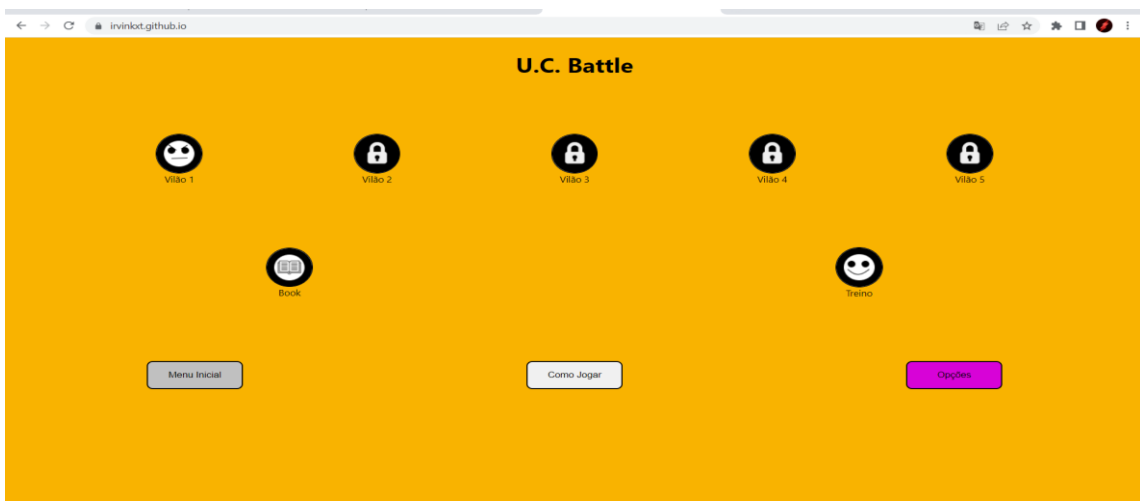


Figura 3: Menu principal do jogo.

A figura 4 mostra a tela de enfrentar um vilão com seus elementos devidos, a figura 5 mostra a tela do book com os temas disponíveis, a figura 6 mostra um dos quadrinhos do book e a figura 7 mostra a tela de opções com opções para ligar e desligar efeitos sonoros, músicas e narrações.

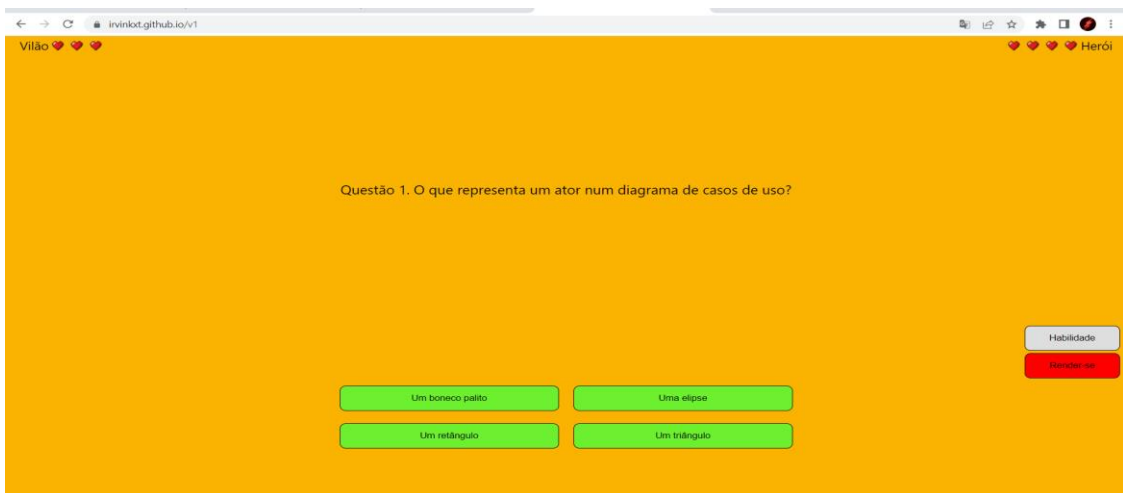


Figura 4: Tela de batalha com vilão.

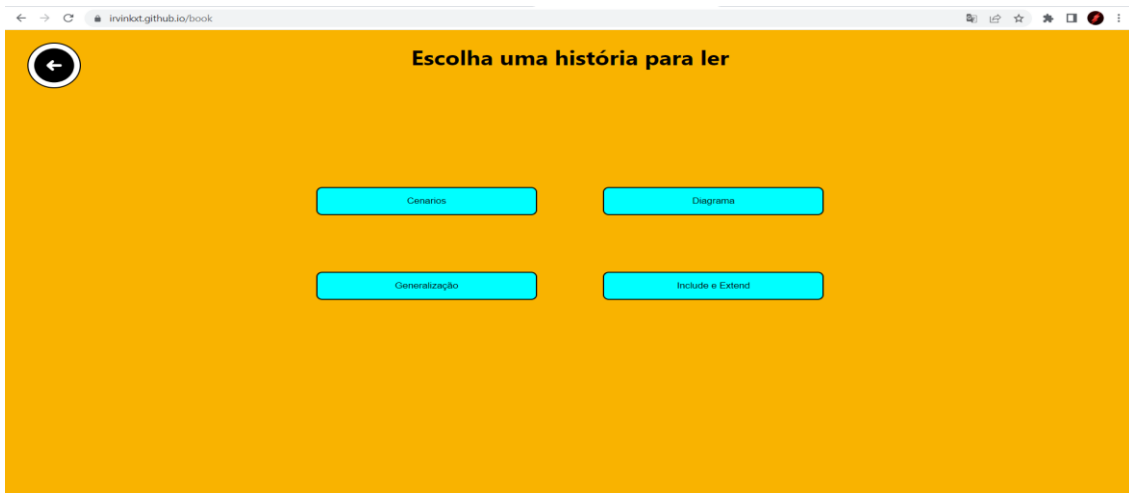


Figura 5: Tela do book e seus temas.



Figura 6: Tela do quadrinho da história sobre Cenários dos Casos de Uso.



Figura 7: Tela de opções.

Foi trabalhado para implementar os requisitos de acessibilidade no jogo, como não exigir respostas rápidas nas fases, não havendo tempo limite para responder às questões. Também permitindo personalizar a questão dos efeitos sonoros e músicas podendo decidir ligá-las ou desligá-las a qualquer momento, além de haver uma opção para narração das perguntas, alternativas, dicas e o book. Foi trabalhado para haver um padrão com relação aos botões em relação aos formatos, propósitos e posições na tela. Tomou-se um cuidado para que a dificuldade do jogo começasse mais baixa e fosse aumentando gradativamente a cada vilão e que o modo treino estivesse sempre disponível para o jogador poder praticar a vontade.

Depois de tudo estar pronto foi elaborado o questionário, foi usada a ferramenta de coleta *Google Forms* e foi pedido para que alunos da área de computação testassem o jogo e logo após respondessem o questionário. As perguntas sobre o jogo foram adaptadas do *The Game Experience Questionnaire* de Ijsselsteijn, Kort e Poels (2013); e as perguntas sobre acessibilidade foram baseadas nos requisitos estudados neste trabalho. Assim, no total 26 alunos jogaram o jogo e, logo após, responderam o formulário, sendo 22 do curso de Ciência da Computação e 4 do curso de Sistemas de Informação.

A tabela 2 mostra os resultados sobre a experiência do jogador durante o jogo. Com relação à competência 84,6% tiveram um sentimento de sucesso e 57,7% se sentiu habilidoso, mostrando que a maior parte conseguiu jogar bem o jogo, se adaptando aos desafios e dificuldades. Quanto à imersão sensorial e imaginativa, 53,8% achou impressionante, mostrando que apenas metade ficou cativada quanto ao aspecto lúdico do jogo. Com relação ao fluxo, 46,2% não esqueceu de tudo ao seu redor e apesar de 42,3% ter se sentido completamente absorvido, a mesma quantia de jogadores não se sentiu, mostrando que eles não se prenderam muito ao jogo. No aspecto da tensão, 80,8% não se sentiu frustrado e 88,5% não se sentiu irritado, mostrando que o jogo não lhes foi mal. Quanto ao desafio, 77% se sentiu desafiado e apenas 30,8% teve que se esforçar muito, sendo que a maioria com 42,3% marcou como neutro quanto a isso, mostrando que o jogo trouxe um bom nível de dificuldade, sem exigir excessivamente do jogador. Quanto ao afeto negativo, 53,9% não se sentiu entediado e 57,7% não achou cansativo; apesar de ser a maioria, é visto que seria bom melhorar o ponto do entretenimento. Quanto ao afeto positivo, 65,4% se sentiu contente e 53,8% se sentiu bem, mostrando uma boa satisfação quanto ao jogo mas que poderia ser melhorada, trabalhando mais o aspecto lúdico e de entretenimento do jogo.

Tabela 2: Experiência do jogador durante o jogo. Adaptado de Ijsselsteijn, Kort e Poels (2013)

Informe como você se sentiu enquanto jogava o jogo em relação a cada um dos itens.					
Afirmção	0	1	2	3	4
Tive um sentimento de sucesso.	11,5%	0%	3,8%	42,3%	42,3%
Me senti entediado.	26,9%	26,9%	15,4%	15,4%	15,4%
Achei impressionante.	15,4%	19,2%	11,5%	26,9%	26,9%

Esqueci de tudo ao meu redor.	23,1%	23,1%	19,2%	19,2%	15,4%
Me senti frustrado.	65,4%	15,4%	7,7%	7,7%	3,8%
Achei cansativo.	26,9%	30,8%	23,1%	7,7%	11,5%
Me senti irritado.	73,1%	15,4%	7,7%	3,8%	0%
Me senti habilidoso.	7,7%	11,5%	23,1%	23,1%	34,6%
Me senti completamente absorvido.	15,4%	26,9%	15,4%	26,9%	15,4%
Me senti contente.	7,7%	15,4%	11,5%	38,5%	26,9%
Me senti desafiado.	3,8%	3,8%	15,4%	30,8%	46,2%
Tive que me esforçar muito.	7,7%	19,2%	42,3%	15,4%	15,4%
Me senti bem.	7,7%	7,7%	30,8%	19,2%	34,6%

A tabela 3 mostra os resultados sobre a experiência do jogador após o jogo. Com relação à experiência positiva, 57,7% não se sentiu revivido, 61,5% se sentiu vitorioso, 57,7% não se sentiu energizado, 50% se sentiu satisfeito, 57,7% não se sentiu poderoso e 46,1% se sentiu orgulhoso; uma parte boa dos jogadores teve uma experiência boa apesar de muitos terem se sentido neutros nessa questão, principalmente em questões relacionadas à imersão como se sentir poderoso e sentir-se revivido por exemplo, mostrando que seria bom melhorar esse ponto para agradar mais pessoas. Quanto à experiência negativa, 88,5% não se sentiu mal, 100% não se sentiu culpado, 76,9% não achou uma perda de tempo, 65,4% não achou que poderia ter feito coisas mais úteis, 92,3% não se sentiu arrependido e 100% não se sentiu envergonhado, mostrando que não houve rejeição ao jogo por parte dos jogadores. Quanto ao cansaço, 84,6% não se sentiu exausto e 80,8% não se sentiu cansado, mostrando que o jogo foi bem nesse ponto. Quanto a retornar para a realidade, 88,5% não teve dificuldade de retornar para a realidade, 80,7% não se sentiu desorientado e 73,1% não se sentiu como se tivesse retornado de uma jornada, mostrando uma carência do jogo quando a uma história e que seria boa a elaboração de uma para prender mais o jogador.

Tabela 3: Experiência do jogador após o jogo. Adaptado de Ijsselsteijn, Kort e Poels (2013)

Informe como você se sentiu depois de terminar de jogar o jogo em relação a cada um dos itens.					
Afirmção	0	1	2	3	4
Me senti revivido.	42,3%	15,4%	11,5%	19,2%	11,5%
Me senti mal.	73,1%	15,4%	11,5%	0%	0%
Senti dificuldade para retornar para a realidade.	80,8%	7,7%	7,7%	3,8%	0%
Me senti culpado.	92,3%	7,7%	0%	0%	0%
Me senti vitorioso.	15,4%	7,7%	15,4%	19,2%	42,3%
Achei uma perda de tempo.	61,5%	15,4%	3,8%	15,4%	3,8%
Me senti energizado.	42,3%	15,4%	15,4%	15,4%	11,5%
Me senti satisfeito.	23,1%	7,7%	19,2%	26,9%	23,1%
Me senti desorientado.	69,2%	11,5%	3,8%	11,5%	3,8%

Me senti exausto.	76,9%	7,7%	11,5%	3,8%	0%
Eu poderia ter feito coisas mais úteis.	50%	15,4%	15,4%	15,4%	3,8%
Me senti poderoso.	50%	7,7%	7,7%	19,2%	15,4%
Me senti cansado.	65,4%	15,4%	15,4%	3,8%	0%
Me senti arrependido.	80,8%	11,5%	3,8%	3,8%	0%
Me senti envergonhado.	92,3%	7,7%	0%	0%	0%
Me senti orgulhoso	19,2%	15,4%	19,2%	26,9%	19,2%
Senti como se tivesse retornado de uma jornada.	50%	23,1%	11,5%	3,8%	11,5%

A tabela 4 mostra os resultados sobre a experiência do jogador quanto à acessibilidade. Pode ser notado que no geral a acessibilidade foi bem avaliada, podendo-se destacar alguns pontos muito positivos como poder ligar e desligar as narrações do jogo com 65,4% de aprovação, não exigir limite de tempo para responder as perguntas com 76,9% de aprovação, o bom nível de dificuldade que vai aumentando gradativamente com 73% de aprovação, o modo treino com 69,2% de aprovação, a personalização dos efeitos sonoros com 84,6% de aprovação, os mecanismos de navegação serem intuitivos com 76,9% de aprovação, os conteúdos serem apresentados de forma compreensível com 73,1% de aprovação e as cores e formatos ajudarem na compreensão mas não serem o único meio de compreensão com 73,1%, mostrando a satisfação dos jogadores quanto aos requisitos de acessibilidade implementados. Alguns pontos que poderiam ser melhorados seriam melhorar os títulos das páginas onde teve 57,7% de aprovação, e o contraste 57,7% de aprovação, onde poderiam ser revisada a paleta de cores do jogo.

Tabela 4: Experiência do jogador com relação à acessibilidade. Adaptada de Campbell et al. (2022); Cheiran e Pimenta (2011).

Informe o quanto você concorda com as informações a seguir com relação à acessibilidade.					
Afirmção	0	1	2	3	4
A opção de ligar e desligar narração sobre perguntas, imagens, alternativas e quadrinhos foi feita de forma adequada e foi positiva com relação ao propósito de acessibilidade.	3,8%	3,8%	26,9%	15,4%	50%
Não exigir um tempo limite para responder as questões dentro do jogo foi positivo e cooperou para com o propósito de acessibilidade.	0%	7,7%	15,4%	23,1%	53,8%
A dificuldade foi aumentando gradativamente, começando mais fácil e ficando mais difícil de forma que o jogador conseguisse acompanhar com facilidade o aumento de dificuldade.	0%	15,4%	11,5%	19,2%	53,8%
A opção do treino foi importante para o jogador poder se familiarizar com o jogo sem se preocupar em ser penalizado por erros.	7,7%	7,7%	15,4%	26,9%	42,3%
Foi positivo poder personalizar configurações como ligar e desligar efeitos sonoros e músicas de vitória e derrota e as narrações.	0%	3,8%	11,5%	19,2%	65,4%

Os mecanismos de navegação que se repetem em cada página aparecem na mesma ordem, de forma a serem intuitivos.	7,7%	0%	15,4%	34,6%	42,3%
Os títulos das páginas ajudaram a não se perder e a entender melhor o objetivo de cada página.	7,7%	11,5%	23,1%	26,9%	30,8%
O contraste das cores no jogo estava adequado de forma que não foi difícil ler nenhuma parte do jogo.	23,1%	3,8%	15,4%	19,2%	38,5%
Os conteúdos do jogo foram apresentados de maneira a facilitar sua compreensão e que fizesse sentido.	11,5%	7,7%	7,7%	26,9%	46,2%
As cores e formatos ajudaram a compreender as informações mas não foram a única forma de as compreender, havia outras como texto, por exemplo.	11,5%	7,7%	7,7%	23,1%	50%

Assim, é possível ver que o jogo agradou os jogadores quanto ao nível de dificuldade e os desafios, não causando frustração e evitando dos jogadores se sentirem mal ao terminar de jogar, que é devido ao requisito de acessibilidade estudado e implementado sobre os níveis de dificuldade. Também proporcionou um sentimento de sucesso enquanto jogavam e um sentimento de vitória ao terminar. Porém é necessário dar mais atenção quanto a questão lúdica e da imersão no jogo, prender mais o jogador já que muitos ao jogarem não se sentiram completamente absorvidos e ao terminar a grande maioria não teve dificuldades para retornar para a realidade e não tiveram um sentimento de ter retornado de uma jornada, investir numa narrativa poderia ajudar neste ponto, em especial na questão da jornada.

Na parte da acessibilidade, foi positivo ter tido uma boa avaliação dos jogadores quanto a mesma, mostrando um sucesso na implementação dos requisitos de acessibilidade estudados. Dessa forma, além de ser benéfico na questão de inclusão, a acessibilidade foi benéfica também em pontos da experiência do jogador como visto anteriormente onde o bom nível de dificuldade, que vai aumentando gradativamente, cooperou para oferecer um bom desafio aos jogadores e evitar sua frustração. Talvez os resultados positivos provenientes do questionário possam ser devidos também ao fato de a maioria dos respondentes não apresentarem alguma deficiência física ou limitação.

5. Considerações finais e trabalhos futuros

Sendo assim para este trabalho foram feitas pesquisas sobre jogos sérios, UML, focando nos casos de uso, sobre acessibilidade, principalmente web e para jogos, foram feitos alguns requisitos de acessibilidade com base nos estudos a serem implementados no jogo.

Após isso veio o período de desenvolvimento do jogo, estudando a linguagem de programação React e começando a fazer protótipos, sempre tentando implementar os requisitos de acessibilidade estudados, até que foi desenvolvida a versão completa do jogo com os 21 requisitos de acessibilidade implementados. Tendo o jogo pronto, foi

feito um estudo sobre testes de usabilidade e em seguida foi elaborado o teste, para assim poder testar o jogo com usuários que fazem parte do público alvo, sendo eles alunos da área de computação. Assim o jogo foi testado por eles e os mesmos responderam os questionários para o teste de usabilidade e acessibilidade, validando essas duas questões. Pode ser notado que a questão da acessibilidade foi muito bem avaliada pelos jogadores, além de também terem avaliado bem sua experiência durante e após o jogo. Também pode ser visto que uma das questões com a pior avaliação é a área de imersão do jogo, relacionado ao entretenimento onde os jogadores se sentiram pouco absorvidos e alguns até levantaram um certo grau de tédio, apesar de não ter sido a maioria.

Por fim, para trabalhos futuros seria interessante desenvolver uma arquitetura onde seja possível que professores adicionem suas próprias perguntas no jogo, além de historinhas no book. Também seria bom desenvolver uma narrativa para o jogo, dando uma profundidade e imersão maior para ele. Também melhorar a interface para torná-la cada vez mais agradável para os jogadores, também tentando melhorar ainda mais o ponto do contraste.

Referências

- Andrade, Luiz Henrique F. Barbosa de; Costa, Rosa Maria E. Moreira da; Werneck, Vera Maria Benjamim. Acessibilidade em Jogos: Um Mapeamento Sistemático. XX SBGames – Gramado – RS – Brazil, out. 2021. Disponível em: <<https://www.sbgames.org/proceedings2021/JogosSaudeFull/218828.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2022.
- Campbell, A.; Cooper, M.; Kirkpatrick, A. (2022). Understanding WCAG 2.1. W3C. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/>>
- Carvalho, Carlos Vaz de. APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS. Vigo, p. 176, nov. 2015. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/wcseit2015/proc/works/40.pdf>>. Acesso em: 28 out 2021.
- Carvalho, Fernando Eugênio A.; Junior, Maurílio M. Campano; Costa, Yandre M. G. . Jogos Educativos no Ensino de Autômato Finito Determinístico: Um Estudo de Caso com o Jogo *A Factory Disaster*. XX SBGames – Gramado – RS – Brazil, out. 2021. Disponível em: <<https://www.sbgames.org/proceedings2021/EducacaoFull/218381.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2022.
- Cheiran, Jean Felipe Patikowski; Pimenta, Marcelo Soares. “Eu também quero jogar!” – reavaliando as práticas e diretrizes de acessibilidade em jogos. Porto de Galinhas, p. 289, out. 2011. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/2254436.2254485>>. Acesso em: 28 out. 2021.
- Fowler, Martin. UML Essencial. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 9788560031382. Disponível em: <<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788560031382/>>. Acesso em: 11 nov. 2021.

- H. Alatrasta-Salas and M. Nunez-Del-Prado, "Teaching Software Engineering Through Computer Games," 2018 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE), 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/EDUNINE.2018.8450996. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8450996>>. Acesso em: 27 mai. 2022.
- Larman, Craig. Utilizando UML e Padrões. Porto Alegre: Bookman, 2011. 9788577800476. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577800476/>. Acesso em: 27 mai. 2022.
- Melo, Rafaela; Silva, Douglas; Pires, Fernanda. StarDust: um serious game para a aprendizagem implícita de grafos. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, [S.l.], p. 1237, nov. 2019. ISSN 2316-8889. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/9081>>. Acesso em: 28 out. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2019.1237>.
- Morais, Izabelly Soares D.; Zanin, Aline. Engenharia de software. Porto Alegre: SAGAH, 2020. 9788595022539. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595022539/>. Acesso em: 27 mai. 2022.
- Muños, Olga Revilla; Montoto, Olga Carreras. Accesibilidad Web. WCAG 2.1 de forma sencilla
- Pires, Carlos Eduardo et al. Um Jogo Didático para Detecção de Problemas de Qualidade de Dados em Bancos de Dados Relacionais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S.l.], v. 23, n. 03, p. 98, dez. 2015. ISSN 2317-6121. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/3296>>. Acesso em: 28 out. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2015.23.03.98>.
- Rodrigues, Luiz; Bonidia, Robson Parmezan; Brancher, Jacques Duílio. A Math Educacional Computer Game Using Procedural Content Generation. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, [S.l.], p. 756, out. 2017. ISSN 2316-6533. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7604>>. Acesso em: 28 out. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.756>.
- T. Wang and Q. Zhu, "A Software Engineering Education Game in a 3-D Online Virtual Environment," 2009 First International Workshop on Education Technology and Computer Science, 2009, pp. 708-710, doi: 10.1109/ETCS.2009.418. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4959133&tag=1>>. Acesso em: 27 mai. 2022.
- W. A. IJsselsteijn; Y. A. W. de Kort; K. Poels. The Game Experience Questionnaire, jan. 2013. Disponível em: <https://pure.tue.nl/ws/files/21666907/Game_Experience_Questionnaire_English.pdf>. Acesso em: 26 out. 2022.