

RoboHouse: incorporando level e learning design na ludificação de estrutura de dados

RoboHouse: incorporating level and learning design into the playful approach to data structures

Jean Miguel¹, Jeniffer Macena¹, Fabrizio Honda¹, Fernanda Pires¹, Marcela Pessoa¹

¹Escola Superior de Tecnologia – Universidade do Estado do Amazonas (EST/UEA)
ThinkTED Lab - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Emergentes

{jmcb.lic22, fpires, msppessoa}@uea.edu.br

{jeniffer.souza, fabrizio.honda}@icomp.ufam.edu.br

Abstract. **Motivation:** Data Structures (DS) have become mandatory in primary education; however, they are challenging even for computer science students. One alternative is the use of educational games. Nevertheless, designing such games is not trivial, as it must consider gameplay and learning elements. **Objective:** In this context, this work investigates how to ludify a didactic sequence by incorporating level and learning design elements, aiming to create an artifact to support the teaching of DS. **Methodology:** The methodological foundation for the “ludification” process was an iterative-incremental educational game design methodology. **Results:** Outcomes include the educational game RoboHouse and its evaluation with computer science students from a public university. The tests indicated that the game has the potential to support learning of the content, though some limitations were noted. **Keywords** Level design, Learning design, Educational Games, Data Structure

Resumo. **Motivação:** Conforme o complemento de computação na BNCC, conteúdos de Estruturas de Dados (EDs) tornam-se obrigatórios no Ensino Fundamental, entretanto, são desafiadores até para estudantes de computação. Uma alternativa é o uso de jogos educacionais. Porém, sua concepção não é trivial, devendo considerar elementos de gameplay e de aprendizagem. **Objetivo:** Diante disso, este trabalho investiga como ludificar uma sequência didática, incorporando elementos de level e learning design, visando conceber um artefato para auxiliar em EDs. **Metodologia:** A base metodológica do processo de “ludificação” foi a metodologia iterativa-incremental de game design educacional. **Resultados:** Resultados incluem o jogo educacional “RoboHouse” e sua avaliação com estudantes de computação de uma universidade pública, cujos testes demonstraram ser uma ferramenta com potencial para auxiliar no conteúdo, mas com ressalvas.

Palavras-Chave Level design, Learning design, Jogos Educacionais, Estrutura de dados

1. Introdução

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) possui um complemento voltado para a computação, cujos conteúdos relacionados devem estar presentes na educação básica

[MEC 2018]. Com isso, tem-se um conjunto de competências que visa estimular uma forma de resolver problemas de forma eficiente, exercitando os como os pilares do Pensamento Computacional (PC) [Wing 2006] e a capacidade de auxiliar na resolução de problemas complexos por meio de estratégias computacionais. Dentre os conteúdos presentes nesse complemento, têm-se as estruturas de dados, com ênfase no fomento do raciocínio lógico e na introdução de conceitos fundamentais da Ciência da Computação.

Entretanto, os conteúdos de estruturas de dados são considerados complexos de se aprender até por estudantes de nível superior [Guedes et al. 2018]. Algumas das possíveis causas dessa dificuldade podem ser: (i) a falta de conhecimentos prévios por parte dos discentes em conteúdos que são pré-requisitos para a aprendizagem, (ii) os desafios que surgem pelo fato de um professor lecionar para uma turma com muitos participantes, como não conseguir fazer acompanhamento individualizado e/ou dar atenção a todos os estudantes [Santos et al. 2008]; e (iii) a complexidade de aprender programação, destacando-se como uma tarefa difícil, pois requer um alto nível de abstração [Morais et al. 2020].

Uma alternativa que vem sendo utilizada para minimizar a complexidade desses conteúdos e auxiliar na aprendizagem de forma lúdica é o uso de jogos educacionais, já que estimulam a concentração, percepção e raciocínio do jogador [Junior et al. 2020], destacando sua importância como uma ferramenta promissora no processo de aprendizagem. Além disso, pesquisadores defendem que os jogos podem levar o jogador a um estado de concentração (*flow*), sendo motivado de forma intrínseca e dificultando sua interrupção por eventos externos [Liu 2016, Csikszentmihalyi e Csikzentmihaly 1990].

No entanto, a construção de um artefato educacional não é algo trivial, exigindo o equilíbrio entre elementos pedagógicos e diversão. Esse processo demanda um planejamento cuidadoso e a execução de estratégias como o *level design*, que envolve aspectos relacionados à elaboração das fases e seus desafios [Braga e Mota 2015], e o *learning design*, que integra mecânicas de aprendizagem e elementos educacionais aos níveis presentes no jogo [Honda et al. 2022b]. Além disso, faz-se necessária a inserção de teorias de aprendizagem e os pilares do PC [Wing 2006] no escopo da ferramenta, permitindo que o jogo possua mais embasamento pedagógico.

Diante disso, considerando o potencial dos jogos para facilitar o entendimento de conteúdos de computação e o desafio em equilibrar elementos lúdicos com mecânicas de aprendizagem, este trabalho apresenta como questão de pesquisa: “*Como incorporar elementos de level e learning design à uma sequência didática para criar mecânicas de aprendizagem que auxiliem no conteúdo de Estruturas de Dados?*”. O trabalho organiza-se da seguinte forma: na Seção 2 encontram-se o referencial teórico e os trabalhos correlatos; na Seção 3 a metodologia; na Seção 4 os resultados; e por fim, na Seção 5 as discussões e considerações finais.

2. Fundamentação Teórica e Trabalhos Correlatos

Jogos são atividades recreativas de um ou mais participantes, cujo foco está na diversão mas, dependendo do contexto, podem ter uma função educativa [Guzzo 2020]. Somado ao fato de que estão presentes desde os inícios dos tempos em formas de brincadeiras [Huizinga 2014], eles estão sendo cada vez mais utilizados como ferramentas educacionais por proporcionarem aspectos divertidos na aprendizagem, tornando os

estudos de conteúdos complexos mais atrativos para os estudantes [Plass et al. 2015].

Essa abordagem pode ser promissora, pois aprender enquanto joga pode ser projetado para promover habilidades cognitivas e sociais nos aprendizes por meio da integração de elementos de narrativa, a resolução dos desafios que um jogo oferece e por se tratar da criação de um ambiente lúdico, estimula o engajamento dos jogadores [Adipat et al. 2021]. Por exemplo, jogos educacionais sobre ED's podem simular problemas do mundo real, como gerenciamento de filas, organização hierárquica de informações ou trajetos em grafos, permitindo que os estudantes aprendam de forma intuitiva e aplicada enquanto se encontram em um ambiente lúdico e engajante – conforme os trabalhos à seguir.

No estudo de Gomes e Araújo [2021] o CodeBo foi construído um *software* educacional de *puzzle* para auxiliar na aprendizagem de pilhas, filas e listas. O jogo foi concebido através de um processo de *design* interativo. Na narrativa, o jogador controla Codebo em sua jornada até seu planeta, utilizando comandos de movimento para controlar o personagem, onde, durante a *gameplay*, haverá alguns obstáculos no percurso, necessitando, para contorná-los, praticar os conceitos de ED's, como empilhar objetos ou mecânicas do gênero.

Em Honda et al. [2022a], os autores realizaram a aplicação de *learning design* para ludificar o conteúdo de grafos. O trabalho apresenta uma proposta de sequência didática lúdica para o desenvolvimento de um jogo educacional, elaborado seguindo as etapas de concepção, ludificação e avaliação, integrando a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, os quatro pilares do PC e conceitos de *game design*. Os resultados incluem a produção do jogo “Cadê minha pizza?” e sua avaliação com estudantes de computação.

Semelhante aos trabalhos correlatos, esta pesquisa visa integrar elementos de *level design* e *learning design* para a construção de mecânicas de aprendizagem. Entretanto, o jogo apresentado diferencia-se dos demais em alguns aspectos: (i) mecânica de aprendizagem que oferece ao jogador criar diferentes soluções a um mesmo problema; (ii) aplicação dos quatro pilares do PC na concepção das mecânicas do jogo; (iii) incorporação de uma teoria de aprendizagem em seu escopo; (iv) narrativa e faixa etária direcionada são diferentes; (v) conteúdos alinhados às competências da BNCC computação.

3. Metodologia

Com intuito de ludificar a sequência didática de Estruturas de Dados, utilizou-se como base metodológica o *game design* educacional, proposto por Pires et al. [2021]. A metodologia constitui-se de etapas, visando ao fim do processo, conceber um artefato educacional. Portanto, possui característica iterativa-incremental: cada etapa incorpora modificações que são levadas adiante para etapas posteriores e retorna-se para anterior caso ajustes forem necessários. A Figura 1 ilustra a metodologia.

3.1. Problema e Levantamento de Requisitos

A primeira etapa consiste em discussões para definir a problemática a ser trabalhada. Diante disso, por meio de discussões, o problema escolhido foi a dificuldade que estudantes apresentam ao estudar conteúdos relacionados a Estruturas de Dados. Levando

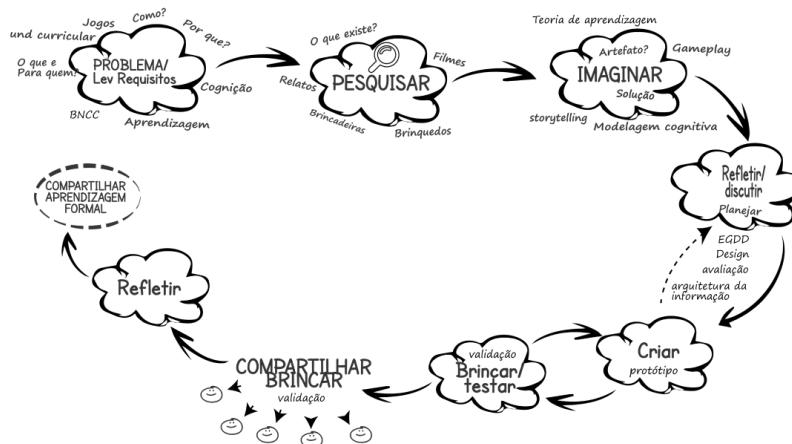


Figura 1. Metodologia de *game design* educacional de Pires et al. [2021].

em conta que assuntos de programação não são triviais de se entender, optou-se por seguir nessa linha.

De acordo com a BNCC, em seu complemento computação [MEC 2018] essas competências são trabalhadas na seguinte habilidade: (*EF07CO03*) *Construir soluções computacionais de problemas de diferentes áreas do conhecimento, de forma individual e colaborativa, selecionando as estruturas de dados e técnicas adequadas, aperfeiçoando e articulando saberes escolares*.

3.2. Pesquisar e Imaginar

Após a definição do problema e outros aspectos, consultou-se a literatura para localizar: (i) trabalhos que abordassem sobre dificuldades nesses conteúdos e (ii) materiais sobre estruturas de dados, para analisar seu funcionamento de forma minuciosa. Nesse aspecto, destaca-se o trabalho de Lima e Menezes [2024], onde os autores realizaram uma Revisão Sistemática da Literatura sobre as dificuldades enfrentadas por estudantes na aprendizagem de programação de computadores e conteúdos de estrutura de dados. Eles identificaram obstáculos como a resolução de problemas, elaboração de estruturas lógicas e compreensão da sintaxe das linguagens de programação.

Em seguida, na etapa de Imaginar, definiu-se que o artefato construído seria um jogo educacional, considerando: (i) seu potencial para auxiliar na aprendizagem de conteúdos; (ii) a experiência prévia dos autores com a concepção de jogos para educação; e (iii) o âmbito de uma disciplina de uma universidade pública, oferecida nos cursos de Licenciatura em Computação, cujo objetivo é possibilitar que os *designers* de aprendizagem tenham experiência na elaboração de objetos de aprendizagem, como jogos educacionais.

Diante disso, também foi definido que o jogo teria como objetivo principal facilitar o entendimento de conceitos fundamentais de Estruturas de Dados, como pilhas, filas e deque. Optando por apresentar uma abordagem lúdica para engajar o estudante, o estilo de jogo escolhido foi plataforma, incorporando elementos de *point and click*, permitindo que os jogadores interajam diretamente com os objetos e o ambiente do jogo para resolver desafios relacionados aos tópicos estudados.

3.3. Refletir e Discutir

Nesta etapa, realiza-se efetivamente o processo de ludificação, que consiste no planejamento dos elementos de *gameplay*, narrativa e pedagógicos, bem como seu entrelaçamento. Dentre esses elementos, têm-se os de *game design* (história do jogo, mecânicas de *gameplay*, etc.) e os pedagógicos (mecânicas de aprendizagem, incorporação dos pilares do PC e teorias de aprendizagem), sendo descritos a seguir. Além disso, utilizou-se o EGDD (*Educational Game Design Document*) para documentar todos esses aspectos.

História: geralmente é o primeiro elemento a ser definido, pois estabelece padrões que influenciam os demais aspectos do jogo. Neste trabalho, a narrativa acompanha *Energilson*, um robô dedicado convocado para trabalhar na fábrica de energia EletroSol, responsável por produzir baterias avançadas que solucionam a escassez energética em planetas em crise. Supervisionado por sua chefe androide *Electra*, Energilson almeja o título de Funcionário do Mês enquanto enfrenta os desafios impostos pela sombria *Umbracorp*, uma empresa rival que usa sabotagens e espionagem para monopolizar a energia do universo. A jornada de Energilson torna-se uma batalha decisiva para garantir o fornecimento de energia e salvar civilizações inteiras.

Mecânicas de gameplay: em relação à jogabilidade, definiu-se o jogo como estilo 2D plataforma e gênero *puzzle* aventura. A partir de comandos via teclado, o jogador pode movimentar-se pelo cenário de fábrica e interagir com máquinas à medida que avança no jogo, onde cada artefato representa um elemento de *gameplay* distinto, indo desde a cabine de pedidos, onde o jogador coleta as estruturas que o mesmo deve criar, até a central de comando, onde é realizada a programação da estrutura. A dinâmica foi inspirada em jogos do mesmo estilo como o *Overcooked*¹, no qual o jogador cria diferentes pratos de comida e deve entregá-los aos clientes.

Mecânicas de aprendizagem: refere-se à como os elementos *level design* serão organizados para possibilitar a aprendizagem do conteúdo. Neste caso, o jogador controla o robô Energilson, cujo objetivo é gerenciar os pedidos de pilhas, filas e deque de baterias da empresa EletroSol e enviá-los aos respectivos planetas. O fluxo do jogo é o seguinte: (i) o jogador interage com a cabine de pedidos, onde escolhe a estrutura a ser criada e a quantidade de baterias; (ii) em seguida, direciona-se até a central de comando, onde deverá programar a estrutura conforme o pedido via *drag-and-drop* (arrastar e soltar); Por exemplo, para criar uma pilha, deve-se criar a estrutura “pilha”, realizar a alocação de memória e usar comandos de *push* e *pop*. Entretanto, se for uma fila, o jogador não pode usar esses comandos, e sim os específicos para fila, como *queue* e *enqueue*; (iii) após a criação correta da estrutura, o jogador envia o pedido e recebe um *feedback* específico. Além disso, a construção da estrutura pode ser interrompida por inimigos da *Umbracomp*, que podem embaralhar (*shuffle*) a pilha ou fila do jogador, assim necessitando recriar a lógica utilizada para atender a estrutura do atual pedido. Esses elementos são ilustrados na Tabela 1. Ademais, na Figura 2 mostra um desafio resolvido no jogo e sua equivalência em código, destacando a relação entre as mecânicas e os conceitos de pilha.

Fluxo de Jogo: outro elemento incorporado foi a progressão de dificuldade, que está relacionada à sequência didática criada para apresentar os conteúdos do jogo. Dessa

¹<https://store.steampowered.com/app/448510/Overcooked/>

Figura	Elemento	Função
	Baterias	São os artefatos que o jogador deve manipular para crias as estruturas correspondentes apontadas nos pedidos.
	Pedidos	Os pedidos representam as estruturas que o jogador deve criar enquanto joga, podendo variar entre uma pilha de baterias, uma fila ou deque.
	Cabine de Pedidos	É o local onde o jogador coleta os pedidos para serem criados e entregues após concluídos.
	Comandos	Ao coletar os pedidos e interagir com a central de comando, o jogador é apresentado a tela de programação, onde deve implementar, via comandos, as estruturas correspondentes aos pedidos. Dessa forma, o mesmo pode usar comandos do tipo <i>pop</i> ou <i>push</i> , por exemplo.

Tabela 1. Elementos presentes no jogo.

forma, no início do jogo, os pedidos vão ter poucas baterias, como duas ou três, porém à medida que o jogador avança, o número de baterias aumenta. Por conseguinte, a ordem dos conteúdos apresentados impacta em como eles são trabalhados em disciplinas, iniciando por pilha, seguido pela fila e, por último, deque.

Pensamento Computacional: com intuito de fortalecer a base teórica de artefato, considerou-se a inserção dos pilares do Pensamento Computacional no *level design* do jogo, visando aprimorar as habilidades dos jogadores de resolver problemas. Os pilares, suas descrições e como foram aplicados no jogo podem ser consultados na Tabela 2.

Pilar do P.C	Descrição	Como está inserido no jogo
Abstração	Dividir um problema em partes menores	Analizar o pedido e identificar qual tipo de estrutura de dados deve ser criada.
Decomposição	Simplificar informações relevantes	Pensar no algoritmo mais otimizado para criar a estrutura de dados correspondente
Reconhecimento de Padrões	Identificar regularidades iguais no problema	Após programar os códigos dos pedidos, entender que cada estrutura possui métodos próprios para serem implementadas.
Algoritmos	Criar passos sequenciais para resolver um problema	Coleta um pedido, o leva para a cabine de montagem, cria a programação e dessa forma avança nas fases.

Tabela 2. Pensamento Computacional aplicado no jogo

Teoria de Aprendizagem: faz-se necessário, em um jogo educacional, considerar teorias de aprendizagem para fundamento teórico do objeto. Neste trabalho, incluiu-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel [1963], onde a aprendizagem acontece quando uma nova ideia se relaciona aos conhecimentos prévios do estudante, em uma situação relevante para o mesmo. Para isso, dois requisitos devem ser atendidos: (i) o estudante precisa ter uma predisposição para aprender, evitando a aprendizagem mecânica



Figura 2. Resolução de desafio no jogo e em Java, respectivamente.

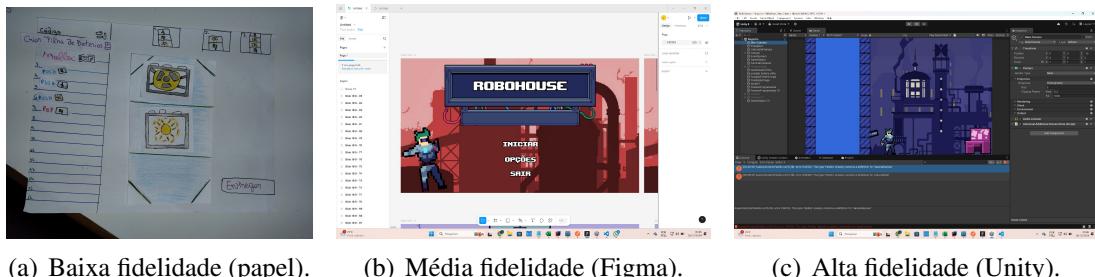
ao somente memorizar o assunto apresentado; e (ii) o conteúdo deve ser potencialmente significativo, permitindo conexão com experiências anteriores [Pelizzari et al. 2002]. Esses aspectos são incorporados no jogo da seguinte forma: (i) o estudante irá jogar com o intuito de se divertir, ou seja, resolvendo os desafios pensando em qual ordem irá inserir os comandos da pilha e vendo o desenrolar da narrativa, guiando o personagem a chegar ao fim, recebendo *feedback* aprendendo como consequência ao longo do jogo; e (ii) o jogo possibilita que o jogador associe os conteúdos com elementos do cotidiano, como a pilha de baterias a uma pilha de pratos, por exemplo, e no caso de estudantes de computação, com os conteúdos apresentados nas disciplinas correspondentes à ED's.

3.4. Criar e Brincar/Testar

Após todos os elementos definidos, é fundamental a construção de protótipos para validar as ideias e evoluir os artefatos até a versão final. Nesse intuito, três versões de protótipos foram elaborados: baixa fidelidade (Figura 3(a)), média fidelidade ((Figura 4(b)) e alta fidelidade ((Figura 3(c))), descritos a seguir.

Protótipo de baixa fidelidade: possui como objetivo a validação das ideias iniciais do jogo. Ele foi desenvolvido utilizando papéis A4 e materiais como lápis e caneta, e já apresentava as principais mecânicas de *gameplay* e aprendizagem. **Protótipo de média fidelidade:** é desenvolvido após a ideia ser devidamente validada, com foco em aspectos usabilidade. Sua elaboração deu-se através da ferramenta visual Figma, incluindo as modificações realizadas a partir dos *feedbacks* no protótipo anterior. Essa versão já tinha as mecânicas principais de ED's e os inimigos que tentam atrapalhar o jogador. **Protótipo de alta fidelidade:** é construído após as validações apontadas na versão anterior do jogo. Geralmente é desenvolvido através de uma *game engine*, neste caso, a *Unity*. Esse protótipo já conta com as mecânicas principais do jogo funcionais, músicas, efeitos sonoros e as fases, visando proporcionar uma experiência de como seria a versão final do jogo. Esses protótipos podem ser visualizados na Figura 4.

Na etapa seguinte, de “Brincar/Testar”, os protótipos desenvolvidos são validados. Essa validação ocorre para encontrar possíveis problemas no artefato antes do mesmo ser aplicado com o público-alvo correspondente. Esta etapa, portanto, ocorre de forma cíclica com a de “Criar”: quando um protótipo novo é elaborado, realiza-se a validação e volta-se para a etapa anterior para aplicar os ajustes. Diante disso, as validações com os protótipos ocorrem da seguinte forma: (i) baixa fidelidade - validado pela docente da disciplina (doutora) e pelo monitor (mestrando em informática), ambos especialistas



(a) Baixa fidelidade (papel). (b) Média fidelidade (Figma). (c) Alta fidelidade (Unity).

Figura 3. Protótipos de baixa, média e alta fidelidade, respectivamente.

em jogos educacionais; e (ii) média fidelidade - testes conduzidos com estudantes de computação, cujos resultados estão descritos na Seção 4. Já o protótipo de alta fidelidade encontra-se em refinamento para incorporar as melhorias do protótipo anterior.

4. Resultados e discussões

Esta seção trata dos resultados do trabalho, que incluem: (i) o jogo educacional elaborado; (ii) seu refinamento ao longo do processo de desenvolvimento; (iii) a documentação do jogo que incorpora os elementos de *gameplay* e de aprendizagem; e (iv) avaliações do protótipo de média fidelidade com estudantes de computação.

4.1. Jogo Educacional: RoboHouse

Após a aplicação das etapas para ludificar o conteúdo de estruturas de Dados através do processo de *game design* educacional, obteve-se como artefato resultante um jogo educacional intitulado “RoboHouse”. O jogo possui estilo plataforma com elementos de *point and click*, contemplando mecânicas de *gameplay* que estimulam o jogador a resolver desafios utilizando os conceitos de pilha, fila e deque, associando-os à seus conhecimentos prévios para criar diferentes soluções para os problemas. A Figura 4 apresenta algumas telas do jogo.



(a) Cenário Principal.

(b) Resolução de Desafio.

Figura 4. Interfaces de RoboHouse

Outro resultado trata-se do refinamento do jogo, que foi alcançado por meio de testes e ajustes contínuos realizados ao longo do desenvolvimento. O processo resultou em melhorias relevantes nas mecânicas do jogo, como a interação do jogador com os elementos de Estruturas de Dados, o *design* das fases e o sistema de progressão por meio de desafios práticos. Essas atualizações visaram garantir que o jogo atingisse seus

objetivos pedagógicos de forma mais eficaz e envolvente. Já em relação à documentação, o EGDD foi produzido, podendo ser consultado no link², que inclui: problema de aprendizagem, contexto, público-alvo, *gameplay*, mecânicas de aprendizagem, PC, teorias de aprendizagem, etc.

4.2. Avaliações

O protótipo de média fidelidade foi avaliado por dez estudantes de computação, com faixas etárias variando entre 18 a 28 anos, sendo discentes de 4º ao 6º período de Licenciatura em Computação. Esse teste não foi aplicado com o público-alvo da ferramenta, tendo em vista que essa aplicação tem como avaliar a usabilidade, logo *designers* de aprendizagem podem avaliar o jogo. Dessa forma, através dos testes MEEGA+ [Petri et al. 2019], que avalia usabilidade e experiência do jogador e o Emoti-SAM [Hayashi et al. 2016], que avalia aspectos voltados à motivação, ocorreram as avaliações do jogo RoboHouse.

Em relação às avaliações do MEEGA+, os gráficos completos podem ser consultados via link³ e, a seguir, as análises para cada dimensão avaliada pelos testadores. **Desafio:** os resultados indicam que os desafios e obstáculos presentes na *gameplay* de RoboHouse são dinâmicos, onde 90% dos participantes disseram que o jogo não se tornou monótono na resolução dos problemas e 80% responderam que o jogo oferece novos desafios em um ritmo adequado. **Satisfação:** dentre os dados obtidos relacionados à satisfação do jogador, 90% sentiram-se satisfeitos com o que aprenderam jogando o jogo e 100% recomendariam o jogo pra outras pessoas, podendo indicar que as mecânicas do jogo podem oferecer sentimentos positivos nos jogadores durante a *gameplay*.

Diversão: no que diz à diversão, 90% dos participantes se divertiram ao jogar o jogo, sugerindo que o jogo tem elementos que engajam os jogadores, entretanto 60% indicaram que algo durante a jogatina os fez sorrir, apontando que ainda faltam elementos relacionados à diversão do jogador durante a jogatina. **Atenção focada:** os dados apontam que 50% dos jogadores esqueceram do ambiente ao redor ao jogar RoboHouse e 60% se envolveram com o jogo que esqueceram do ambiente ao redor, podendo indicar que a ferramenta necessita de mais elementos lúdicos nas mecânicas para aumentar a imersão do jogador.

Relevância: os resultados indicam aspectos positivos no que diz respeito à relevância da ferramenta, pois 100% dos jogadores apontaram que é claro como o conteúdo do jogo está relacionado à disciplina, 90% responderam que preferem aprender com o jogo do que com outras formas de método de ensino e 90% destacaram que o jogo é um método de ensino adequado, indicando que o jogo alcançou pontos positivos em ludificar a sequência didática dos conteúdos de Estrutura de Dados. **Percepção de aprendizagem:** dentre os resultados obtidos, 90% apontaram que o jogo contribuiu para a aprendizagem de Estruturas de Dados e 80% dos participantes responderam que o jogo foi eficiente para a aprendizagem comparado com outras atividades na disciplina.

Usabilidade: 70% dos usuários apontaram que o design do jogo é atraente, podendo indicar que os *sprites* escolhidos são lúdicos, entretanto apenas 40% destacaram notas negativas em quesito dos textos e cores serem consistentes, apontando que o jogo

²<https://drive.google.com/file/d/1XnJOE-1gvYrgxUgxblQE0pb4EqQawkPW/view?usp=sharing>

³<https://drive.google.com/file/d/1z2BG8YtuHbZkpyTOdVV5BhMggOeqZXVC/view?usp=sharing>

precisa de melhorias na estética. Todavia, em aspectos voltados para a aprendizibilidade, 100% responderam que aprender a jogar o jogo foi fácil e 70% precisaram aprender poucas coisas para jogar RoboHouse, indicando que suas mecânicas são simples, porém promissoras em quesito *learning design*.

A análise desses dados destaca que, segundo as percepções dos avaliadores: (i) os desafios que as mecânicas de *gameplay* propõem podem ser eficazes para manter os jogadores entretidos; (ii) o jogo é uma ferramenta que pode ser promissora em aspectos de satisfação, entretanto necessita de aprimoramento em elementos de diversão; (iii) o artefato necessita de melhorias durante a imersão do jogador na narrativa e jogabilidade, porém apresentou potencial como um possível jogo relevante, com destaque a como o artefato relaciona-se com o conteúdo e que pode ser um método de aprendizagem eficiente; e (iv) a percepção de aprendizagem foi positiva com os usuários, ademais com ressalvas em elementos de usabilidade.

Dentre os dados qualitativos do teste, destacam-se pontos positivos em relação à aprendizagem, diversão e organização do conteúdo. Participantes destacaram que a narrativa contribuiu para o interesse nos desafios, ao contextualizar os objetivos e ações do personagem. Também apontaram que elementos visuais inspirados no cotidiano, como a pilha de baterias, facilitaram a compreensão das estruturas de dados ao associar conceitos abstratos a situações familiares. Contudo, alguns *feedbacks* apontaram pontos a serem aprimorados em relação à usabilidade e *design* do jogo, podendo comprometer a experiência do usuário ao jogar RoboHouse. Os dados obtidos através do teste Emoti-SAM também apresentam resultados positivos, como 90% dos jogadores terem se sentido satisfeitos ao jogar o jogo e terem achado a experiência agradável; 60% permaneceram animados enquanto exploravam os elementos de *gameplay* de RoboHouse. Esses resultados podem indicar que o jogo traz motivações aos jogadores.

5. Considerações finais

A aprendizagem de Estruturas de Dados pode ser um desafio para os estudantes, tanto pela falta de conhecimentos prévios relacionados à programação, quanto pela complexidade dos conteúdos ministrados na disciplina. Como forma de contornar esse problema, pesquisadores buscam utilizar jogos para apresentar esses assuntos considerados difíceis por parte dos estudantes de uma forma mais lúdica. Entretanto, para que isso ocorra de forma eficaz, é necessário um planejamento de mecânicas no jogo, equilibrando e associando o *level* e *learning design*.

Este trabalho explorou como incorporar *level* e *learning design* em um jogo educacional, buscando equilibrar diversão e aprendizado. O resultado foi o jogo RoboHouse, voltado à aprendizagem de Pilha, Fila e Deque, com suporte teórico e documentação via EGDD. Testes com estudantes indicaram que o jogo é promissor para fins educacionais, embora ainda precise de melhorias em usabilidade.

RoboHouse encontra-se em protótipo de alta fidelidade, desenvolvido utilizando a *game engine Unity*, com a linguagem de programação C#. Seus próximos passos incluem: correção de *bugs* na versão atual do jogo; finalizar o artefato, que inclui a transição do protótipo de alta fidelidade para o jogo final; aplicar testes com o público-alvo e obter novas validações da versão atual do jogo com especialistas, visando aprimorar elementos e mecânicas já existentes no jogo.

Referências

- Adipat, S., Laksana, K., Busayanon, K., Asawasowan, A., e Adipat, B. (2021). Engaging students in the learning process with game-based learning: The fundamental concepts. *International Journal of Technology in Education*, 4(3):542–552.
- Ausubel, D. P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning.
- Braga, R. C. e Mota, R. R. d. (2015). Análise de level design: Um estudo de caso do jogo super mario bros. In *Anais do SBGames 2015*.
- Csikszentmihalyi, M. e Csikzentmihaly, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*, volume 1990. Harper & Row New York.
- Gomes, L. e Araujo, L. G. (2021). Codebô: Um puzzle game educacional sobre estrutura de dados. In *Anais Estendidos do I Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 37–38, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Guedes, K., Junior, C. R. B., e Junior, R. M. S. (2018). Dificuldades no ensino de algoritmos para o curso de licenciatura em computação: uma investigação inicial. *Anais do Computer on the Beach*, 9:893–895.
- Guzzo, D. A. (2020). A utilização de jogos educacionais digitais como proposta de metodologia ativa de ensino para uma aprendizagem significativa na educação básica.
- Hayashi, E. C., Posada, J. E. G., Maike, V. R., e Baranauskas, M. C. C. (2016). Exploring new formats of the self-assessment manikin in the design with children. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–10.
- Honda, F., Pires, F., Pessoa, M., e Melo, R. (2022a). Aplicando learning design na ludificação de percurso em grafos: uma jornada de aprendizagem.
- Honda, F., Pires, F., Pessoa, M., e Melo, R. (2022b). Aplicando learning design na ludificação de percurso em grafos: uma jornada de aprendizagem. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 609–620, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Huizinga, J. (2014). *Homo ludens* ils 86. Routledge.
- Junior, M. C., de Souza, H. C., e Felinto, A. S. (2020). Avaliação pedagógica com base na união dos componentes dos jogos educacionais e das teorias de aprendizagem. *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Games-SBGames-Education Track*, pages 551–558.
- Lima, J. R. d. e de Menezes, C. S. (2024). As dificuldades enfrentadas pelos estudantes na aprendizagem de programação de computadores: Uma revisão sistemática da literatura. *RENOTE*, 22(1):130–140.
- Liu, T.-Y. (2016). Using educational games and simulation software in a computer science course: Learning achievements and student flow experiences. *Interactive Learning Environments*, 24(4):724–744.
- MEC (2018). Base nacional comum curricular. Ministério da Educação. Acessado em 20 de abril de 2024.
- MEC (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Componente de Computação*. Ministério da Educação, Brasília, DF. Acesso em: 9 dez. 2024.

- Morais, C. G. B., Neto, F. M. M., e Osório, A. J. M. (2020). Dificuldades e desafios do processo de aprendizagem de algoritmos e programação no ensino superior: Uma revisão sistemática de literatura. *Research, Society and Development*, 9(10):e9429109287–e9429109287.
- Pelizzari, A., KriegL, M. d. L., Baron, M. P., Finck, N. T. L., e Dorocinski, S. I. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel. *revista PEC*, 2(1):37–42.
- Petri, G., von Wangenheim, C. G., e Borgatto, A. F. (2019). Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(03):52–81.
- Pires, F. G. d. S. et al. (2021). Thinkted lab, um caso de aprendizagem criativa em computação no nível superior.
- Plass, J. L., Homer, B. D., e Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational psychologist*, 50(4):258–283.
- Santos, R. P., Costa, H. A., Resende, A. M., e Souza, J. M. (2008). O uso de ambientes gráficos para ensino e aprendizagem de estruturas de dados e de algoritmos em grafos. In *Anais do XVI Workshop sobre Educação em Computação, XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, pages 157–166. sn.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.