

Avaliação da eficiência das metodologias de Problem Based Learning e Rotação por Estações em conjunto durante o ensino de Robótica

Lucielton M. Silva, DC/UFRPE, lucielton.silva@ufrpe.br

<https://orcid.org/0000-0002-4405-9800>

Matheus S. Leite, DC/UFRPE, mths.exe@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-1071-1695>

Luiz Antônio O. de Melo, DC/UFRPE, lulinhaoliveirademelo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-1791-7147>

Matheus José B. M. Freitas, DC/UFRPE, bandeira.freitas2013@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-9339-3071>

Rodrigo Lins Rodrigues, DED/UFRPE, rodrigomuribec@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3598-5204>

Resumo. *Com o ensino de programação cada vez mais presente nas escolas, metodologias de ensino eficazes se fazem necessárias para desenvolver e estimular a aprendizagem. Nesta pesquisa tivemos como objeto de estudo a construção e avaliação de um curso de programação utilizando kits robótica Lego. O desenvolvimento do curso abordou o uso de duas metodologias ativas: Baseada em Projetos e Rotação por Estações. Como instrumentos metodológicos de softwares foram utilizadas as ferramentas Code.org, Kahoot e Scratch, com foco em estimular o interesse nas aulas e conteúdos. Estas ferramentas foram utilizadas, também, para gerar índices de aprendizagem, de forma avaliativa juntamente com alguns critérios de observações pré-definidos, um pré-teste e pós-teste, realização de desafios e entrega do projeto. Onde, por fim, a pesquisa resultou, no geral, em ganhos significativos de aprendizagem dos pilares do pensamento computacional e do desenvolvimento individual dos alunos.*

Palavras-chave: *robótica, problem based learning, rotação por estações*

Evaluating the efficiency of Problem Based Learning and Station Rotation methodologies together during Robotics teaching

Abstract. *With programming education becoming increasingly present in schools, effective teaching methodologies are necessary to develop and stimulate learning. In this research, we focused on the construction and evaluation of a programming course using Lego robotics kits as the object of study. The course development addressed the use of two active methodologies: Project-Based Learning and Station Rotation. As methodological instruments, we used Code.org, Kahoot, and Scratch tools to stimulate interest in the lessons and content. These tools were also used to generate learning indices, evaluated by predefined observation criteria, pre-test and post-test, challenges, and project delivery. Ultimately, the research resulted in significant learning gains for most pillars of computational thinking.*

Keywords: *robotics, problem based learning, station rotation*

1. Introdução

Com a crescente evolução da tecnologia nas últimas décadas, é cada vez mais evidente o seu impacto na sociedade e na nossa forma de vida. A tecnologia é tão essencial no nosso cotidiano que é fundamental ter pelo menos uma compreensão básica dela. Por essa razão, é importante avaliar metodologias ativas de aprendizagem e perceber seu impacto em diferentes perfis de alunos, a fim de ampliar a capacidade de ensino e melhorar o processo de aprendizagem como um todo.

De acordo com Filho et al. (2020), o panorama atual da educação demanda novos objetivos voltados para o desenvolvimento de competências e habilidades. Diante dessa necessidade, surgem metodologias inovadoras que buscam atender a essas demandas educacionais, incluindo as metodologias ativas de aprendizagem.

Nos últimos anos, a robótica e a programação vêm ganhando cada vez mais espaço nas escolas e na sociedade em geral. A possibilidade de desenvolver soluções para problemas reais, utilizando ferramentas tecnológicas, tem atraído muitos jovens e despertado o interesse em áreas como ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

A aplicação de metodologias ativas de aprendizagem vem crescendo ultimamente como forma de aprimorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais efetivo, como mencionado por Lima-júnior et al. (2021). A maior contribuição de utilizar modelos de aprendizagem ativos ou híbridos é a ampliação dos limites da sala de aula física, em que o professor deixa de ser o ponto central do processo e o aluno passa a ter uma postura mais ativa, podendo vivenciar o contato com vários recursos midiáticos por conta própria, o que auxilia em seu aprendizado.

Conforme mencionado por Noh e Lee (2020), o uso de linguagens de programação e robôs nas aulas de programação pode estimular o envolvimento dos estudantes e, em última análise, melhorar os resultados de aprendizagem, especialmente para alunos em nível básico.

Diante desse contexto, esta pesquisa buscou aplicar e avaliar duas metodologias ativas de aprendizagem: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) em conjunto com a metodologia de Rotação por Estações, durante o ensino de programação utilizando o Kit Lego EV3 como instrumento pedagógico para alunos do ensino fundamental II. O objetivo é avaliar o impacto dessas abordagens e o progresso dos alunos ao longo do curso, verificando se a utilização dessas metodologias em conjunto pode contribuir para a efetividade do ensino de programação.

2. Fundamentação Teórica

O uso de robótica educacional com aprendizagem baseada em problemas reais é uma abordagem interessante e eficaz para desenvolver o pensamento computacional e os conceitos científicos. A robótica educacional é considerada atrativa e motivadora para os alunos, já que os estimula a agir, pensar e resolver problemas reais, o que pode ajudá-los

a entender o problema com mais profundidade e, assim, compreender melhor os conceitos científicos (CABRAL et al., 2019).

De acordo com Borochovcicius e Tortella (2014), a Aprendizagem Baseada em Problemas tem como objetivo capacitar o aluno e construir o aprendizado conceitual, procedimental e atitudinal por meio de problemas propostos que o expõem a situações motivadoras e o preparam para o mundo do trabalho. Logo, é possível evidenciar não só a importância do aprendizado voltado para a sala de aula, mas também para a construção de sua vida profissional.

Com base nisso, podemos destacar que a ABP tem como intuito exercitar o pensamento cognitivo e o trabalho em equipe, fazendo com que os alunos atuem de forma conjunta buscando solucionar os problemas propostos. Além disso, é possível destacar alguns benefícios, como o pensamento crítico e reflexivo, em que é necessário analisar informações, avaliar opções e tomar decisões para solucionar os problemas.

Conforme mencionado por Valls Pou et al. (2022), a aplicação e o desenvolvimento da ABP como metodologia não apenas aumentam a motivação e o aprendizado, mas também promovem o desenvolvimento das habilidades necessárias para o século 21. Um dos objetivos é aprender o pensamento computacional por meio do uso de plataformas de programação tecnológica no campo da educação, em um contexto global e interconectado, como na ABP.

Decidimos neste trabalho complementar os pontos positivos da ABP com outra metodologia para potencializar os resultados e melhorar a absorção dos conteúdos pelos alunos. Para isso, escolhemos a metodologia de rotação por estações como uma abordagem complementar. A rotação por estações é uma abordagem pedagógica na qual os estudantes trocam de estações de aprendizado para obter um conhecimento amplo sobre o assunto, com atividades variadas.

Na aprendizagem por estações, os estudantes são divididos em grupos e direcionados a fazer movimentações entre as estações, a fim de ter uma aprendizagem variada e abrangente. As estações podem estar organizadas em temas, habilidades, níveis de dificuldade, entre outros. O ponto-chave dessa estratégia é utilizar diversos recursos para promover o conhecimento aos alunos, abordando o assunto de várias formas e permitindo que os alunos relacionem o aprendizado em diferentes pontos, ativamente para a formação dos alunos e para o seu sucesso no mundo do trabalho.

A partir disso, é possível evidenciar benefícios, como a inclusão de feedbacks, tanto individuais quanto para o grupo, estimulando o trabalho colaborativo dos alunos, ampliação de possibilidades para que o professor possa explorar com grupos menores de alunos e também os inúmeros recursos mencionados por Souza e Andrade (2016).

3. Metodologia

Nesta seção, será exposto o método adotado para a realização da pesquisa. Primeiramente, serão apresentados os detalhes do planejamento dos cursos, seguidos pela descrição das metodologias ativas utilizadas durante o desenvolvimento da pesquisa. O fluxograma da metodologia deste trabalho é ilustrado na Figura 1, evidenciando as etapas que compuseram o desenvolvimento do estudo. O processo foi

dividido em dois momentos: o momento de planejamento e o momento de execução das metodologias.

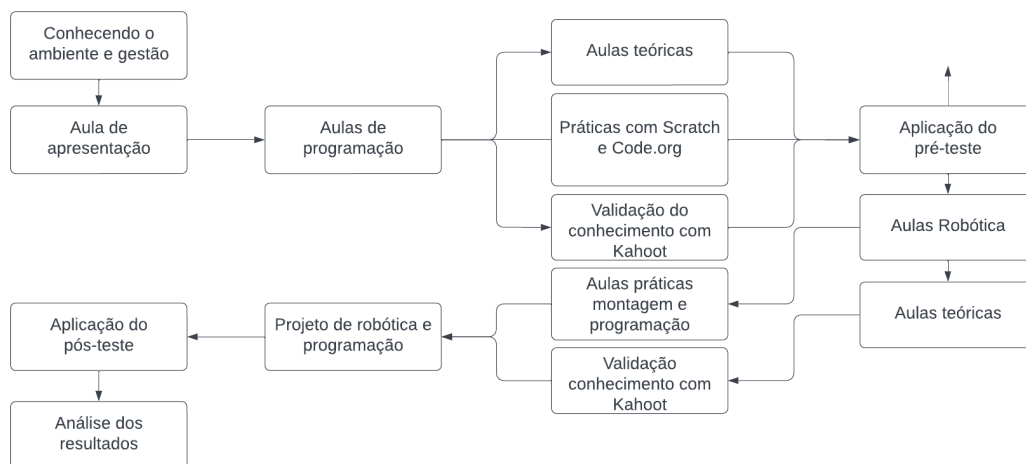


Figura 1. Execução das Metodologias

Fonte: Autores

3.1. Planejamento do Curso

Abaixo será apresentado todo o processo de planejamento dos cursos, iniciando com as definições das equipes de professores e suas metodologias de ensino ativas adotadas nos cursos, assim como a elaboração da aplicação dessas metodologias, a estruturação das aulas e o uso de materiais educativos. Isso torna a apresentação dos conceitos de programação mais lúdica e atraente, promovendo maior engajamento.

3.2 Metodologias de ensino

Este estudo utilizou uma abordagem de aprendizagem baseada em problemas (ABP) e rotações por estações (RPE) para ensinar robótica com LEGO EV3 e programação em blocos para crianças de 9 a 14 anos, que moravam na região da UTEC. Foram 11 alunos, e em sua maioria - estudavam em escolas públicas e nunca tiveram contato com robótica ou programação antes.

Para implementar essa abordagem de ensino, um programa de nove semanas foi desenvolvido, com aulas de duas horas por dois dias na semana. O programa foi dividido em três partes: introdução à robótica e programação em blocos; aplicação de conceitos de robótica para resolver problemas do mundo real; e a construção de projetos finais utilizando LEGO EV3.

As atividades do programa foram desenvolvidas com base em padrões de aprendizagem de robótica e programação em blocos para crianças da faixa etária que foi trabalhada, tais como a linguagem de programação Scratch e o currículo Lego Mindstorms. As rotações por estações foram estruturadas para permitir que os alunos trabalhassem em grupos pequenos e interagissem com diferentes atividades em cada estação.

3.3 Estrutura e materiais didáticos

Durante esta etapa, deu-se início à organização e elaboração do conteúdo educacional utilizado nos cursos. Com esse intuito, foram dedicadas cerca de duas semanas para a completa construção do curso e seu respectivo material didático. O curso foi planejado com a finalidade de oferecer um total de dezesseis aulas, nas quais o enfoque principal foi o aprimoramento das habilidades em programação dos alunos, por meio da aplicação dos conceitos de robótica utilizando o KIT LEGO MINDSTORMS EV3. Na Tabela 1, encontram-se expostos os conteúdos abordados nos encontros.

Tabela 1. Cronograma Simplificado do Curso

Fonte: Autores

Primeira semana	Introdução a Lógica através de jogos
Segunda semana	Variáveis e estrutura de controle
Terceira semana	Blocos de Eventos
Quarta semana	Projeto Entregável; Pré-teste;
Quinta semana	Blocos de motores, sensores e movimento
Sexta semana	Desafios com entregável; Revisão;
Sétima semana	Início da montagem do projeto;
Oitava semana	Montagem e desenvolvimento lógico;
Nona semana	Montagem e desenvolvimento lógico;
Décima semana	Pós-teste; Encerramento;

Assim sendo, a equipe definiu o escopo das aulas de robótica, com foco na apresentação dos motores e sensores do kit, além da programação para movimentação dos robôs. Em relação a programação, a abordagem adotada teve o intuito de promover a aplicação teórica, por meio de exemplos e práticas que pudessem dar sentido ao assunto tratado.

3.4 Execução das Metodologias

Serão relatados abaixo os desdobramentos da implementação dos cursos, com ênfase desde o início das aulas até a finalização do curso com a realização de um pós-teste. Além disso, serão expostas o processo de análise e comparação dos resultados obtidos por meio das metodologias ativas utilizadas

A equipe ministrou as aulas no período vespertino para uma turma de onze alunos, composta por cinco meninas e seis meninos, porém apenas oito alunos frequentaram o curso regularmente. A faixa etária dos alunos estava entre nove e quatorze anos. Nessa turma apenas dois alunos já haviam tido experiência anterior com cursos de robótica. O que tornou mais desafiador o ensino dos conceitos iniciais de programação e robótica na turma.

A equipe dividiu as duas horas de aula de forma em que a primeira parte das aulas de conteúdo seria ensinado toda parte teórica do assunto. Os alunos tinham um intervalo de quinze minutos, e ao voltar do intervalo: a segunda parte da hora/aula, seria dado o conteúdo prático ou alguma atividade planejada para o dia. Utilizamos a metodologia de rotação por estações para diferenciar os grupos de alunos durante as atividades práticas, de forma que pudessemos encontrar a melhor disposição de alunos,

onde todos pudessem ser ativos durante as atividades de construção e programação do robô no projeto final.

Nas aulas de montagem e projeto, as duas horas eram usadas para programação e montagem. Como mostrado na tabela 1, a equipe definiu que os primeiros encontros seriam abordados os assuntos de programação. Em seguida os próximos encontros seriam focados nas ferramentas do kit EV3 e como utilizá-los com a programação ensinada. Por último, os últimos encontros seriam focados no projeto final da disciplina, utilizando todo conteúdo abordado.

3.5 Condução das aulas e Projeto Final

Inicialmente foram introduzidos os conceitos de lógica de programação, utilizando a plataforma Code.org. O jogo do labirinto foi usado como exemplo para ensinar os conceitos básicos, como sequência, repetição e tomada de decisão. Em seguida, a plataforma Scratch foi utilizada para ensinar variáveis e operadores matemáticos.

Uma atividade desplugada também foi proposta para os alunos associarem variáveis com móveis de suas casas, esse modelo de atividade aplica permite que os alunos ao invés de participar de uma aula expositiva, tenha uma aprendizagem mais ativa, exercendo o princípio do construtivismo de Papert. Na sequência, a programação com condicionais foi ensinada usando novamente o Scratch, e por fim, a programação baseada em eventos foi apresentada. Durante todo o processo, foram utilizados exemplos do mundo real e reforço dos conceitos básicos, além de atividades para validação do conhecimento.

Ressaltamos a importância de utilizar exemplos do mundo real para tornar o conteúdo mais fácil de ser assimilado pelos alunos. Além disso, o reforço dos conceitos básicos foi destacado como uma estratégia utilizada no processo de ensino. A plataforma Kahoot foi utilizada para aplicar atividades de validação do conhecimento ao final de cada aula de programação.

Em relação aos conceitos de robótica, foi iniciado os conceitos de como realizar a construção da base motriz utilizando peças do kit LEGO EV3, onde os alunos seguiram um guia para a montagem. Em seguida, os alunos aprenderam sobre blocos de motores e praticaram a criação de programas simples para mover as partes do robô anteriormente montado.

Depois, foram apresentados os sensores e os alunos aprenderam como eles podem ser usados para programar o robô para executar tarefas mais complexas, como detectar obstáculos ou cores. Por fim, os alunos trabalharam na resolução de desafios com o entregável, onde criaram um circuito com fita no chão da sala para simular uma rodovia e utilizaram movimento e sensores de cores para guiar o robô entre as fitas e identificar semáforos.

Durante o projeto final foi construída uma esteira seletora de lixo, onde os resíduos seriam identificados por sensor de cor e a esteira teria um movimento próprio e sensor de toque para definir seu começo e fim.

O projeto foi realizado por dois grupos de quatro alunos em cada, que se dividiram em duplas para a montagem da esteira. Cada dupla montou uma parte da esteira e juntou com a outra dupla, aumentando a velocidade e participação no processo.

Após a montagem das esteiras, o foco passou para a programação, onde foi adicionada a lógica de uma seletora de lixo baseada nas cores.

3.6 Processo avaliativo

O teste de Gonzalez é uma ferramenta utilizada para avaliar o pensamento computacional em estudantes. Esse teste é composto por uma série de questões que buscam avaliar o conhecimento e a habilidade do aluno em relação aos quatro pilares do pensamento computacional: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos. Este teste foi utilizado devido à sua abordagem quantitativa e aptitudinal e porque passou por um árduo processo de validação González (2015).

O pré-teste e pós-teste são ferramentas comumente usadas para avaliar o aprendizado dos alunos em um determinado assunto antes e depois de um programa de ensino ou intervenção educacional. O teste de Gonzalez pode ser aplicado como um pré-teste e pós-teste para avaliar a melhoria do pensamento computacional dos alunos. Assim, o teste de Gonzalez pode ser uma ferramenta valiosa para avaliar a melhoria do pensamento computacional dos alunos antes e depois de programas de ensino ou intervenções educacionais.

4. Resultados

Obtendo o resultado, da realização do teste de Gonzales, adaptado, podemos entender o nivelamento da turma com base nos pilares do pensamento computacional. Realizando o teste novamente ao final do curso, podemos fazer uma comparação e entender a evolução dos alunos em relação aos pilares do pensamento computacional. Com cada pergunta possuindo um conjunto dos pilares do pensamento computacional, podemos fazer categorização dos conjuntos e ver a evolução em cada pilar, sendo essas categorias: **Categoria A:** Abstração e Algoritmo. **Categoria B:** Decomposição, Reconhecimento de padrões e Algoritmo. **Categoria C:** Abstração, Decomposição e Algoritmo. **Categoria D:** Reconhecimento de padrões e Algoritmo. **Categoria E:** Abstração, Decomposição, Reconhecimento de padrões e Algoritmo. **Categoria F:** Abstração, Reconhecimento de padrões e Algoritmo. **Categoria G:** Algoritmo.

Tabela 2. Resultados do desempenho por habilidade

Fonte: Autores

Habilidades	Avaliação		Ganho de Aprendizagem	
	Pré-teste	Pós-teste	Diferença	Percentual
Geral	3,5	4,5	1,0	10%
Habilidade A	5,0	8,5	3,5	35%
Habilidade B	5,0	5,0	0,0	0%
Habilidade C	0,0	5,0	5,0	100%
Habilidade D	2,0	3,0	1,0	10%
Habilidade E	0,0	3,0	3,0	100%

Habilidade F	0,0	5,0	5,0	100%
Habilidade G	2,5	0,0	-2,5	-25%

Ao analisar a tabela 2 podemos identificar que as dificuldades no início do curso, encontram-se para as categorias : C, E, F e G. Ao visualizar as categorias, pode-se concluir que as perguntas envolvendo os a junção dos pilares Reconhecimento de Padrões, Decomposição e Abstração são o maior gargalo. Também perceptível, que para os pilares em outros conjuntos não foram apresentadas dificuldades. Ao fazer uma comparação entre os resultados, podemos perceber que a maioria das categorias mantiveram-se niveladas, como as categorias B, e D nos acertos entre o pré-teste e o pós-teste, diferentemente das categorias A, C, E e F que apresentou uma evolução significativa no total de acertos. Podemos também fazer um comparativo de forma individual dos alunos quanto às categorias. Para a categoria G houve uma diminuição de acertos, categoria essa que desenvolve apenas o Algoritmo como pilar.

Com base nos dados apresentados na Figura 2, podemos identificar o ganho de aprendizagem dos alunos em cada uma das categorias. Ao analisar, observamos que apenas o "Aluno 1" apresentou ganhos em todas as categorias, enquanto os demais também tiveram perdas em algumas categorias, principalmente o "Aluno 3". Muitas das categorias mantiveram-se niveladas. As categorias que apresentaram mais perdas foram: A, B, D e G, todas elas relacionadas ao pilar Algoritmo, com destaque para B e D, além do reconhecimento de padrões. No entanto, ao observarmos a Figura 3, podemos ver que, de maneira geral, 80% da turma teve ganhos, mesmo que pequenos, com exceção do "Aluno 3".

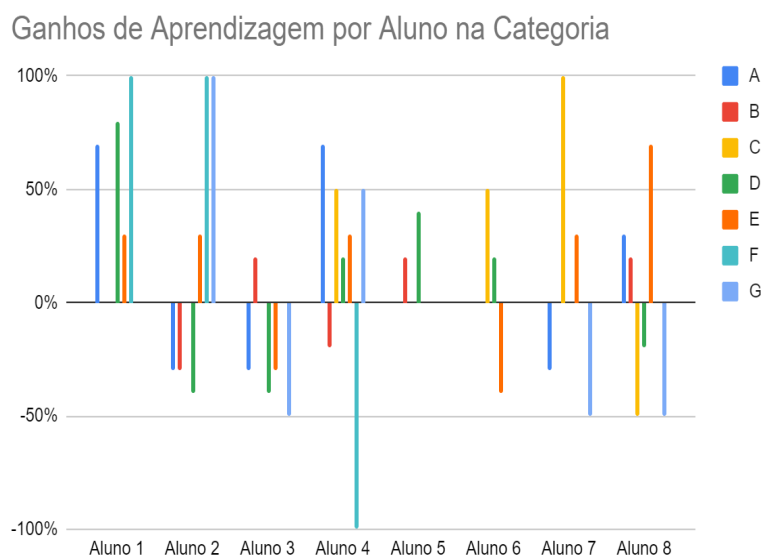


Figura 2. Comparativo dos alunos por categorias
Fonte: Autores

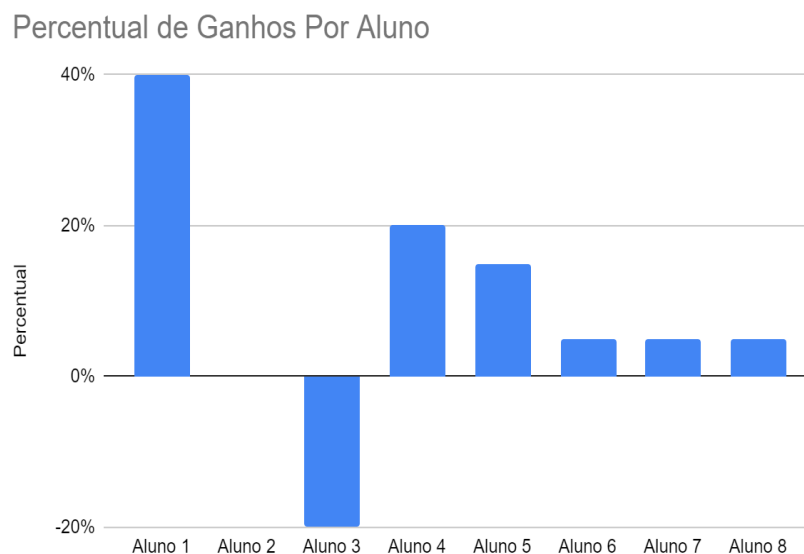


Figura 3. Percentual de Ganhos de Aprendizagem

Fonte: Autores

5. Conclusão

Com base nos resultados, podemos identificar que houve um índice significativo de evolução da aprendizagem no conjunto turma, com base no gráfico da figura 2. Porém, houveram maiores evoluções individuais de alguns alunos, como no caso do Aluno 1 e Aluno 4, visivelmente nas categorias A e D, alunos que demonstraram estarem sempre interessados no conteúdo e nas atividades práticas. Essa estabilidade nos resultados pode ser explicada quando consideramos a prática ativa, referente ao ato de programar, passou a existir mais próxima ao fim do curso, durante os desafios e projeto. Também, por este motivo, podemos entender o número de perdas quanto ao pilar Algoritmo, já que trata da resolução de problemas que é uma habilidade que deve constantemente praticada.

A utilização das metodologias ativas de ensino, especialmente a rotação por estações, mostrou-se adequada ao contexto do curso. Essa abordagem permitiu que os alunos não ficassem presos em sua zona de conforto, incentivando a interação com toda a turma e promovendo a igualdade entre as equipes para a realização do projeto final.

É importante ressaltar tanto os resultados obtidos por meio das propostas avaliativas quanto o engajamento dos alunos. Nas atividades práticas, observaram-se os índices mais baixos, o que indica um alto nível de participação, principalmente nos Kahoots. Portanto, seria ideal trabalhar mais com a programação desde o início, proporcionando mais oportunidades para o desenvolvimento por meio de desafios e superação de dificuldades ao longo do tempo, enfatizando atividades práticas de programação com um foco menor na teoria.

6. Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Prefeitura do Recife, por meio da UTEC Nova Descoberta; ao Laboratório de Evidências Analíticas em Tecnologias Educacionais (EVANTE) e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE).

Referências

- Román-González, M. Computational Thinking Test: Design Guidelines and Content Validation. Proceedings of the 7th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2015). Anais... . p.2436–2444, 2015. Barcelona, Spain: IATED.
- Cabral, C. P.; Preuss, E.; Passerino, L. Aprendizagem com Robótica Educacional: uma Abordagem Baseada em Problemas. Anais dos Workshops do VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019), 21 nov. 2019.
- Lima-Junior, C. G., Oliveira, N. L., Barbosa, A. C. R., & Lima Junior, A. B. (2021). Aplicação do modelo híbrido de rotação por estações no ensino de química. *Revista Debates Em Ensino De Química*, 6(2), 133–162. Recuperado de <https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2862>
- Andrade, M. do C.; Souza, P. R. Modelos de Rotação do Ensino Híbrido: estações de trabalho e sala de aula invertida. *E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial*, v. 9, n. 1, p. 3 - 16, Florianópolis, 2016
- Borochovicius, E.; Tortella, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, abr. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000200002>.
- Valls Pou A, Canaleta X, Fonseca D. Computational Thinking and Educational Robotics Integrated into Project-Based Learning. *Sensors*. 2022; 22(10):3746. <https://doi.org/10.3390/s22103746>
- Filho, Humberto & Mendes, Andréia & Corrêa, Camila & Borges, Lidiane & Ventura, Rita & Souza, Reginaldo. (2020). As Metodologias Ativas De Aprendizagem: Uma Análise Da Percepção De Futuros Professores No Curso de Pedagogia. *Pensar Acadêmico*. 18. 850. 10.21576/pa.2020v18i4.1949.
- Noh, J., Lee, J. Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Education Tech Research Dev* 68, 463–484 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>
- Brackmann, Christian P. Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica. 2017. 226f. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.