

Explorando Vetores e Matrizes no Ensino Fundamental: Um Relato de Experiência no 4º Ano

Andressa Von Ahnt¹, Henrique Gabriel Rodrigues¹, Laura Garcia Freitas¹,
João Paulo Brito de Almeida¹, Adriana Bordini¹, Simone André da Costa Cavalheiro¹,
Luciana Foss¹, André Du Bois¹, Clause Fátima de Brum Piana¹

¹Centro de Desenvolvimento Tecnológico – Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Caixa Postal 354 – 96.010-610 – Pelotas – RS – Brasil

{abvahnt, henrique.grdr, lgfreitas}@inf.ufpel.edu.br

Abstract. *This paper presents an experience report on a pedagogical proposal for introducing arrays and matrices in the 4th grade of elementary school, aligned with the BNCC. The unplugged playful activity “A Space Adventure” was enhanced and implemented, addressing fundamental concepts of these data structures. Additionally, a complementary digital game was developed to reinforce learning. The adopted methodology included progressive tasks, promoting an accessible and interactive approach. The results indicate that the proposal supports an intuitive understanding of the concepts, contributing to the expansion of Computing teaching strategies in Basic Education.*

Resumo. *Este artigo apresenta a aplicação de uma proposta pedagógica para introduzir vetores e matrizes no 4º ano do Ensino Fundamental, em conformidade com a BNCC. A atividade lúdica desplugada “Uma Aventura no Espaço” foi aprimorada e aplicada, explorando conceitos fundamentais dessas estruturas. Para reforçar a aprendizagem, desenvolveu-se um jogo digital complementar. A metodologia adotada envolveu tarefas progressivas, proporcionando uma abordagem acessível e interativa. Os resultados indicam que a proposta facilita a compreensão intuitiva dos conceitos e contribui para a ampliação de estratégias de ensino de Computação na Educação Básica.*

1. Introdução

A crescente digitalização da sociedade tem reforçado a importância do ensino de Computação como um elemento essencial na formação acadêmica e profissional, levando a sua inclusão na Computação na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 2022 [Brasil 2022]. No entanto, desafios como formação docente, adequação curricular e escassez de materiais didáticos adequados dificultam sua implementação efetiva [França 2024], evidenciando a necessidade de desenvolver propostas pedagógicas que viabilizem o ensino de conceitos computacionais para o Ensino Fundamental.

A habilidade EF04CO01 da BNCC Computação propõe a introdução de estruturas de dados homogêneas, como vetores e matrizes, para estudantes do quarto ano do Ensino Fundamental [Brasil 2022], mas há poucas propostas que exploram essas estruturas de dados nesse nível de ensino. Estudos como o de Bernardi et al. (2018) investigam o uso de materiais concretos para ensinar matrizes, porém com foco no ensino superior, evidenciando a necessidade de adaptações para a educação básica [Ferrão et al. 2024]. Ademais,

pesquisas destacam o uso de materiais desplugados¹, como o jogo CodeBo Unplugged, para ensinar pilhas [Cerqueira et al. 2023], e ferramentas digitais, como o CodeBô, que aborda listas, pilhas e filas [Gomes et al. 2021]. Já Fernandes et al. (2024) adotam a aprendizagem significativa ausubeliana para ensinar essas estruturas (listas, pilhas e filas) por meio de exemplos do cotidiano, facilitando a assimilação dos conceitos.

Este trabalho apresenta a aplicação da atividade lúdica desplugada Uma “Aventura no Espaço”, voltada à introdução de vetores e matrizes no 4º ano do Ensino Fundamental. Fundamentada na metodologia de Ferrão et al. (2024), a atividade foi aprimorada a partir de uma aplicação piloto realizada em 2020 [Ferrão et al. 2024], cujos resultados, com base em teste-t, indicaram que não houve melhora significativa no desempenho médio dos estudantes. As tarefas foram ampliadas com mais exercícios para favorecer a fixação dos conceitos, além da inclusão de materiais concretos para apoiar a abstração e de metodologias voltadas ao uso de recursos desplugados. Uma nova aplicação foi então realizada, permitindo a introdução completa dos conceitos previstos, que não haviam sido plenamente trabalhados na versão inicial.

A atividade é estruturada em cinco tarefas progressivas, visando uma abordagem gradual e acessível para os estudantes, introduzindo conceitos fundamentais dessas estruturas de dados, como índices, posições e dimensões, além de operações de acesso e de atualização de valores. As tarefas desenvolvidas exploram os fundamentos do PC, abrangendo conceitos como abstração de dados e processos, avaliação e decomposição [Rosa et al. 2021]. Além da atividade desplugada, um jogo digital complementar foi desenvolvido para reforçar a aprendizagem, permitindo que os estudantes interajam com vetores e matrizes em um ambiente virtual, tornando o aprendizado mais dinâmico e acessível. Os resultados indicam que a abordagem é viável, bem recebida e facilita a compreensão dos conceitos, contribuindo para o ensino de Computação na educação básica. O texto está organizado como segue: a Seção 2 sintetiza a estrutura da atividade; a Seção 3 descreve o jogo desenvolvido; a Seção 4 apresenta o relato de experiência; a Seção 5 discute os resultados obtidos; e por fim, a Seção 6 expõe as considerações finais.

2. Estrutura da Atividade

A atividade “Uma Aventura no Espaço” é um jogo desplugado que ensina vetores e matrizes de forma lúdica. Os estudantes assumem o papel de astronautas que devem coletar pedras em planetas do Sistema Solar, utilizando um mapa em grade (matriz), vetores de rota para deslocamento, um vetor de energia para a bateria da nave e uma matriz de coleta para registrar as amostras. Originalmente, a atividade é composta de 6 tarefas, cada uma com duração de aproximadamente 90 minutos [Ferrão et al. 2024]. Neste trabalho, essas tarefas, com exceção da última, foram aplicadas em sala de aula com adaptações². Na sequência, descreve-se brevemente os objetivos das tarefas, destacando-se as alterações realizadas.

A **tarefa 1** introduz os conceitos de dimensão, valor e posição de vetores por meio de um mapa do sistema solar, onde os estudantes traçam rotas entre planetas e as representam com vetores. A aula foi dividida em dois momentos: primeiro, os estudantes

¹Atividades desplugadas trabalham conceitos da Computação sem o uso de computadores [BELL et al. 2011].

²O material completo da atividade está disponível em <https://rebrand.ly/8v5fdal>.

identificam as menores rotas e contam os movimentos necessários; depois, representam essas rotas usando vetores. Além de ajustes na introdução dos vetores, a atividade foi dinamizada com um material de apoio, incluindo grandes vetores recortáveis e símbolos de navegação para representar os movimentos. A **tarefa 2** reforça os conceitos da tarefa anterior e introduz vetor reverso e composição de rotas. As modificações seguem o modelo da aula anterior, incluindo um material didático com grandes vetores manipuláveis para facilitar a compreensão prática. Já a **tarefa 3** introduz o conceito de comparação de vetores por meio de um novo material didático que representa a bateria da nave, permitindo que os estudantes simulem o gasto e o ganho de energia durante a atividade.

A **tarefa 4** , que introduz o conceito de matrizes, passou por modificações significativas. A matriz é representada por uma caixa de ovos, e a ordem de apresentação do conceito foi alterada: inicialmente, a caixa de ovos é introduzida, explicando tamanho, dimensão, posição e coordenadas (linhas e colunas), e somente após essa compreensão é apresentado o conceito de matriz. Para reforçar o entendimento dos estudantes sobre coordenadas, novos exemplos foram incluídos. Imagens de uma caixa de ovos com coordenadas foram criadas para ajudar os estudantes a localizar a coordenada de cada ovo. Além disso, foi elaborado um material para a prática com feijões representando valores, incluindo cartas que simulam o jogo “Uma Aventura no Espaço”, especificando qual e quantas pedras o estudante conseguiu em determinado planeta. Com isso, o estudante deve atualizar sua matriz acessando a posição correta e adicionando os feijões correspondentes. Por fim, a **tarefa 5** reforça o conceito de matriz. O mapa das pedras foi removido do plano de aula devido à sua complexidade e ao fato de que ele apenas repetiria o conceito de matriz, já abordado pela matriz de planetas. Para explicar a matriz de planetas, optou-se por introduzir primeiro a diagonal principal e, em seguida, preencher cada posição da matriz.

3. Jogo Digital

O uso de um jogo plugado³ na atividade oferece benefícios como a ampliação do contato dos estudantes com o computador, dispositivo essencial, mas nem sempre presente em seu cotidiano. Além de reforçar conceitos de forma inovadora, o jogo, por seu apelo visual e criativo, complementa o ensino. A BNCC Computação (habilidade EF01CO06) prevê que, já no 1º ano, os estudantes reconheçam e explorem artefatos computacionais. Contudo, devido à falta de adequação das escolas a essa diretriz, muitos estudantes do 4º ano podem ter tido poucas oportunidades de interação com esses artefatos, tornando essa experiência ainda mais valiosa.

Para a implementação do jogo, foi utilizada a engine Godot⁴. A escolha pela Godot se deu por sua natureza gratuita, open-source (código aberto) e bem documentada. O jogo foi desenvolvido inteiramente utilizando a linguagem GDScript. O código-fonte e os executáveis do jogo estão disponíveis gratuitamente em um repositório no GitHub⁵. Como os detalhes técnicos da implementação do jogo não são o foco deste artigo, esses aspectos não serão abordados. O jogo é composto por três níveis, cada um abordando o conteúdo de uma das três primeiras tarefas da atividade. Cada nível é subdividido em

³Atividades plugadas desenvolvem conceitos da Computação com o uso de recursos digitais [da Silva Ticon et al. 2022].

⁴Disponível em: <https://godotengine.org/>.

⁵Disponível em: <https://github.com/Equiel-1703/jogo-ExpPC>.

várias fases, e em cada fase, o jogador deve alcançar ao menos um destino (planeta) com seu foguete. A seguir, são descritas as abordagens de cada nível.

O **nível 1** foca no conceito de rota, abordado na tarefa 1. O estudante deve traçar uma rota para o foguete, clicando e arrastando o mouse, do ponto de partida até o planeta solicitado. Após desenhar a rota, deve informar o comprimento e os movimentos necessários para completá-la. O estudante vence a fase quando os movimentos informados permitem que o foguete siga a rota com precisão. O jogo avança para a próxima fase após o destino ser alcançado. Em algumas fases, o estudante deve traçar a menor rota possível. O **nível 2** segue a estrutura do primeiro, mas agora as fases contêm múltiplos destinos na mesma viagem. Esse nível reforça o conceito de composição de vetores, conforme visto na tarefa 2, e também aborda o conceito de vetor reverso. Em algumas fases, o estudante deve inverter os movimentos de uma trajetória para retornar a um planeta anterior. No **nível 3**, os estudantes devem gerenciar uma bateria durante as viagens, onde cada movimento do foguete consome uma unidade de energia. Os estudantes precisam planejar as rotas cuidadosamente para evitar que a bateria se esgote no meio da viagem, o que resulta em derrota. O mapa deste nível contém baterias flutuantes que fornecem pontos de energia ao foguete quando ele passa por elas. Esse nível visa praticar o cálculo do comprimento de vetores e a composição de vetores.

Para monitorar o desempenho dos estudantes, foi adicionado um *logger* no jogo, que registra acertos, erros e o tempo em cada fase, permitindo a análise das fases mais difíceis e quantas vezes os estudantes perderam. O jogo também permite a personalização de cada nível, com o código desenvolvido para carregar as fases de um arquivo JSON com destinos e modos de viagem, permitindo ao professor ajustar a dificuldade.

4. Relato de Aplicação

A atividade foi aplicada a 21 estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental da E.M.E.F. Ferreira Viana, em Pelotas/RS, com idades entre 9 e 11 anos⁶. Foram realizados 13 encontros de 1h30 cada, ao longo de 11 semanas. A aplicação seguiu a estrutura das 5 tarefas da atividade, incluindo um encontro adicional para a dinâmica do jogo digital. Para consolidar o aprendizado, também foram realizados 4 encontros de revisão. Cada encontro contou com 3 a 4 graduandos dos cursos de Ciência da Computação ou Engenharia de Computação, com um responsável pela condução da aula e os demais auxiliando nas atividades e no acompanhamento dos estudantes. No **primeiro** e **último** encontros, foram aplicados, respectivamente, um pré-teste (com 20 estudantes) e um pós-teste (com 13 estudantes) com o objetivo de avaliar o impacto da aplicação do projeto. O teste consistia em 7 questões, incluindo tanto de múltipla escolha quanto dissertativas, totalizando 10 pontos.

Para acompanhar o desenvolvimento das atividades e registrar observações durante as aulas, foram elaboradas fichas de observação. Essas fichas permitiram anotar detalhes sobre a participação dos estudantes, dificuldades encontradas e outros aspectos relevantes do processo de ensino-aprendizagem. Com base nessas observações, os encontros seguintes foram ajustados para atender às necessidades identificadas.

⁶Pesquisa vinculada ao projeto ExpPC - Explorando o Pensamento Computacional para a Qualificação do Ensino Fundamental (CAAE 73891417.0.0000.5317).

No **segundo encontro**, estava planejada a execução da **tarefa 1**. Embora os estudantes presentes tenham sido participativos, as condições climáticas adversas resultaram em baixa frequência. Além disso, os estudantes estavam bastante agitados, o que dificultou o andamento da atividade. Em razão disso, a tarefa 1 não foi concluída e decidiu-se reaplicá-la no encontro seguinte. No **terceiro encontro**, a **tarefa 1** foi então reaplicada. A maioria dos estudantes demonstrou interesse e engajamento, com apenas alguns apresentando sinais de dispersão. Durante a aula, percebeu-se que a tarefa estava excessivamente extensa, e, para evitar o cansaço dos estudantes antes da lista de exercícios, alguns exemplos do material não foram apresentados. Constatou-se também que a lista de exercícios estava muito longa, o que foi corrigido nas listas seguintes.

No **quarto encontro**, foi realizada a **tarefa 2**, que introduziu dois novos conceitos: composição e reverso de rotas. Durante a aplicação, observou-se certa confusão entre os conceitos, o que pode ser atribuído ao fato de se tratarem de definições recém-introduzidas, que exigiam a realização de passos específicos para serem aplicadas corretamente nos exercícios. Apesar disso, a maioria dos estudantes demonstrou interesse, embora a participação tenha sido restrita aos mesmos estudantes.

O **quinto encontro** teve como objetivo a realização da **tarefa 3**. Os estudantes continuaram a interagir quando solicitados, embora a participação espontânea tenha sido limitada. Eles demonstraram entender e gostar do conceito de bateria, e essa abstração facilitou a execução das comparações de vetores. No entanto, observou-se uma falha na retenção de conteúdos abordados anteriormente, como dimensão, traçado de rota e contagem de movimentos. Como resultado, decidiu-se reduzir o ritmo de progressão das atividades e reforçar os conceitos fundamentais. Dessa forma, a lista de exercícios da tarefa 3 não foi aplicada.

O **sexto encontro** consistiu na primeira **revisão** realizada com os estudantes, abordando conceitos relacionados a **vetores**: construção de rotas, contagem de movimentos e criação do vetor de movimentos correspondente. Para essa aula, adotou-se uma metodologia mais dinâmica: a turma foi dividida em dois grupos, que acumulavam pontos ao responder corretamente às perguntas e eram convidados a resolver os exercícios no quadro da sala de aula. Essa abordagem despertou entusiasmo nos estudantes, que demonstraram grande interesse pela atividade.

No **sétimo encontro**, a **revisão** foi continuada, retomando os conteúdos da aula anterior e avançando para o conceito de **vetor reverso**. Manteve-se a dinâmica adotada no encontro anterior, porém, desta vez, os resultados não foram tão positivos. Ao longo da aula, a dispersão dos estudantes aumentou, especialmente quando a atenção se concentrou no estudante que estava no quadro, em detrimento das interações que incentivavam o engajamento coletivo por meio da competição e da expectativa. Apesar disso, a revisão contribuiu para a consolidação dos conhecimentos, e os estudantes apresentaram avanços na compreensão e aplicação dos conteúdos.

O **oitavo encontro** foi dedicado à **atividade plugada** (descrita na Seção 3) no laboratório de informática da escola. Cada estudante teve a oportunidade de jogar individualmente em um computador, e a turma demonstrou grande motivação e interesse. Durante a atividade, foi frequente a necessidade de apoio dos aplicadores para esclarecer os objetivos das fases, especialmente para um grupo reduzido de estudantes que não

liam as instruções do jogo. Além disso, algumas dificuldades persistiram, como a falta de familiaridade com computadores e a dificuldade em recordar com clareza os conteúdos abordados nas aulas. Contudo, a atividade foi bastante produtiva: ao final da aula, muitos estudantes permaneciam concentrados jogando, sendo necessário incentivá-los a encerrar a aplicação, pois estavam relutantes em finalizar antes de concluir o jogo.

No **nono encontro**, as revisões em sala de aula foram retomadas, abordando os conteúdos de rotas compostas e baterias, concluindo assim a **tarefa 3**, cuja lista de exercícios ainda não havia sido aplicada. Embora os estudantes estivessem mais dispersos e agitados do que o habitual, mostraram-se bastante participativos quando solicitados. Observou-se que a revisão por meio do jogo no laboratório teve um impacto positivo, pois todos os estudantes conseguiram resolver corretamente as questões no quadro e demonstraram pouca dificuldade com os exercícios da lista.

O **décimo encontro** teve como objetivo a execução da **tarefa 4**. Durante a aula, os estudantes demonstraram certo nível de distração, e a participação foi inferior ao esperado. As atividades em sala utilizaram a caixa de ovos como matriz, recurso que pareceu favorecer a compreensão do conteúdo. No entanto, embora os estudantes tenham apresentado bom desempenho, o tempo necessário para a realização das atividades foi maior do que o previsto, impossibilitando a aplicação da lista de exercícios.

O **décimo primeiro encontro** foi dedicado à **revisão da tarefa 4**, à aplicação de sua **lista de exercícios** e à execução da **tarefa 5**. A distração dos estudantes foi menos evidente, mas as interações foram reduzidas, principalmente devido à ausência de alguns dos estudantes mais participativos. No primeiro momento, durante a retomada dos conteúdos da aula anterior, os estudantes demonstraram interesse e não apresentaram dificuldades na resolução da primeira lista de exercícios. No entanto, a recepção da lista de exercícios da **tarefa 5** foi diferente: a matriz apresentada era extensa, o que inicialmente causou apreensão nos estudantes, mesmo após a explicação de que não era necessário preenchê-la completamente. Esse receio gerou inquietação ao longo da aula, intensificando-se nos momentos finais e desmotivando alguns estudantes a concluírem o exercício. Além de extensa, a atividade não foi adequadamente planejada para permitir uma avaliação que gerasse um diagnóstico útil. O baixo número de respostas dos estudantes, somado à grande quantidade de questões, dificultou a categorização e a extração de informações relevantes. Por isso, optou-se por remover a avaliação dessa lista dos resultados.

No **décimo segundo encontro**, foi proposta uma **revisão de matrizes** com temas variados, visando exercitar a compreensão dos estudantes e reforçar os conceitos aprendidos fora do contexto de “Uma Aventura no Espaço”, estimulando a interpretação. As atividades envolveram, inicialmente, uma matriz representando a relação entre as cores dos olhos de pais e filhos e, posteriormente, um jogo de batalha naval no quadro. Apesar do número reduzido de estudantes presentes, aqueles que compareceram demonstraram interesse e aparentaram compreender bem a aplicação dos conceitos trabalhados.

5. Resultados e Discussões

Conforme os registros observacionais, constatou-se que os estudantes necessitam de vários encontros para consolidar os conceitos e compreender corretamente suas aplicações. Além disso, eles tendem a se dispersar facilmente após aproximadamente 45 minutos de atividade e demonstram cansaço quando os encontros se estendem por mais de um

período. Notou-se também que os estudantes não mostram entusiasmo em repetir muitas vezes o mesmo tipo de exercício, mesmo que ainda não tenham dominado completamente o conteúdo. No entanto, eles demonstram grande interesse por desafios e atividades de competição. Com base nessas observações, as sugestões para aprimorar as atividades incluem o progresso lento e diversificado dos conceitos, alternando entre apresentação de novos conteúdos e aplicações práticas, preferencialmente em contextos diferentes. Outro ponto importante é a necessidade de buscar estratégias para incentivar a participação espontânea, o que pode ser feito através de atividades como perguntas e respostas rápidas, jogos de recompensa, desafios em equipes e atividades interativas, que atraem o interesse de crianças de 09 a 11 anos e as incentivam a se envolver ativamente na aula.

Os resultados indicam que muitos estudantes apresentaram pouca familiaridade com a manipulação de computadores, evidenciando a necessidade de maior exposição a esse tipo de tecnologia. Nesse sentido, a alternância entre encontros desplugados e plugados mostrou-se uma estratégia relevante, pois possibilitou um contato gradual e progressivo com os recursos digitais. Além disso, observou-se que o uso do jogo digital contribuiu positivamente para a retenção dos conceitos trabalhados, facilitando a aplicação dos conteúdos em atividades posteriores. No entanto, um desafio identificado foi a dificuldade de alguns estudantes em ler e compreender as instruções do jogo, o que impactou seu desempenho. Para mitigar esse problema, é recomendável adotar estratégias que incentivem essa leitura, como a inserção de desafios iniciais que exijam a interpretação das instruções antes do início do jogo, o uso de guias visuais mais chamativos e interativos, ou até a implementação de pequenas recompensas para aqueles que demonstrarem compreensão das regras antes de avançar nas fases.

A solicitação de participação voluntária em atividades e discussões frequentemente resulta na participação recorrente dos mesmos estudantes, enquanto outros permanecem passivos. Por outro lado, chamar os estudantes um a um pode, em alguns casos, causar constrangimento, especialmente para aqueles que se sentem inseguros em expor suas respostas. Diante disso, é essencial adotar estratégias que incentivem uma participação mais equilibrada e confortável para todos. Algumas alternativas incluem o uso de sorteios ou rodízios para garantir que diferentes estudantes tenham a oportunidade de contribuir, a criação de desafios em duplas ou pequenos grupos para promover um ambiente colaborativo e menos intimidador, e o emprego de ferramentas digitais, como enquetes ou quiz interativos, permitindo que os estudantes respondam anonimamente antes de compartilhar suas respostas. Além disso, o reforço positivo e a valorização das tentativas, independentemente da precisão das respostas, podem aumentar a confiança dos estudantes e torná-los mais dispostos a participar ativamente das atividades.

Os testes (pré e pós) permitiram avaliar se as atividades desenvolvidas em sala de aula melhoraram o desempenho dos estudantes na resolução das questões. A nota do pré-teste descreve a condição inicial do estudante em relação às habilidades trabalhadas nas atividades e a diferença entre as notas do pós e do pré-teste, denominada ganho, expressaria a melhora no desempenho do estudante. Para verificar a eficácia do teste na avaliação das habilidades trabalhadas, ele foi aplicado a uma turma de 4º ano (com 12 estudantes), da mesma escola, que não participou do projeto, considerada controle. As medidas descritivas das notas, no pré e no pós-teste, e do ganho dos estudantes, para ambas as turmas, experimental (submetida as atividades) e controle, são apresentadas na

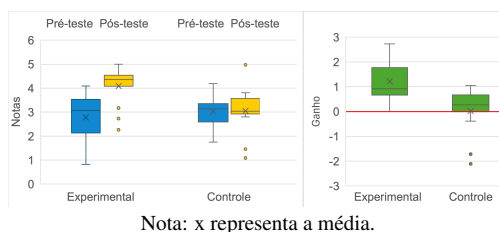
Tabela 1; e os gráficos de caixa representando a distribuição desses dados podem ser observados na Figura 1.

Tabela 1. Descrição das notas e ganho das turmas nos testes (pré/pós).

Turma	Número de alunos	Teste	Média	Desvio padrão	CV (%)	Mínimo	Mediana	Máximo
Experimental	13	Pré	2,78	1,08	38,78	0,82	3,07	4,09
		Pós	4,09	0,84	20,52	2,26	4,35	5,00
		Ganho	1,31	0,78	-	0,44	0,93	2,73
Controle	12	Pré	3,03	0,66	21,92	1,74	3,13	4,18
		Pós	3,05	1,02	33,35	1,09	3,03	4,97
		Ganho	0,02	1,00	-	-2,11	0,36	1,05

Embora 20 estudantes da turma experimental tenham realizado o pré-teste, nesta descrição foram considerados apenas os 13 estudantes que realizaram os dois testes. Analisando as notas da turma experimental, observa-se que a média no pré-teste foi 2,78 pontos, com desvio padrão 1,08 pontos; enquanto no pós-teste a média foi 4,09 pontos e o desvio padrão 0,84 pontos. Observa-se que, embora a média no pós-teste tenha sido consideravelmente maior do que no pré-teste, as notas do pós-teste foram relativamente baixas, com valor máximo igual a 5. O ganho médio positivo (1,31 pontos) indica que no pós-teste houve melhora no desempenho geral da turma. Para a turma controle verifica-se que as médias do pré e do pós-teste são muito próximas, 3,03 e 3,05, respectivamente, com uma variação mais elevada para as notas do pós-teste. Deste modo, o ganho médio é muito próximo de zero, resultado que já era esperado, uma vez que a turma não realizou as atividades que poderiam melhorar o seu desempenho no pós-teste.

Figura 1. Distribuição das notas nos testes e do ganho nas duas turmas.



Os gráficos de caixa, apresentados na Figura 1, evidenciam que somente as notas do pré-teste da turma controle apresentaram distribuição aproximadamente simétrica. No pós-teste desta turma, a maioria das notas foram homogêneas e próximas da mediana, mas ocorreram valores discrepantes, dois inferiores e um superior. As notas do pré e pós-teste da turma experimental apresentaram distribuições assimétricas negativas. No pré-teste somente 25% dos estudantes alcançaram nota superior a 3,5 pontos; enquanto no pós-teste, 75% dos estudantes obtiveram nota maior ou igual a 4,1 pontos; e três estudantes (25%) tiveram notas muito baixas (discrepantes) em relação aos demais. Quanto à variável ganho, verifica-se assimetria na distribuição para ambas as turmas; assimetria positiva para a turma experimental e negativa, com valores discrepantes inferiores, para a turma controle. O formato da distribuição é um critério importante na aplicação dos testes de significância.

Os resultados indicados pela análise descritiva (Tabela 1) podem ser confirmados ou não por um teste de significância. O ganho médio da turma experimental sugere que as atividades do projeto melhoraram o desempenho dos estudantes no pós-teste. A significância desse ganho pode ser verificada pelo teste t para amostras pareadas. A hipótese

sob verificação (H_0) neste teste supõe que o ganho médio (μ) dos estudantes não difere de zero, ou seja, $H_0: \mu = 0$. Na prática essa hipótese significa que a atividade não melhora o desempenho dos estudantes no pós-teste.

A aplicação do teste t requer a normalidade dos dados, por isso, inicialmente, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk [Ferreira 2005] para a variável ganho. Os resultados desse teste revelaram que a hipótese de normalidade dos dados não foi rejeitada para a turma experimental, mas foi rejeitada para a turma controle. Assim, aplicou-se o teste t para turma experimental e o teste não paramétrico de Wilcoxon [Siegel 1981], que não exige a normalidade dos dados, para a turma controle, ambos com nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$). Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos testes de significância para a variável ganho. Observa-se que o ganho foi altamente significativo ($p<0,0001$) para a turma experimental e não significativo ($p=0,5195$) para a turma controle. Deste modo, a hipótese de nulidade para a turma experimental foi rejeitada, significando que as atividades do projeto promoveram melhora significativa no desempenho médio dos estudantes no teste.

Tabela 2. Significância para o ganho em amostras pareadas nas duas turmas.

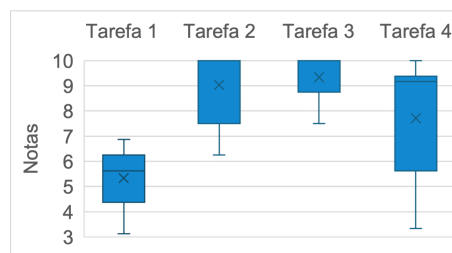
Turma	Ganho médio	Valor da hipótese	Estatística do teste ¹	Valor p	α	Resultado
Experimental	1,31	0	t = 6,1	< 0,0001	0,05	Significativo
Controle	0,22	0	S = 8	0,5195	0,05	Não significativo

¹ t: estatística do teste t; S: estatística do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon.

Os estudantes também foram avaliados por meio de listas de exercícios que resolviam após a conclusão de cada tarefa. A distribuição das notas dos estudantes nos exercícios de cada tarefa pode ser verificada nos gráficos de caixa da Figura 2.

O formato assimétrico negativo da distribuição, observado em todas as tarefas, mostra que a maioria das notas é maior do que a média. Nas Tarefas 2 e 3 a maioria dos estudantes apresentou notas muito altas; enquanto na Tarefa 1 pelo menos metade da turma obteve notas abaixo de 6,0, provavelmente devido à extensão da lista que inviabilizou a sua resolução no tempo disponível. A Tarefa 4 foi a que os estudantes apresentaram notas mais heterogêneas.

Figura 2. Distribuição das notas por tarefa.



Nota: x representa a média.

As medidas descritivas e limites de confiança para a média das notas constam na Tabela 3. Junto a cada lista de exercícios foi entregue aos estudantes uma pesquisa de satisfação em relação às aulas ministradas, conteúdos abordados e exercícios propostos. Os resultados destas consultas são apresentados no gráfico da Figura 3. O número de estudantes variou entre as tarefas devido a eventuais ausências nos dias de avaliação.

Pode-se verificar na Tabela 3 que a turma obteve o melhor desempenho nas Tarefas 2 e 3, onde as médias foram altas (9,0 e 9,3, respectivamente) e os coeficientes de variação foram baixos, indicando notas homogêneas. Em ambas as tarefas pelo menos metade dos estudantes obteve a nota máxima. O pior desempenho foi observado na Tarefa 1, onde as notas variaram de 3,1 a 6,8 e a média foi 5,3. Na Tarefa 4 a média da turma foi 7,7, com notas variando de 3,3 a 10,0, mas 50% dos estudantes alcançaram nota maior ou igual a

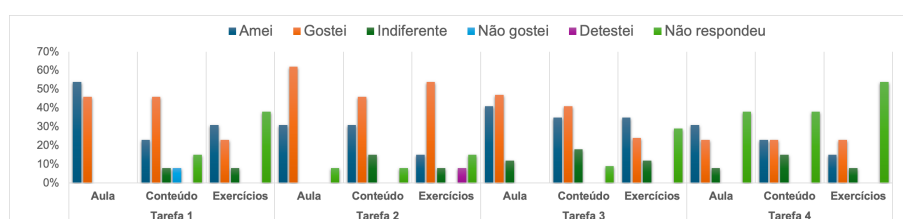
Tabela 3. Descrição das notas das tarefas e limites de confiança para a média.

Atividade	Tarefa	n	Medidas descritivas						Limites de confiança (95%)	
			Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)	Inferior	Superior
Vetores	1	13	3,13	5,63	6,88	5,34	1,19	22,23	4,62	6,05
	2	13	6,25	10,00	10,00	9,04	1,36	15,10	8,21	9,86
	3	17	7,50	10,00	10,00	9,34	1,00	10,71	8,82	9,85
Matrizes	4	12	3,33	9,17	10,00	7,71	2,59	33,60	6,06	9,35

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

9,2. Cabe ressaltar que as notas das avaliações das atividades desenvolvidas em sala de aula foram muito superiores às notas observadas no pós-teste.

Figura 3. Frequência das respostas dos estudantes na pesquisa de satisfação.



Na pesquisa de satisfação, os estudantes revelaram ter apreciado mais as aulas do que os conteúdos e os exercícios, conforme ilustrado no gráfico da Figura 3. Para Aula, 100% dos estudantes responderam “Amei” ou “Gostei” na tarefa 1, 93% na tarefa 2, 88% na tarefa 3 e 54% na tarefa 4. Para Conteúdo, 69% dos estudantes responderam “Amei” ou “Gostei” na tarefa 1, 77% na tarefa 2, 76% na tarefa 3 e 46% na tarefa 4. Para Exercícios, 54% dos estudantes responderam “Amei” ou “Gostei” na tarefa 1, 69% na tarefa 2, 59% na tarefa 3 e 38% na tarefa 4. Também fica evidente nesta pesquisa que o nível de satisfação dos estudantes decresce da primeira até a última tarefa.

6. Considerações Finais

Este estudo propôs melhorias na atividade “Uma Aventura no Espaço” para introdução de vetores e matrizes, incorporando atividades pedagógicas plugadas e desplugadas. A eficácia foi avaliada por observação, pré e pós-testes e pesquisa de satisfação. Os resultados indicaram que os estudantes necessitam de múltiplos encontros para consolidar os conceitos e que atividades interativas aumentam o engajamento. A alternância entre recursos desplugados e o jogo digital teve impacto positivo, apesar de desafios na leitura das instruções do jogo. Os pré e pós-testes indicaram ganho significativo no desempenho da turma experimental, confirmado estatisticamente, em contraste com a turma controle. A pesquisa de satisfação mostrou maior apreço dos estudantes pelas aulas do que pelos conteúdos e exercícios, com queda no interesse ao longo das tarefas, sugerindo a importância de diversificar as atividades para manter o engajamento.

Em suma, as atividades foram eficazes no ensino dos conceitos, mas ajustes nas tarefas e estratégias de engajamento podem aprimorar ainda mais os resultados. Como trabalho futuros, seria interessante expandir a atividade para incluir outros tipos de estruturas de dados, além de criar novas atividades sobre vetores e matrizes com contextos variados, para avaliar a capacidade dos estudantes de transferir o que aprenderam de um contexto para outro.

Referências

- BELL, T., WITTEN, I., and FELLOWS, M. (2011). Ensinando ciência da computação sem o uso do computador. 2011. *Traduzido de Computer Science Unplugged (csunplugged.org)*. Disponível em: <https://classic.csunplugged.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 janeiro de 2024.
- Cerqueira, T. d. O., Silva, A. P. S., and Araujo, L. G. d. J. (2023). Codebo unplugged: Um jogo desplugado para o ensino de pilha. In *Anais do EduComp 2023 - Conferência Brasileira de Educação em Computação*. SBC.
- da Silva Ticon, S. C., de Abreu Mól, A. C., and Legey, A. P. (2022). Atividades plugadas e desplugadas na educação infantil no desenvolvimento do pensamento computacional. *Dialogia*, pages e21751–e21751.
- Fernandes, R. M. M., Motta, C. L. R. d., et al. (2024). Estruturas de dados na bncc – introduzindo a noção de listas, pilhas e filas no 5º ano do ensino fundamental na perspectiva da aprendizagem significativa ausubeliana. In *Anais do SIBGRAPI 2024 - Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens*. SBC.
- Ferreira, D. (2005). *Estatística básica*. Editora UFLA.
- Ferrão, R., Abreu, L., Cavalheiro, S., Foss, L., Du Bois, A., Piana, C., Pernas, A., and Reiser, R. (2024). Uma abordagem para a introdução de estruturas de dados homogêneas no ensino fundamental. In *Anais do XXXII Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 70–80, Brasília, DF, Brasil. SBC.
- França, M. (2024). Desafios na implementação da computação na educação básica: capacitação docente e adequação curricular. *Revista Brasileira de Educação em Computação*, 29(2):45–60.
- Gomes, L. S., Araujo, L. G. J., et al. (2021). Codebô: Um puzzle game educacional sobre estrutura de dados. In *Anais do EduComp 2021 - Conferência Brasileira de Educação em Computação*. SBC.
- 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.
- Siegel, S. (1981). *Estatística Não-paramétrica Para as Ciências do Comportamento*. McGraw-Hill.