

Uma Abordagem para a Introdução de Estruturas de Dados Homogêneas no Ensino Fundamental

Rafael Ferrão¹, Luize Abreu¹, Simone Cavalheiro¹, Luciana Foss¹,
Andre Du Bois¹, Clause Piana¹, Ana Pernas¹, Renata Reiser¹

¹Centro de Desenvolvimento Tecnológico – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

{rafael.sf,lvabreu,simone.costa,lfoss}@inf.ufpel.edu.br

Abstract. *The Complement to the Common National Curricular Base in Computing brings society a series of challenges, including the formulation of pedagogical and didactic proposals for the development of the stipulated skills. This paper suggests a playful activity aimed at introducing vectors and matrices to fourth-grade students in elementary school. The activity was implemented in a classroom, and the results demonstrated its feasibility for execution, as well as the students' comprehension of the concepts covered.*

Resumo. *O Complemento à Base Nacional Comum Curricular em Computação traz a sociedade uma série de desafios, entre os quais a elaboração de propostas pedagógicas e didáticas para o desenvolvimento das habilidades elencadas. Este artigo propõe uma atividade lúdica para a introdução de vetores e matrizes para o quarto ano do Ensino Fundamental. A atividade foi aplicada em sala de aula e os resultados apontaram sua viabilidade de execução, bem como a compreensão dos conceitos trabalhados.*

1. Introdução

Recentemente, o Pensamento Computacional (PC) foi incluído como um dos eixos da Computação no Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [BRASIL 2022]. Com isso, uma série de desafios se apresentam, entre eles a formação de professores, a reestruturação dos currículos e a falta de material didático. A escassez de material de qualidade para o desenvolvimento das habilidades propostas dificulta a preparação e a implementação de aulas eficazes.

Este trabalho visa colaborar com este último aspecto, propondo uma atividade que introduz as estruturas de dados homogêneas (habilidade EF04CO01 da BNCC Computação), por meio de uma abordagem lúdica, culminando em um jogo desplugado que exige a manipulação de vetores e matrizes, exercitando também a cooperação e a competição. Embora existam várias atividades de Computação Desplugada que abordem o Pensamento Computacional por meio de algoritmos [Nunes et al. 2023] [Guarda et al. 2023] [Bell et al. 2011], poucas exploram de maneira aprofundada as estruturas de dados homogêneas. Berardi (2018), por exemplo, propõe o uso de caixas de ovos para trabalhar vetores e matrizes, entretanto sua aplicação é voltada para estudantes universitários.

O presente trabalho, em contraste aos demais, propõe uma abordagem explícita e desplugada acerca de vetores e matrizes para o Ensino Fundamental, introduzindo conceitos importantes, como índices, posições e dimensões. Além disso, são exploradas

algumas operações sobre essas estruturas, como acesso, atualização de valores e composição. A abordagem proposta foi elaborada e executada de acordo com as seguintes etapas metodológicas: (i) Revisão das tarefas propostas em Rosa et al. (2021) e adaptação da metodologia para o desenvolvimento da atividade em sala de aula, considerando o público-alvo. Baseando-se na proposta original, a atividade foi adaptada em 6 tarefas; (ii) Identificação dos fundamentos do PC trabalhados na atividade. De forma não exaustiva, foram relacionados os conceitos do PC que são trabalhados em cada uma das tarefas. Essas relações são apresentadas como objetivos de aprendizagem relacionados ao PC. Os conceitos identificados nesta etapa foram: abstração de dados, abstração de processos, avaliação e decomposição; (iii) Realização de um estudo de caso para avaliar a metodologia proposta. O projeto no qual este trabalho está inserido conta com o apoio da Secretaria Municipal de Educação e Desporto de Pelotas, a qual, por intermédio de sua equipe, auxiliou na definição da escola de ensino fundamental para a realização do estudo de caso, bem como com a seleção da turma, de acordo com a faixa etária sugerida.

O restante deste artigo está organizado como segue. A Seção 2 sintetiza os principais conceitos do PC considerados neste trabalho. A Seção 3 detalha a atividade proposta, incluindo seu objetivo, descrição (voltada para o professor que a aplicará) e os conceitos do PC explorados. O desenvolvimento e os resultados do estudo de caso são apresentados na Seção 4. Por fim, a Seção 5 descreve as considerações finais.

2. Pensamento Computacional

Papert (1980) é considerado um dos precursores do Pensamento Computacional, graças ao seu trabalho de ensinar programação para crianças. Posteriormente, Wing (2006) popularizou o tópico ao colocá-lo como uma habilidade intelectual básica, tão crucial quanto a capacidade de falar, ler, escrever e realizar operações aritméticas, sendo de grande importância para as áreas do conhecimento e mercado de trabalho do século XXI.

Diversos conceitos estão relacionados ao PC [Selby and Woollard 2013]. A **abstração** é um mecanismo que permite simplificar a realidade e representar os aspectos mais relevantes de um problema e sua solução, compreendendo abstrações de dados e de processos. A **abstração de dados** permite descrever as informações envolvidas na solução de um problema (dados de entrada e de saída), enquanto a **abstração de processos** possibilita definir os algoritmos que descrevem essa solução (pensamento algorítmico). A **decomposição** [Csizmadia et al. 2015] é a divisão de um problema em partes menores, que são independentemente resolvidas e posteriormente combinadas para solucionar o problema original. A **generalização** [Csizmadia et al. 2015] refere-se à capacidade de identificar padrões, semelhanças e conexões. Ao conhecer o problema e identificar uma solução (ou parte de uma solução), ela pode ser generalizada e aplicada a outros problemas semelhantes. A **avaliação** é o processo de garantir que uma solução seja adequada ao seu objetivo [Ribeiro et al. 2019]. Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) separam essa análise em 3 tipos: viabilidade, onde verifica-se a viabilidade de existir uma solução computacional para o problema; correção, que verifica se o algoritmo construído soluciona o problema; e eficiência, que avalia o quão eficiente essa solução é, sob diferentes aspectos.

3. Introduzindo Vetores e Matrizes no Ensino Fundamental

A atividade “Uma Aventura no Espaço”, desenvolvida com o objetivo de ensinar estrutura de dados homogêneas de forma lúdica e incremental, visa atender a uma habilidade

proposta no Complemento à BNCC para o 4º ano do Ensino Fundamental, relacionada ao reconhecimento e manipulação de matrizes e vetores. Baseada em uma versão anterior [Rosa et al. 2021], a atividade foi reformulada para incluir mais tarefas e detalhes, tornando-a possível de ser replicada. Dividida em 6 tarefas, cada uma com duração de aproximadamente 90 minutos, a atividade acompanha a história de Alex, uma cientista e astronauta, em sua missão de encontrar amostras de pedras pelo Sistema Solar. Durante a atividade, os estudantes utilizam recursos como o mapa do Sistema Solar (Figura 1), que contém uma grade indicando as distâncias entre os planetas, além de plataformas de lançamento e aterrissagem. Ao final de cada tarefa, são propostos exercícios para praticar os conceitos aprendidos.

3.1. Tarefa 1

Objetivo: introduzir os conceitos de vetores, dimensão, posição e índice, criando vetores de rotas. Além disso, são trabalhados os conceitos de origem, destino e rotas.

Descrição: a personagem Alex é apresentada como a protagonista da história, que possui a missão de explorar o sistema solar em busca de pedras para sua pesquisa científica. Introduce-se o mapa do sistema solar e seus elementos (Figura 1). Em seguida, é introduzida a estrutura de dados a ser utilizada, o vetor, detalhando os conceitos de dimensão, posições e índice. A ideia é que os alunos busquem expressar a rota a ser feita pela nave através do armazenamento de “símbolos de navegação”, que são setas nos sentidos cardeais, em um vetor. Então, faz-se uma importante distinção entre rota e vetor de rota. A rota representa o percurso que a nave deve percorrer, representada por uma linha entre a origem e o destino (Figura 1). Em alguns casos, pode haver mais de uma rota possível com a mesma quantidade de movimentos. O vetor de rota (Figura 2), por sua vez, é um vetor preenchido com os símbolos de navegação, representando os movimentos que a nave deve realizar para percorrer a rota pré-definida. Na sequência, é apresentada a criação dos vetores de rotas por etapas: (1) traçar a rota da origem até o destino, buscando sempre a menor rota possível; (2) averiguar a quantidade de movimentos necessários para realizar a rota (estabelecendo a dimensão do vetor); (3) preencher o vetor com os símbolos de navegação. Por fim, rotas e vetores de rotas são construídos e analisados.



Figura 1. Mapa do Sistema Solar

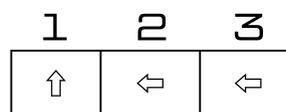


Figura 2. Vetor de rota

Objetivos de Aprendizagem do PC: a *abstração de dados* é abordada ao representar a rota traçada no mapa por um vetor com o mesmo tamanho da rota. A *abstração de processos* é trabalhada ao descrever a sequência de movimentos da nave ao percorrer a rota, preenchendo o vetor com símbolos de navegação na ordem correspondente. A *avaliação* é explorada com a verificação da correção do algoritmo definido pelo vetor de rotas, por meio da simulação das instruções de navegação sobre a rota no mapa.

3.2. Tarefa 2

Objetivo: introduzir o reverso de uma rota e a composição de rotas, permitindo tanto o retorno ao planeta de origem quanto a construção de rotas com paradas intermediárias.

Descrição: esta tarefa consiste em duas partes. Na primeira, é construído o vetor de uma rota reversa seguindo os passos: (1) criar um novo vetor de rota com a mesma dimensão do vetor de rota original; (2) copiar os símbolos de navegação do vetor de rota original, trocando a ordem dos símbolos nas posições do vetor; (3) substituir cada símbolo de navegação no novo vetor de rota pelo seu inverso. Na segunda parte, o objetivo é construir “rotas com paradas intermediárias”. Para isso, os alunos aprendem a construir rotas compostas pela combinação de duas rotas menores, seguindo estes passos: (1) criar um novo vetor de rota cuja dimensão é a soma das dimensões dos dois vetores originais; (2) Copiar os símbolos de navegação da primeira rota para o novo vetor de rota; (3) Copiar os símbolos de navegação da segunda rota para o novo vetor de rota. Ao final de cada etapa, são propostos exercícios práticos.

Objetivos de Aprendizagem do PC: a *abstração de processos* é tratada ao construir um algoritmo (com a rota reversa) modificando (transformando) as instruções do algoritmo que define a rota original. Ao construir rotas com paradas intermediárias, é explorado o conceito de *decomposição*, visto que é necessário dividir a rota completa em trechos, construir os vetores de rotas para cada trecho (sub soluções) e, por fim, combinar essas soluções para obter a solução final.

3.3. Tarefa 3

Objetivo: introduzir o conceito de comparação de dimensão de vetores e exercitar as composições de vetores de rota por meio do gerenciamento da bateria da nave.

Descrição: nesta atividade, os alunos são introduzidos a um novo componente da nave: a bateria. Ela é representada por um vetor de dimensão 10, cujas posições preenchidas com 1's indicam carga e com 0's a falta de carga. À medida que a nave se move, a bateria é consumida, substituindo os 1's finais por 0's. Os alunos devem calcular a carga necessária para cada rota, utilizando exemplos em que a viagem inicia com uma bateria totalmente carregada. São apresentados três cenários para ilustrar diferentes situações:

Rota Vênus–Terra–Mercúrio: no início, deve-se criar um vetor de rota com dimensão 3 (Vênus–Terra). Após essa viagem, a bateria é atualizada, substituindo os três últimos valores por 0. Em seguida, constrói-se um vetor de rota de dimensão 7 (Terra–Mercúrio). Ao completar essa segunda viagem, a bateria estará vazia.

Rota Terra–Marte–Saturno (sem composição): inicia-se criando um vetor de rota de dimensão 4 (Terra–Marte). A bateria, totalmente carregada, suporta essa viagem, restando 6 posições carregadas ao final. Em seguida, é construído um vetor de rota com dimensão 8 (Marte–Saturno). Este segundo vetor excede a capacidade da bateria, que possui apenas 6 cargas disponíveis. Portanto, a rota não pode ser concluída.

Rota Terra–Marte–Saturno (com composição): os vetores de rota construídos anteriormente, Terra–Marte e Marte–Saturno, são retomados. Realiza-se a composição desses vetores, resultando em um vetor de dimensão 12. Ao comparar essa dimensão com a quantidade de posições carregadas da bateria, percebe-se que não há carga suficiente para essa viagem, portanto ela pode ser descartada. O objetivo deste cenário é mostrar que, com a composição prévia das rotas, é possível saber antecipadamente se uma rota mais complexa é viável ou não, evitando o problema de perceber esse

obstáculo somente após ter realizado parte da viagem.

Objetivos de Aprendizagem do PC: a *abstração de dados* ocorre ao representar a carga de bateria com um vetor preenchido com 0's e 1's. Por outro lado, o conceito de *avaliação* é trabalhado quando se verifica a viabilidade de realização de viagem a partir da autonomia da bateria.

3.4. Tarefa 4

Objetivo: introduzir o conceito de matrizes, gerenciando pedras coletadas.

Descrição: a nave de Alex possui um compartimento para armazenar as diferentes pedras coletadas nos diferentes planetas. Nesta tarefa, é apresentada aos alunos uma matriz de coleta, que representará esse compartimento, estabelecendo a relação entre o tipo de pedra coletada (representado pelas linhas), o planeta onde foi encontrada (representado pelas colunas) e a quantidade armazenada (valor numérico na posição). A aula começa com a introdução dos conceitos de linhas e colunas, assim como as direções horizontais e verticais, com exemplos para reforçar esses conceitos. Os alunos são divididos em grupos e recebem uma caixa de ovos e alguns feijões. A caixa de ovos tem “etiquetas” à esquerda da primeira coluna, identificando os nomes das pedras, e acima da primeira linha, identificando os nomes dos planetas. As pedras são organizadas em ordem alfabética, enquanto os planetas são listados em ordem crescente com base em sua distância do Sol. Em seguida, são realizadas práticas com a caixa de ovos. Os alunos são solicitados a colocar um feijão em cada posição da primeira linha da caixa. Isso representa encontrar uma ametista em cada planeta. Em seguida, eles são instruídos a colocar um feijão em cada posição da terceira coluna, o que corresponde a encontrar uma pedra de cada tipo na Terra. Após todos os feijões serem devidamente posicionados na caixa, são explicados aos alunos três casos específicos: (1) algumas posições da caixa não possuem feijões, pois elas não estão nem na linha da ametista e nem na coluna da Terra; (2) algumas posições da caixa possuem um feijão, pois estão ou na linha da ametista ou na coluna da Terra; (3) uma única posição da caixa contém dois feijões, pois estão na linha da ametista e coluna da Terra. Esse ponto de encontro é a posição acessada ao indicar uma linha e uma coluna na matriz. Em seguida, os alunos praticam mais exemplos de posicionamento de feijões na caixa de ovos. Ao terminar, recebem uma matriz impressa em uma folha de papel, com as mesmas etiquetas anteriores. Agora, eles escrevem a quantidade de pedras encontradas em cada posição e podem atualizá-las ao sobrescrever a quantidade de uma determinada posição.

Objetivos de Aprendizagem do PC: a *abstração de dados* é trabalhada ao construir a matriz que relaciona as pedras coletadas com os planetas, usando numerais para abstrair as quantidades de pedras coletadas em cada planeta.

3.5. Tarefa 5

Objetivo: introduzir o mapa de pedras e a matriz de planetas.

Descrição: a tarefa começa com a distribuição aos alunos de uma matriz impressa idêntica à matriz de coleta do encontro anterior. Essa matriz inclui uma coluna adicional para representar pedras perdidas. Explica-se aos alunos que a matriz estabelece a relação entre o tipo de pedra, o planeta onde a pedra está localizada e a sua quantidade. No início da aventura, a matriz de coleta começa vazia, indicando que nenhuma pedra foi coletada, e é gradualmente preenchida ao longo do tempo. Por outro lado, o mapa de pedras funciona de maneira oposta: inicialmente, todas as posições estão preenchidas com 10 pedras cada,

e à medida que os alunos recolhem as pedras, a quantidade correspondente diminui nas respectivas posições. A nova coluna de pedras perdidas foi adicionada para introduzir um elemento de aleatoriedade. Essas pedras possuem uma localização desconhecida e podem ser descobertas ao longo da aventura. Alguns exemplos são apresentados para ilustrar o uso da matriz de pedras, nos quais eles visitam diferentes planetas, coletam pedras e atualizam a matriz, reduzindo os valores nas posições correspondentes. Paralelamente, cada decremento no mapa de pedras corresponde a um incremento na matriz de coleta. Após explicar e praticar o uso do mapa de pedras e de coleta, passa-se para a última etapa da aula: a matriz de planetas. Essa matriz relaciona o planeta de origem, o planeta de destino e a distância entre eles. A matriz é composta por linhas e colunas, cada uma representando um planeta, organizados em ordem crescente de distância em relação ao sol. Os alunos recebem uma versão impressa dessa matriz. O objetivo dessa matriz é armazenar o comprimento das rotas ótimas entre os planetas. Dois casos são apresentados:

Quando o planeta de origem é diferente do planeta de destino: os alunos devem selecionar um planeta em uma linha e outro em uma coluna. Eles traçam uma rota no mapa, contando quantos movimentos são necessários para percorrer essa rota e procurando o comprimento mínimo possível. Em seguida, o comprimento é adicionado na posição correspondente da matriz de planetas. É explicado aos alunos que o comprimento da rota não muda quando o sentido da rota é invertido, ou seja, quando o planeta de origem e destino são trocados. Portanto, nesse cenário, duas posições na matriz podem ser atualizadas.

Quando o planeta de origem é igual ao planeta de destino: nesse cenário, a rota sempre terá um comprimento zero, pois não são necessários passos para chegar ao destino. Ao preencher a matriz com zeros nas posições adequadas, os alunos perceberão um padrão: a diagonal principal será composta apenas por zeros. Embora o conceito de diagonal principal de uma matriz não seja explicado em detalhes, menciona-se que é um conceito que eles podem encontrar novamente no futuro.

Com os exemplos fornecidos, os alunos são encorajados a criar suas próprias rotas e atualizar a matriz de planetas com os comprimentos ótimos das rotas.

Objetivos de Aprendizagem do PC: a *abstração de dados* ocorre na criação da matriz que relaciona cada tipo de pedra com os planetas, identificando em cada posição a quantidade de pedras que podem ser encontradas no referido planeta. Ademais, esse mesmo conceito é utilizado na criação da matriz que relaciona cada planeta com os demais, especificando a distância entre eles. Nesta matriz, as linhas representam as origens das rotas e as colunas os destinos.

3.6. Tarefa 6

Objetivo: aplicar os conceitos das tarefas anteriores, colocando em prática um jogo.

Descrição: as equipes, compostas por no mínimo 4 participantes cada, são formadas no início do jogo. Cada equipe recebe uma carta-objetivo que define a quantidade e os tipos de pedras a serem obtidas durante a viagem a partir do planeta Terra. Com a supervisão de um professor, os estudantes definem os papéis de cada membro da equipe: **Capitão(ões):** responsável por traçar as rotas de navegação até os planetas; **Engenheiro(s):** responsável por abastecer a nave e consertar eventuais problemas durante o percurso; e **Explorador(es):** responsável por definir os planetas a serem visitados, registrar as amostras de pedras encontradas na matriz de coleta e atualizar o mapa de pedras.

Durante o jogo, independente do papel, cada participante pode solicitar o auxílio aos demais caso ache necessário. Depois de todas as equipes terem seus objetivos definidos, inicia-se o jogo. A primeira equipe que retornar ao planeta Terra com o seu objetivo conquistado será a equipe vencedora. O jogo se dá pelos seguintes passos: (1) É feito o sorteio da carta-objetivo de cada equipe. (2) Cada equipe elabora uma estratégia de viagem para um planeta destino. Nesta estratégia, o explorador informa quais planetas destino serão visitados, levando em conta as amostras de pedras necessárias para alcançar o objetivo sorteado no início do jogo. Em seguida, a equipe decide qual planeta destino será visitado primeiro, considerando a distância entre os planetas e a carga da bateria da nave. Por fim, o capitão traça a rota até o planeta destino, podendo fazer paradas em planetas intermediários para reabastecimento. (3) Durante o jogo, a primeira rodada é iniciada por uma equipe sorteada. Uma rodada envolve a viagem a um planeta, que pode ser intermediário ou de destino. (i) Nos planetas intermediários, as equipes não podem coletar pedras, apenas solicitar abastecimento. O engenheiro deve responder a uma pergunta sorteada para receber carga para a bateria. Essas perguntas podem estar relacionadas aos conceitos abordados na atividade ou a algum conteúdo previamente trabalhado pelo professor, visando reforçar o aprendizado. Se a resposta estiver correta, a equipe passa a vez quando atinge a carga desejada. Se estiver incorreta, perde a vez. Ao final do abastecimento, o vetor de bateria deve ser atualizado com a carga recebida. (ii) No planeta destino, o explorador coleta as pedras de acordo com a carta-objetivo e atualiza as matrizes do mapa de pedras e de coleta. Além disso, o capitão retira uma carta surpresa. Se a carta indica um dano, o engenheiro é responsável por consertá-lo. Ele deve sortear uma carta-pergunta e respondê-la. Se acertar, o dano é reparado. Se errar, a equipe perde a vez e só poderá continuar a viagem após o conserto. Se a carta indicar um bônus (de bateria ou de pedras), o responsável correspondente atualiza o vetor de bateria ou as matrizes do mapa de pedras e de coleta. Após essas ações, a equipe passa a vez. Quando estiver apta para prosseguir viagem, a equipe planeja a estratégia de viagem para o próximo planeta destino ou de volta à Terra.

Objetivos de Aprendizagem do PC: além das relações descritas nos objetivos de aprendizagem do PC das atividades anteriores, nesta etapa a *abstração de processos* está presente na elaboração das estratégias para atingir o objetivo. Por sua vez, a *abstração de dados* é aprofundada na atualização das matrizes de coleta e do mapa de pedras. A *decomposição* é praticada ao definir as paradas intermediárias de uma rota.

4. Estudo de Caso

A atividade foi aplicada a uma turma de quarto ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal de Pelotas, no período de 21 de setembro a 30 de novembro de 2023. A turma tinha 23 estudantes, com idade entre 9 e 10 anos, dos quais 12 eram do sexo feminino e 11 do sexo masculino. A atividade foi realizada em um período reservado ao componente curricular de Computação, em um laboratório de Informática, com um aluno por máquina, no qual os alunos vinham realizando tarefas no Code.org.

Embora houvessem sido previstos 9 encontros para sua realização (6 para aplicação das tarefas, 2 para avaliações e 1 para reforço), os quais ocorreriam semanalmente no período indicado, 3 deles foram cancelados por motivos particulares da escola. Além disso, não foi possível considerar períodos de 90 minutos para aplicação das tarefas, já que o componente curricular somente dispunha de 45 minutos. Cabe salientar também

que a aula ocorria no primeiro período, e o professor tinha que buscar os alunos ao toque do sinal de início. O tempo de deslocamento e de organização da turma no laboratório levava aproximadamente 10 minutos. Assim, a aplicação totalizou 6 encontros de aproximadamente 35 minutos cada. Antes do primeiro encontro os alunos receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido¹ a ser assinado pelos pais ou responsáveis. No primeiro e no último dia, os alunos foram submetidos a um teste², que foi denominado pré-teste quando aplicado antes do início do desenvolvimento da atividade, e pós-teste, quando aplicado após a conclusão dela.

Como a atividade foi proposta de forma desplugada e os alunos tinham aula em laboratório, optou-se por adaptar a mesma para uso dos computadores. A atividade foi aplicada por um bolsista de extensão do projeto, com apoio em sala de aula de outra aluna de graduação, de (pelo menos) um professor orientador e a professora regente da escola. Semanalmente a equipe do projeto discutia as alterações a serem realizadas nos planos, definia o material a ser utilizado e a metodologia a ser aplicada em cada encontro. Nos três encontros seguintes ao pré-teste foi realizada a Tarefa 1, usando a ferramenta Paint para desenhar as rotas no mapa de planetas e construir o vetor de rotas (veja Figura 3). No primeiro encontro foram introduzidos os conceitos de rotas, vetores de rotas, índices e dimensão dos vetores e os símbolos de navegação. No segundo encontro foram revisados esses conceitos e construídas diferentes rotas no mapa de planetas. Já no terceiro encontro, foram realizados exercícios³ para praticar a construção de rotas e seus respectivos vetores, bem como fixar os conceitos de dimensão e índices dos vetores.



Figura 3. Foto de um dos encontros da Tarefa 1.

No último encontro antes do pós-teste, foi trabalhada a Tarefa 4, na qual foram introduzidos os conceitos de linha e coluna usando a caixa de ovos, conforme a descrição da tarefa. Após a introdução dos conceitos, foi projetada uma série de “coletas”, exibindo duas cartinhas: uma com o planeta e a outra com o tipo e a quantidade de pedras encontradas. Cada coleta foi registrada com o auxílio de feijões e da caixa de coleta

(caixa de ovos). Após registrar todas as coletas na caixa de ovos, os alunos transferiram essas informações para uma matriz impressa que representava a caixa de coleta⁴.

4.1. Análise Quantitativa

O pré-/pós-teste compreendeu 7 questões, totalizando 10 pontos. Aplicou-se o mesmo teste em dois momentos para avaliar se a atividade melhora o desempenho dos alunos na resolução das questões. O ganho é mensurado pela diferença entre as notas obtidas pelo aluno no pós e no pré-teste. A pontuação no pré-teste descreve a condição inicial dos alunos em relação às habilidades trabalhadas na atividade. As medidas descritivas da nota, no pré e no pós-teste, e do ganho dos alunos são apresentados na Tabela 1 e os gráficos de caixa representando as distribuições dessas variáveis podem ser observados

¹TCLE: <https://x.gd/mi6i1>. CAEE: 73891417.0.0000.5317

²Pré-/Pós-teste disponível em <https://x.gd/x9yFd>.

³Exercício avaliado sobre vetores, disponíveis em <https://x.gd/fkwbB>.

⁴Exercício avaliado sobre matrizes, disponível em <https://x.gd/g6GJm>

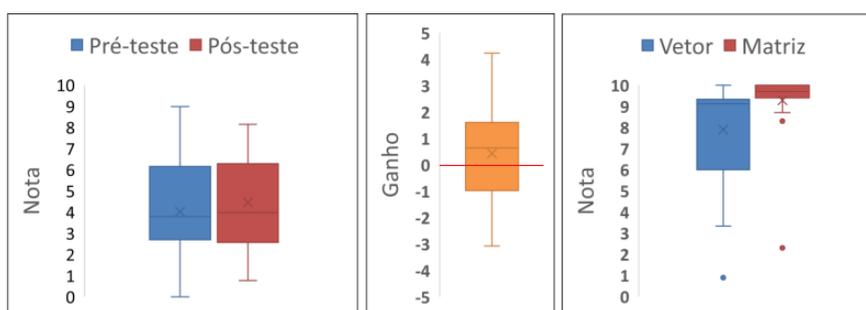


Figura 4. Distribuição das notas (à esq.) e da variável ganho (ao centro) nos pré-/pós-testes, e das notas dos exercícios (à dir.). O “x” representa a média.

na esquerda e no centro da Figura 4. Nesta descrição foram considerados 20 alunos que realizaram os dois testes. Analisando as notas dos alunos no pré-teste, observa-se que a turma obteve média de 4,03 pontos, com desvio padrão 2,38 pontos. No pós-teste a média foi de 4,46 pontos e o desvio padrão de 2,18 pontos. Nota-se pelos valores do Coeficiente de Variação (CV) que a variação das notas em torno da média foi bastante elevada em ambos os testes. O ganho médio positivo (0,41 pontos) indica que no pós-teste houve melhora no desempenho médio da turma, mas o desvio padrão (1,7 pontos) revela que a variação do ganho foi elevada.

Tabela 1. Medidas descritivas das notas dos alunos, nos dois testes (pré e pós), e do ganho (diferença entre as duas notas).

Teste	Número de alunos	Média	Desvio padrão	CV (%)	Mínimo	Mediana	Máximo
Pré	20	4,03	2,38	59,06	0,0	3,8	9,0
Pós	20	4,46	2,18	48,87	0,8	4,0	8,1
Ganho	20	0,41	1,70	-	-3,1	0,65	4,2

Nos gráficos apresentados na Figura 4 verifica-se que as três distribuições são aproximadamente simétricas, com formato semelhante ao da distribuição normal. No pré-teste, observa-se que somente 25% dos alunos alcançaram nota superior a 6,0 (seis). Para a variável ganho, verifica-se que apenas 25% dos alunos tiveram ganho maior ou igual 1,5 pontos. Também foi analisada a frequência das notas dos alunos nos dois testes em relação à nota 7,0 (sete) que, em geral, é considerada a nota mínima para a aprovação sem recuperação. Verificou-se que no pré-teste 15% dos alunos alcançaram nota maior ou igual a sete e no pós-teste esse percentual aumentou 5%.

Os resultados indicados pela análise descritiva das notas dos testes podem ser confirmados ou não por um teste de significância. A análise descritiva mostrou que o ganho médio dos alunos foi positivo, significando que as notas do pós-teste aumentaram, em média, 0,41 pontos. Para verificar se esse ganho médio foi significativo estatisticamente, utilizou-se um teste t para amostras pareadas, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$). A hipótese sob verificação (H_0) neste teste supõe que o ganho médio (μ) dos alunos não difere de zero, ou seja, $H_0 : \mu = 0$. Na prática, essa hipótese significa que a atividade, em média, não melhora o desempenho dos alunos no pós-teste. O teste de significância revelou que a hipótese de nulidade não foi rejeitada (ganho médio 0,41, $t = 1,076$, valor $p = 0,296$), significando que as atividades do projeto não promoveram melhora significativa no desempenho médio dos alunos no teste. Este resultado,

entretanto, já era esperado, uma vez que a atividade não pôde ser realizada conforme o previsto. Além das aulas ocorrerem em um período com duração bem inferior ao planejado, o cancelamento de algumas resultou no espaçamento grande entre os encontros, o que interrompeu a continuidade dos conceitos trabalhados.

Por outro lado, ao analisar os exercícios, é possível observar um bom resultado. Eles foram aplicados ao final de cada tarefa. No gráfico à direita da Figura 4, apresenta-se a distribuição das notas dos alunos nos exercícios, por tarefa. O formato assimétrico negativo da distribuição, em ambas as tarefas, mostra que a maioria das notas é maior do que a média. As medidas descritivas e limites de confiança para a média dessas notas estão na Tabela 2. Note-se que esses resultados diferem dos observados nos testes. Nos exercícios referentes às tarefas específicas, os alunos apresentaram bom desempenho. Para a tarefa Vetor, observa-se que 75% dos alunos obtiveram nota maior ou igual a 6,0; enquanto para a tarefa Matriz, somente um aluno (5%) obteve nota inferior a 8,3.

Tabela 2. Descrição do desempenho dos alunos por tarefa e limites de confiança para a média, ao nível de 95%.

Tarefa	n	Medidas descritivas					Limites de confiança (95%)	
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)	Inferior	Superior
Vetor	19	0,9	10,0	7,9	2,56	32,63	6,6	9,1
Matriz	20	2,3	10,0	9,7	1,72	12,37	8,4	10,0

Nota: n = número de alunos; CV = Coeficiente de variação.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou uma atividade para o quarto ano do Ensino Fundamental que utiliza abstrações de vetores e matrizes para o ensino de estruturas de dados homogêneas, bem como um relato de sua aplicação. Embora não tenha sido possível desenvolver a atividade por completo, pode-se dizer que ela se mostrou adequada para execução em sala de aula com a faixa etária indicada. Os estudantes mostraram-se motivados nas aulas, participaram com entusiasmo das discussões e realizaram todas as atividades previstas. Cabe destacar que eles tiveram facilidade em se apropriar do vocabulário, por exemplo, diferenciando facilmente os termos rota e vetor de rota, e índice e posição.

Com relação a adaptação realizada para permitir o uso dos computadores, destaca-se que todas as ações previstas na realização da atividade foram executadas, sem prejuízo ao aprendizado dos conceitos, o que mostra a flexibilidade de execução das tarefas aplicadas. No entanto, houve a necessidade de despendir um tempo para aprendizado da ferramenta. Além disso, o desempenho nos exercícios avaliados demonstra a compreensão dos conceitos trabalhados. Identificou-se também que o pré/pós-teste estava extenso, contendo muitas questões para o tempo disponível, com enunciados longos, que exigiam uma certa fluência em leitura e interpretação.

Encontra-se em desenvolvimento uma versão virtual do jogo. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar uma nova aplicação da atividade contemplando todas as tarefas, além de preparar e ministrar um curso para professores do Ensino Básico.

Referências

- Bell, T., Witten, I. H., Fellows, M., Adams, R., and McKenzie, J. (2011). Ensinando ciência da computação sem o uso do computador. *Computer Science Unplugged ORG*.
- Berardi, R. C. G., Bim, S. A., Macuch, R., and Forno, L. F. D. (2018). Experiência de uso de caixas de ovos no apoio ao ensino de vetores e matrizes. In *Anais do XXVI Workshop sobre Educação em Computação*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- BRASIL (2022). Base nacional comum curricular: Computação - complemento à bncc. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192. Acessado em julho de 2022.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., and Woollard, J. (2015). Computational thinking - a guide for teachers.
- Guarda, G., Stella, A., Oliveira, G., Trigo, G., Cruz, L., Brito, M., Silva, L., and Silveira, I. (2023). Trabalhando habilidades da bncc computação: Jogo não digital com foco no desenvolvimento do pensamento computacional desplugado. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 810–820, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Nunes, N. B., Bona, A. S. D., and Alves, L. P. (2023). Testes de mesa atrelados à elaboração de atividades desplugadas com a metodologia do pensamento computacional. *Informática na educação: teoria & prática*, 26(1):118–127.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. Basic Books.
- Ribeiro, L., Foss, L., and Cavalheiro, S. (2019). *Pensamento Computacional: Fundamentos e Integração na Educação Básica*, pages 25–63.
- Rosa, Y., Reiser, R., Cavalheiro, S., Foss, L., Bois, A. D., Mazzini, A. R., and Piana, C. (2021). Aventura espacial: proposta de atividade para o desenvolvimento do pensamento computacional. In *Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola*, pages 148–159, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Selby, C. and Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35.