

SpaceCode: um jogo educacional para auxiliar na aprendizagem de Algoritmos e Estrutura de Dados

André P. de Souza¹, Fabrizio Honda^{1,2}, Osvaldo Junior^{1,2},
Marcela Pessoa^{1,2}, Fernanda Pires^{1,2}

¹Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Escola Superior de Tecnologia (EST)
Av. Darcy Vargas 1.200 – Parque Dez de Novembro – Manaus – AM – Brasil

²ThinkTEd Lab – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Emergentes

{apds.lic20, ojuniior, mspessoa, fpires}@uea.edu.br

fabrizio.honda@icompu.ufam.edu.br

Abstract. *High dropout and failure rates are standard in computer science courses, especially in programming disciplines. One alternative to overcome this scenario is using games in education, which aim to motivate and engage students through dynamic and playful elements. This paper presents an educational game called “SpaceCode,” whose objective is to assist in learning Data Structures (lists, queues, and stacks). The game is currently undergoing corrections and has been evaluated by professors from a public university through semi-structured interviews and a form based on the Technology Acceptance Model (TAM). Preliminary results indicate that SpaceCode needs adjustments in its game design but that it is a promising strategy.*

Resumo. *Altas taxas de evasão e reprovação permeiam os cursos de computação, sobretudo em disciplinas de programação. Uma alternativa para contornar esse cenário é a utilização de jogos na educação, que visa motivar e engajar os estudantes através de elementos dinâmicos e lúdicos. Este trabalho apresenta um jogo educacional intitulado “SpaceCode”, cujo objetivo é auxiliar na aprendizagem de Estruturas de Dados (listas, filas e pilhas). O jogo encontra-se em etapa de correções, tendo sido avaliado por docentes de uma universidade pública através de entrevistas semi-estruturadas e por um formulário baseado no Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM). Resultados preliminares apontam que SpaceCode é uma estratégia promissora, apesar de precisar de ajustes.*

1. Introdução

Em cursos de graduação em computação, percebe-se a presença de altas taxas de evasão e reprovação, principalmente em disciplinas que abordam programação. Esse fator é evidenciado em pesquisas como a de Bennedsen e Carpersen [2019], realizada com mais de 161 instituições de ensino superior em relação à disciplinas introdutórias de programação, apontando que, em 2017, em média 28% dos estudantes foram reprovados. As causas que influenciam nessas taxas são variadas, dentre elas: dificuldade em raciocínio lógico, desinteresse dos estudantes pela forma que uma disciplina é ministrada,

ausência de práticas para resolução de problemas, falta de pertencimento e confiança, confusão em sala de aula, etc. [Guedes et al. 2017, Salguero et al. 2021].

Além desses desafios, destaca-se a complexidade de conteúdos. Por exemplo, disciplinas que envolvem Algoritmos e Estruturas de Dados são tidas como desafiadoras por parte dos estudantes, pois demandam um certo nível de abstração para compreendê-las [Borges et al. 2021]. Esse fator, somado ao desafio em visualizar a aplicação dos conceitos na vida real e as dificuldades em interpretação dos exercícios, ocasionam em desmotivação nessas disciplinas [Freitas et al. 2014].

O uso de jogos para os processos de aprendizagem pode ser uma boa alternativa para esse cenário, que vem se intensificando ao longo dos anos para áreas como programação, medicina, matemática, dentre outras [Videnovik et al. 2023, Xu et al. 2023, Hussein et al. 2022]. Estudos indicam que os jogos podem auxiliar na motivação e engajamento dos estudantes, promovendo ambientes lúdicos que unem práticas educativas para estimular/enriquecer as atividades de aprendizagem e exercendo uma influência significativa em jovens/adultos [Savi e Ulbricht 2008, Mayer et al. 2022]. Desse modo, jogos educacionais bem elaborados podem ser poderosos aliados para a aprendizagem dos estudantes, sendo utilizados inclusive para auxiliar com conteúdos de Estruturas de Dados [Barbosa e Júnior 2013].

Portanto, considerando o potencial dos jogos educacionais para auxiliar na aprendizagem, como no contexto de programação, este trabalho apresenta o jogo educacional “SpaceCode”. Seus objetivos são: (i) introduzir as estruturas de dados estáticas – listas, filas e pilhas – de forma lúdica; (ii) auxiliar na aprendizagem dessas estruturas, possibilitando que o jogador pratique operações de inserção e remoção e; (iii) fomentar o desenvolvimento dos pilares do Pensamento Computacional. O trabalho estrutura-se da seguinte forma: na Seção 2, são abordados os trabalhos relacionados e os fundamentos teóricos; na Seção 3, é apresentada a metodologia utilizada; na Seção 4, são apresentados os resultados e as discussões; e, na Seção 5, as considerações finais.

2. Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

Uma estratégia que pode auxiliar a contornar as dificuldades apresentadas em cursos introdutórios de programação é a utilização de jogos educacionais. Estes podem ser ferramentas instrucionais eficientes, facilitando o aprendizado e a capacidade de retenção dos conteúdos abordados e exercitando as funções mentais e intelectuais do jogador [Roland et al. 2004]. Além disso, em se tratando de jogos digitais, pode-se auxiliar na construção da autoconfiança dos estudantes e incrementar a motivação no contexto da aprendizagem [Falkembach 2006]. Portanto, similar à proposta deste trabalho, a seguir destacam-se alguns trabalhos correlatos presentes na literatura que propuseram jogos educacionais para auxiliar na aprendizagem de estruturas de dados.

Park e Ahmed [2017] propuseram um jogo educativo para auxiliar estudantes na compreensão de estruturas de dados: pilhas e filas. A gameplay consiste em enfileirar ou retirar caixas das estruturas, visando protegê-las de foguetes invasores. O jogo foi testado por estudantes da Universidade de Norte Carolina de Charlotte, avaliando aspectos como: conhecimentos prévios das estruturas, experiência com o jogo e compreensão dos conceitos abordados. Os resultados foram positivos, cuja maioria dos estudantes apontou que o jogo contribuiu para a compreensão das estruturas de dados.

Em Kannappan et al. [2019], o jogo “La Petite Fee Cosmo” foi proposto, cujo objetivo é auxiliar na aprendizagem de listas dinâmicas, um tipo de estruturas de dados. O jogo possibilita que os estudantes apliquem conceitos de listas encadeadas para avançar nas fases, cuja *gameplay* consiste em conduzir o herói Cosmo para construir pontes e vencer os desafios. O jogo foi testado em sala de aula por estudantes de computação, avaliando a compreensão dos conceitos, engajamento e motivação. Resultados apontam que a proposta auxiliou na compreensão da estrutura de dados lista, cujo feedback imediato e interatividade contribuíram para motivar e engajar os estudantes.

Dicheva et al. [2016] projetaram o “Stack Game”, um jogo de quebra-cabeça 3D que possui três objetivos de aprendizagem relacionados à estrutura de dados pilha: (i) compreender o conceito da estrutura; (ii) adquirir competência ao utilizá-la; e (iii) implementar os principais métodos de sua classe. A *gameplay* consiste em auxiliar um robô a voltar para casa após sua nave espacial ter caído, enfrentando desafios como destravar portas, que envolvem conhecimentos sobre pilhas. Considerando que “Stack Game” encontra-se em etapa de desenvolvimento, próximos passos incluem inserir a parte (iii) no jogo e realizar avaliações em um curso de Estruturas de Dados.

Ao comparar SpaceCode com os trabalhos correlatos, percebe-se um diferencial em: (i) possibilitar a prática em conteúdos de listas, filas e pilhas, enquanto os demais focam-se somente em uma ou duas dessas estruturas; (ii) considerar uma teoria de aprendizagem como embasamento teórico; (iii) incorporar o Pensamento Computacional (PC) ao *game design*, possibilitando que os estudantes desenvolvam os pilares dessa habilidade fundamental para resolução de problemas. Nos demais trabalhos, teorias de aprendizagem e PC não são abordados; (iv) incluir um personagem não-jogável (NPC) para auxiliar o jogador com dicas; e (v) permitir que o jogador pratique a implementação das estruturas em pseudocódigo, por meio de um terminal de comandos. De forma geral, o SpaceCode traz elementos que não se fazem presentes na maioria dos trabalhos.

3. SpaceCode: um jogo educacional para estudar Estruturas de Dados

A metodologia utilizada para construir SpaceCode foi o processo criativo de *game design* educacional [Pires et al. 2021], com característica iterativa-incremental que possibilita desenvolver competências multidisciplinares. O trabalho atualmente encontra-se na fase de “Criar”, incorporando as correções identificadas na validação anterior em “Brincar/Testar”. A seguir, as etapas do processo e os artefatos resultantes são descritos.

3.1. Problema e levantamento de Requisitos

A etapa inicial consistiu na identificação de um problema de aprendizagem, através de pesquisas de campo. Um dos autores do trabalho está cursando graduação em computação e a partir de sua experiência em sala de aula, notou dificuldades dos estudantes em abstrair conceitos de estruturas de dados (ED): listas, filas, pilhas. Diante disso, pôde-se definir que a proposta teria como (i) problema de aprendizagem: dificuldade de aprendizagem em ED; (ii) tema: ED estáticas; (iii) conteúdo: listas, filas e pilhas; e (iv) público-alvo: estudantes de computação que estão cursando disciplinas relacionadas a “Algoritmos e Estruturas de Dados”. Em relação à qual objeto de aprendizagem seria a proposta, optou-se pela construção de um jogo educacional após discussão entre os autores.

3.2. Pesquisar, Imaginar e Refletir/Discutir

Em seguida, realizou-se pesquisas na literatura por artigos científicos sobre: (i) estruturas de dados, para consolidar os conhecimentos sobre listas, filas e pilhas, em seu modo estático com as suas definições e comportamentos; e (ii) jogos digitais na educação, visando estudar e compreender sobre como construí-los e aplicá-los. Dessa forma, esta etapa possibilitou uma análise sobre o tema a ser abordado na proposta (estruturas de dados) e a estratégia (jogos educacionais).

A construção desta proposta foi realizada no âmbito de uma universidade pública, cujo objetivo era elaborar um *software* educacional para a aprendizagem. Dessa forma, a etapa de “Imaginar”, visando agregar contribuições para a proposta, consistiu em um momento de compartilhamento da ideia – a partir das pesquisas realizadas – com estudantes e uma docente da universidade, incluindo um dos autores do trabalho. Esse momento possibilitou *insights* para incorporar à proposta, a partir das observações e *feedbacks* dos estudantes e da docente.

Os próximos passos, na etapa de “Refletir/Discutir”, referiram-se ao planejamento e documentação. Toda a documentação associada à proposta, como a criação dos elementos de jogos, foi elaborada através do *Educational Game Design Document (EGDD)* [Pires et al. 2021] – um modelo para documentação de jogos relacionados à educação. Esses elementos são descritos a seguir, junto com a incorporação do Pensamento Computacional e de teorias de aprendizagem para embasamento teórico do jogo.

A **história** é um dos elementos que está presente na maioria dos jogos e pesquisas apontam que as pessoas aprendem melhor quando os fatos estão vinculados a uma história [Kapp 2012]. Nesse aspecto, visando construir uma narrativa envolvente ao usuário para motivá-lo e contextualizar as atividades de aprendizagem, optou-se por uma temática espacial, cuja história elaborada foi: “*Capitão Buck estava a caminho de uma jornada de exploração no espaço quando uma forte onda eletromagnética atingiu sua nave, causando sérios danos a setores com os de energia e limpeza. Para prosseguir em sua missão, Buck deverá reestabelecer a ordem da nave, consertando as áreas danificadas, limpando os locais sujos, organizando os objetos perdidos, etc. O comandante Tecno será seu companheiro nessas atividades, dando suporte com dicas para auxiliá-lo*”. Com base nessa narrativa, definiu-se o nome do jogo como “SpaceCode”.

Contextualizado na narrativa, a *gameplay* de SpaceCode (Figura 1) consiste em controlar o capitão Buck [1] para solucionar os problemas na nave, provenientes da onda eletromagnética que a danificou. Para isso, o jogador tem acesso a um terminal [2], onde poderá digitar comandos para compor um algoritmo e executá-los. Ao apertar o botão de execução [3], as linhas de comando são realizadas pelo personagem – uma a uma – na área de ação [4], devendo o personagem coletar os itens solicitados [5] e realizar operações no objeto-alvo [6]. Dessa forma, tem-se os comandos para rodar as soluções novamente [7]; ou excluir os comandos para desenvolver o algoritmo correto [8], sendo possível visualizar as ações [9]. Dentre as inspirações para construir a *gameplay*, destacam-se: RobotCode [Honda et al. 2023] – um jogo educacional cujo objetivo é auxiliar na prática de lógica de programação – e CodeCombat¹ – um ambiente gamificado para auxiliar na aprendizagem de *Python* e *JavaScript* por meio da codificação de jogos.

¹<https://codecombat.com/>



Figura 1. Elementos de gameplay

A **mecânica de aprendizagem** é como o *level design* do jogo foi organizado para o jogador poder praticar e eventualmente aprender o conteúdo – em SpaceCode, estruturas de dados estáticas (listas, filas e pilhas). Desse modo, os comandos de operações que o jogador deverá fazer são relacionadas a essas estruturas: inserção e remoção. Para isto, deverá conduzir o personagem até o objeto-alvo e utilizar as operações para manipular as estruturas, que são ilustradas no objeto ao confirmar os comandos. Portanto, o jogador pode praticar as operações nas estruturas de dados e visualizá-las em tempo real, possibilitando a associação do código com resultados concretos. A partir das missões que recebe, o jogador deverá realizar atividades distintas em (i) **Listas**: inserir novas baterias e remover baterias descarregadas no reator, manipulando listas a partir de qualquer índice; (ii) **Pilhas**: inserir e remover os lixos da lixeira, seguindo o princípio *LIFO (Last in, first out)*, ou seja, acessando os elementos somente a partir do topo; e (iii) **Filas**: inserir e remover suprimentos do freezer, utilizando o princípio *First in, first out*, ou seja, os primeiros elementos são os primeiros que saem e novos elementos são acrescentados no final da fila. Atualmente as fases contém as estruturas individuais, contudo, pretende-se acrescentar estruturas distintas em fases posteriores, para que o jogador possa reconhecer qual a estrutura mais adequada e quais operações realizar em cada uma delas.

A incorporação do **Pensamento Computacional (PC)** em um jogo pode ser uma boa alternativa para os estudantes, visto que é uma habilidade tida como fundamental no século XXI, que trata sobre a reestruturação do pensamento para solucionar problemas complexos de forma mais simples [Wing 2006]. Nesse aspecto, o *game design* de SpaceCode foi estruturado para possibilitar o desenvolvimento dos pilares do PC [BBC 2018], como consta na Tabela 1.

Tabela 1. Pensamento Computacional em SpaceCode

Pilar	Descrição	Localização em SpaceCode
Decomposição	Dividir um problema complexo em pedaços menores	Localizar os elementos principais de <i>gameplay</i> : personagem, área de movimentação, missões e terminal de comando
Reconhecimento de padrões	Identificar semelhanças nos subproblemas	Perceber que os comandos conduzem o personagem e que as missões envolvem operações nas estruturas de dados, sendo ilustradas na tela
Abstração	Focar apenas nos elementos relevantes	Compreender a qual estrutura de dados a missão se refere, manipulando-a corretamente para avançar na fase com êxito
Algoritmo	Elaborar um passo a passo para resolver o problema	Avançar nas fases de modo eficiente, conduzindo o personagem até o local determinado e realizando corretamente as operações nas estruturas

Além disso, durante elaboração da proposta, considerou-se como embasamento

teórico a **Teoria da Aprendizagem Significativa** [Ausubel 1963] para reforçar o rigor pedagógico da ferramenta. Para Ausubel, a Aprendizagem Significativa ocorre quando um novo conhecimento é incorporado aos conhecimentos prévios do estudante, que atribui um significado a partir dessa relação [Pelizzari et al. 2002]. Essa interação entre os conhecimentos é definida como subsunções – “âncoras” de aprendizagem – e para que ocorra a Aprendizagem Significativa, duas condições devem ocorrer: (i) o estudante deve estar disposto para aprender, pois a motivação extrínseca (memorizar/decorar) pode tornar a aprendizagem mecânica; e (ii) o conteúdo a ser aprendido deve ser potencialmente significativo, ou seja, capaz de interagir de forma adequada e relevante com os conhecimentos prévios do estudante [Pelizzari et al. 2002, BNCC 2019].

Portanto, SpaceCode possibilita que a Aprendizagem Significativa ocorra no ambiente à medida que: (i) o estudante utiliza a ferramenta para diversão, visando concluir as missões e progredir na história do jogo; e (ii) o estudante utiliza seus conhecimentos prévios para realizar as missões, que envolvem operações em estruturas de dados (listas, filas e pilhas). Esses conteúdos são introduzidos no jogo e, ao passo que soluciona os desafios e avança nas fases, utiliza seus conhecimentos anteriores para prosseguir.

3.3. Criar e Brincar/Testar

A etapa de “Criar” consiste na geração dos primeiros artefatos (protótipos) que vão evoluindo ao longo do processo e incorporando modificações a partir de *feedbacks* dos testadores. Neste trabalho, três protótipos foram concebidos (disponíveis no link²): (i) **Baixa fidelidade:** a primeira versão, também denominada de *MVP (Minimum Viable Product)*, foi produzida através papel, lápis e caneta, cujo objetivo foi apresentar a proposta e validar sua consistência; (ii) **Média fidelidade:** construído por meio da ferramenta Figma, contendo todas as interfaces iniciais do jogo. Sua construção deu-se para testar a usabilidade do sistema e verificar se as funcionalidades estavam adequadas; e (iii) **Proof of concept (POC):** tratou-se de um artefato desenvolvido através da *game engine Unity*, para explorar/testar funcionalidades e verificar se as mecânicas propostas eram viáveis para o público-alvo. Foi desenvolvida em paralelo ao protótipo de média fidelidade, visando também identificar o nível de complexidade de implementação. Desse modo, inconsistências identificadas na POC poderiam refletir em ajustes no protótipo anterior, sem demandar muito esforço.

Já “Brincar/Testar” (etapa atual de SpaceCode) refere-se à validação interna com estudantes da universidade e/ou especialistas na área, previamente à aplicação com o público-alvo, e ocorre de forma cíclica com a de “Criar”: após construção do protótipo, faz-se a validação e retorna-se para a etapa anterior, para incorporar as modificações e elaborar um novo protótipo. Quando a versão mais robusta do protótipo (alta fidelidade) é aprovada, pode-se prosseguir para a etapa de “Compartilhar/Brincar”. Dessa forma, as validações foram distintas para os protótipos – (i) baixa fidelidade: envolveu especialistas em jogos educacionais, pontuando, em maioria, algumas modificações na *gameplay* através de conversação informal; (ii) *POC*: os mesmos especialistas avaliaram esta versão, para verificar usabilidade e se as mecânicas estavam funcionais e adequadas para a proposta. Dentre as sugestões, destaca-se o ajuste na disposição dos elementos na interface; (iii) média fidelidade: optou-se por convidar três professores doutores/mestres

²<https://drive.google.com/file/d/1xKIRGrW-muh4Zxf9sa7wHloEqAB1Fo5o/view?usp=sharing>

em computação de uma universidade pública que lecionavam sobre Estruturas de Dados, para que pudessem dar contribuições pertinentes à proposta, relacionadas à realidade em sala de aula sobre a aprendizagem dos conteúdos de listas, filas e pilhas. Para isso, utilizou-se uma entrevista semiestruturada por meio de perguntas subjetivas e um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) [Davis 1989]. Os resultados dessas avaliações são detalhados e descritos na seção 4.

4. Resultados preliminares e discussões

Como resultados preliminares relacionados ao SpaceCode, tem-se a avaliação do protótipo de média fidelidade por docentes de computação de uma universidade pública que lecionam disciplinas sobre Estruturas de Dados: P1, P2 e P3. P1 é Doutor em Ciência da Computação e Inteligência Artificial; P2 é Doutora em Informática, com experiência na área de Ciência da Computação; e P3 é doutorando em Informática e Mestre em Computação. As avaliações com os professores foram realizadas em momentos distintos, que se iniciaram com a apresentação das interfaces do protótipo e das funcionalidades da ferramenta. Em seguida, os testes foram conduzidos através de entrevistas semiestruturadas e do formulário baseado no Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM).

Nas entrevistas, cinco questões foram elaboradas: **Q1)** O que você achou do SpaceCode? Na sua opinião ficaria confuso para os alunos? **Q2)** É possível visualizar as estruturas de dados na proposta? **Q3)** As fases seguem uma sequência lógica de nível de dificuldade para o aprendizado de estruturas de dados? **Q4)** As operações de inserção e remoção são trabalhadas corretamente nas fases? **Q5)** Você tem alguma consideração sobre a proposta educacional? Em relação à **Q1**, os três docentes informaram ser uma “boa ideia”, “interessante” e “legal”, contudo, apontaram inconsistências. P2 relatou ter ficado em dúvida se SpaceCode realmente auxilia no entendimento das estruturas de dados e suas diferenças. Já P3 disse que ainda está confuso para os estudantes, necessitando de ajustes no *game design*, como os desafios e combinação dos três tipos de estruturas. Sobre **Q2**, houve concordância de dois docentes sobre a abstração das estruturas presentes na proposta. Inclusive, P3 comentou que ficaram bem explícitas. Já P2 discordou, apontando que seria interessante um tutorial ou animação para explicá-las.

Já em **Q3**, P1 discordou, informando que o jogo inicia pela estrutura mais complexa (lista). Já P2 e P3 convergiram em afirmar que sim, indicando que, em se tratando de estruturas, geralmente são lecionadas nessa ordem. P2 complementou que essa é a ordem de aprendizagem e não de dificuldade, visto que a lista é a estrutura mais completa e as demais podem ser consideradas como “variações”. Na **Q4**, pode-se apontar que a resposta geral foi “não”, visto que os três docentes apontaram inconsistências na manipulação das estruturas nas fases, tais como: topo da pilha indicando o local incorreto, lista se comportando como fila, indicadores de início e fim apontando para posições incorretas, dentre outros. Em relação à **Q5**, os professores indicaram inúmeras considerações ao longo da entrevista, não necessariamente a partir desta pergunta. Dentre elas destacam-se sugestões como inclusão de mais fases, tutorial e novas mecânicas, modificações estéticas, ajustes nos comportamentos estáticos, armazenamento dos itens, *feedback*, etc. Diante do tamanho das considerações, optou-se por incluir a análise completa em um documento externo³.

³<https://drive.google.com/file/d/1xS-uAvPvYwIT5Q4j-6Q1WgSJhaiEFBnb/view?usp=sharing>

Em relação ao formulário baseado no TAM, as questões utilizadas podem ser consultadas via link⁴, divididas em duas dimensões: Utilidade Percebida e Facilidade de Uso Percebida, cuja aplicação deu-se por meio da ferramenta *Google Forms* com opções de Concordo totalmente (2) à Discordo totalmente (-2) em escala Likert de 5 pontos. O objetivo da aplicação do formulário foi para analisar a utilidade e a facilidade de uso do jogo por parte dos estudantes que cursam disciplinas de Estruturas de Dados, do ponto de vista de professores que as lecionam. Os gráficos com os resultados podem ser consultados no seguinte link⁵. Em relação à Utilidade Percebida, a maioria das respostas das questões foram neutras, podendo indicar que a proposta é útil mas ainda necessita de melhorias. Já sobre a seção de Facilidade de Uso Percebida, houve uma concordância positiva sobre a manipulação do SpaceCode, sugerindo que não haveria dificuldade por parte dos estudantes em utilizar o ambiente. Entretanto, um professor discorda que o SpaceCode não exigiria muito esforço do estudante, reforçando a necessidade de acrescentar mais fases e desafios.

Diante dos resultados obtidos na entrevista e no formulário baseado no TAM, percebeu-se que o SpaceCode ainda necessita de modificações em seu *game design* – sobretudo na manipulação das listas, pilhas e filas, contudo, possui potencial para auxiliar estudantes na aprendizagem dos conceitos iniciais dessas estruturas de dados quando incorporar os ajustes. As observações realizadas pelos professores possibilitaram identificar inconsistências na proposta, que serão corrigidas na versão posterior.

5. Considerações finais

As altas taxas de evasão e reprovação em cursos de computação são decorrentes de diversos fatores, dentre eles, dificuldades em disciplinas introdutórias de programação, como complexidade dos conteúdos – Estruturas de Dados, por exemplo. A utilização de jogos educacionais podem ser uma alternativa lúdica, para motivar e engajar o estudante e eventualmente auxiliar na aprendizagem dos conteúdos.

Nesse aspecto, este trabalho apresenta um jogo educacional em etapa de correções, denominado “SpaceCode”. O objetivo é possibilitar a prática de estruturas de dados estáticas (listas, pilhas e filas), contextualizada em uma narrativa espacial, incorporando o Pensamento Computacional e a Teoria de Aprendizagem Significativa. O público-alvo são estudantes que estejam cursando disciplinas relacionadas a “Algoritmos e Estruturas de Dados”, cujo jogo foi avaliado por docentes de uma universidade pública que lecionam essas disciplinas. De forma geral, os resultados apontaram que a proposta ainda necessita de ajustes, sobretudo na manipulação das estruturas de dados, mas que, quando forem realizados, resultarão em um jogo com potencial para auxiliar os estudantes.

Como trabalhos futuros, pretende-se: (i) aprimorar o jogo a partir dos *feedbacks* dos docentes; (ii) acrescentar mais elementos, como ilustração dos erros e acertos; (iii) avaliar a nova versão com o público-alvo; (iv) analisar a possibilidade de inclusão de fases com novas estruturas, tais como deque, listas encadeadas, árvores, dentre outras; e (v) disponibilizar a ferramenta para acesso de forma gratuita, quando finalizada.

⁴<https://drive.google.com/file/d/1oMQNCivIHLsXodica2hf0TQhCyH6s4QQ/view?usp=sharing>

⁵<https://drive.google.com/file/d/1TWKt4oegVC57jYakrG8tkJx2KgshIr0r/view?usp=sharing>

Referências

- Ausubel, D. P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning.
- Barbosa, W. A. e Júnior, P. A. P. (2013). Um mapeamento sistemático sobre ferramentas de apoio ao ensino de algoritmo e estruturas de dados. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 24, page 406.
- BBC (2018). Introduction to computational thinking. <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>.
- Bennedsen, J. e Caspersen, M. E. (2019). Failure rates in introductory programming: 12 years later. *ACM inroads*, 10(2):30–36.
- BNCC (2019). Aprendizagem significativa: breve discussão acerca do conceito. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos/191-aprendizagem-significativa-breve-discussao-acerca-do-conceito>. Acesso em: 01 de junho de 2024.
- Borges, L. F., Martinez, A. C., e Ribeiro, T. P. (2021). O ensino de estrutura de dados auxiliado por uma plataforma didática na web. In *Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, pages 37–40. SBC.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3):319–340.
- Dicheva, D., Hodge, A., Dichev, C., e Irwin, K. (2016). On the design of an educational game for a data structures course. In *2016 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, pages 14–17. IEEE.
- Falkembach, G. A. M. (2006). O lúdico e os jogos educacionais. *CINTED-Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, UFRGS*, page 911.
- Freitas, M. F., Mota, S. D. S., Soares, L. S., e Reis, R. C. D. (2014). Portec: uma ferramenta para auxiliar na abstração dos conceitos de estrutura de dados. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 25, page 872.
- Guedes, K., Marcussi, L. D., Junior, C. R. B., Dal Molin Filho, R. G., e Junior, R. M. S. (2017). Um retrato do ensino de algoritmos e programação de computadores em cursos de engenharia de produção.
- Honda, F., Melo, R., Pires, F., e Pessoa, M. (2023). Robotcode: um jogo educacional para auxiliar na aprendizagem de lógica de programação. In *Anais Estendidos do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 32–33. SBC.
- Hussein, M. H., Ow, S. H., Elaish, M. M., e Jensen, E. O. (2022). Digital game-based learning in k-12 mathematics education: a systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 27(2):2859–2891.
- Kapp, K. M. (2012). Games, gamification, and the quest for learner engagement. *T+ D*, 66(6):64–68.

- Mayer, R., Varela, P., Albonico, M., Rohling, A., e Steffen, V. (2022). Experiências de um jogo educacional digital para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de transformações químicas para o ensino médio. In *Anais do XXVIII Workshop de Informática na Escola*, pages 59–67. SBC.
- Park, B. e Ahmed, D. T. (2017). Abstracting learning methods for stack and queue data structures in video games. In *2017 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, pages 1051–1054. IEEE.
- 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.
- Pires, F. G. d. S. et al. (2021). Thinkted lab, um caso de aprendizagem criativa em computação no nível superior.
- Roland, L. C., Fabre, M.-C. J. M., Konrath, M. L. P., e Tarouco, L. M. R. (2004). Jogos educacionais. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 2(1).
- Salguero, A., Griswold, W. G., Alvarado, C., e Porter, L. (2021). Understanding sources of student struggle in early computer science courses. In *Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research*, pages 319–333.
- Savi, R. e Ulbricht, V. R. (2008). Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 6(1).
- Videnovik, M., Bogdanova, A. M., e Trajkovik, V. (2023). Game-based learning approach in computer science in primary education: a systematic review. *Entertainment Computing*, page 100616.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Xu, M., Luo, Y., Zhang, Y., Xia, R., Qian, H., e Zou, X. (2023). Game-based learning in medical education. *Frontiers in public health*, 11:1113682.