

Engenharia para Crianças e Jovens: Uma abordagem STEAM para ensino de programação na educação básica

Maria Fernanda dos Santos, Laura Santana, Janaina Gomide, João Pedro Azevedo, Ana Júlia Taqueuti, Lucas Rezende, Flávia Villela, Jefferson Nogueira

¹Instituto Politécnico - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

{lauraemmanuella, janainagomide, flaviavillela}@gmail.com

Abstract. *This article presents an experience report of an extension project that developed an educational program for teaching programming using engineering concepts for basic education students. Workshops and short courses were held with project partner schools and the general public, working on topics including sustainable energy, smart homes, Industry 4.0, drawbridges, and foundations. Student assessment was carried out using interactive tools such as Kahoot and Mentimeter, and feedback from monitors was recorded in logbooks. This work is distinguished by its emphasis on the practical implementation of the STEAM approach and involved the participation of more than 400 students.*

Resumo. *Este artigo apresenta um relato de experiência de um projeto de extensão que desenvolveu um programa de ensino de programação usando conceitos de engenharia para alunos da educação básica. Foram realizadas oficinas e minicursos com escolas parceiras do projeto e público em geral, trabalhando temas que incluem energia sustentável, casas inteligentes, Indústria 4.0, Pontes Levadiças e Fundações. A avaliação dos alunos foi feita através de ferramentas interativas como Kahoot e Mentimeter, e o feedback dos monitores foi registrado em Diários de Bordo. Este trabalho se diferencia por focar na aplicação prática da abordagem STEAM e contou com a participação de mais de 400 alunos.*

1. Introdução

De acordo com o levantamento do Censo da Educação Superior apresentado na Revista Pesquisa FAPESP de 2021 [CUR 2021], o interesse pelos cursos de Engenharia vem diminuindo gradualmente no Brasil. O número de novos alunos nos cursos de Engenharia caiu 17% em 2019 quando comparado ao ano anterior, e 39% em comparação com 2014. Já o número de concluintes caiu 3,2% entre 2018 e 2019, sendo que em 2019 o número de concluintes em Engenharias representou 10,1% do total de concluintes daquele ano. É importante observar que atrair jovens para as engenharias é fundamental para o desenvolvimento do país. Segundo artigo da Revista Ensino Superior [Moreira 2024], o relatório divulgado em 2023 pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) indica que "aproximadamente 70% das empresas consultadas pelo Sistema CONFEA/CREA e Mútua relatam dificuldades para contratar profissionais com a qualificação necessária para atender as demandas atuais e futuras".

Esse cenário mostra a relevância de projetos que busquem apresentar conceitos de engenharia na educação de crianças e jovens, buscando estimular o desenvolvimento de habilidades como o pensamento crítico, criatividade, capacidade de trabalhar em equipe

e resiliência. Por exemplo, em [Capobianco et al. 2011] os autores buscaram conhecer o ponto de vista dos alunos do ensino fundamental sobre a engenharia através da atividade *Draw an Engineer Task (DAET)*. Os resultados indicaram que geralmente os alunos associam engenharia com o trabalho em artefatos específicos ou ao desenvolvimento de tarefas ligadas à tecnologia. O trabalho indica a necessidade de aumentar o conhecimento sobre engenharia entre os alunos da educação básica. Um outro estudo, apresentado em [Mazzaro et al. 2018], os autores focaram em como fomentar o interesse pela engenharia em grupo de crianças com altas habilidades através de aulas práticas de eletricidade, magnetismo, eletromagnetismo e a demonstração do funcionamento de um motor elétrico de fabricação artesanal. Concluiu-se que esse grupo de crianças necessita de atividades que incentivem a criatividade, com a identificação prévia de sua área de interesse. Já em [Santclair et al. 2020], os autores relatam uma experiência de ensino baseada na confecção de protótipos de projetos de engenharia com materiais de baixo custo, relatando a boa aceitação dessa abordagem pelos alunos da educação básica.

O presente artigo apresenta um relato de experiência de um projeto de extensão de uma universidade pública do Brasil cujo objetivo é levar o ensino de programação a crianças e jovens através da abordagem STEAM, uma metodologia educacional integrada que combina Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. O objetivo da abordagem STEAM é proporcionar uma educação interdisciplinar, estimulando a criatividade, o pensamento crítico e a resolução de problemas [Borges et al. 2022]. Nesse relato será apresentado um programa para ensino de programação associado a conceitos de engenharia para crianças e jovens de ensino fundamental e médio, cujo objetivo de pesquisa foi avaliar o interesse dos alunos da educação básica por temas da área de engenharia. O objetivo extensionista foi a divulgação e estímulo para as áreas de engenharia e computação entre os alunos da educação básica.

Enquanto os estudos mencionados discutem os benefícios do envolvimento dos alunos e a percepção de engenharia em diferentes grupos demográficos, este trabalho busca explorar como a integração de disciplinas como Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática pode ser efetivamente aplicada para promover uma aprendizagem mais holística e interdisciplinar. Além disso, o trabalho oferece *insights* práticos sobre como adaptar as atividades para atender às necessidades específicas de diferentes faixas etárias e níveis de habilidade, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos desafios e oportunidades associados à educação STEAM em diferentes contextos educacionais.

2. Métodos

Para alcançar os objetivos deste trabalho, foi construído um programa de ensino de programação usando projetos de engenharia para alunos da educação básica, sendo aplicável no formato de oficinas independentes com encontros de 2h cada, totalizando 5 oficinas, ou no formato de minicurso com 6 encontros de 2h cada, neste último caso englobando todas as oficinas de modo integrado, além de uma aula final de revisão. Essas duas modalidades foram pensadas de modo a atender a disponibilidade das escolas parceiras. Além disso, os temas dos projetos foram escolhidos para dar uma visão geral de áreas diversas da engenharia, como engenharia de produção, engenharia civil e engenharia da computação.

A plataforma de programação escolhida para esse programa de ensino foi o Scratch¹, uma vez que a programação em blocos facilita a compreensão de conceitos complexos a partir de uma abordagem visual, ao mesmo tempo em que promove o engajamento ativo dos alunos. Além disso, incentiva a criatividade, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e interativo [Eggert et al. 2023]. Foram também utilizadas as plataformas Kahoot² e Mentimeter³ como ferramentas de avaliação. Essas ferramentas foram escolhidas para promover uma avaliação divertida e capaz de manter os alunos engajados em seu processo de aprendizagem.

2.1. Sujeitos participantes

O público-alvo para oferta das oficinas e minicursos são alunos do ensino fundamental e médio de escolas públicas e privadas, sendo formadas turmas para 3 perfis distintos: alunos de 6 a 10 anos; 10 a 14 anos; e a partir de 15 anos. Essa divisão é importante para a adaptação da dinâmica adotada. O material foi planejado pela equipe do projeto de extensão Hora do Código: Aprenda a Programar da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Macaé [Branco et al. 2021], e conta com docentes e discentes do Instituto Politécnico, do Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé. Os monitores são discentes desse instituto que participam do projeto e são treinados para darem aula para esse público-alvo.

2.2. Programa de ensino

A Tabela 1 apresenta os temas das aulas propostas e conceitos abordados. Esses encontros foram planejados para apresentar conceitos básicos de programação, segundo as orientações apresentadas em [SBC 2018], assim como conceitos de engenharia. Todas as aulas possuem a mesma estrutura, sendo iniciadas com slides para apresentar o tema do aplicativo e explicar os conceitos a serem utilizados na aula, em seguida o projeto de programação é implementado em conjunto com os alunos usando a plataforma Scratch e ao final da aula é realizada uma avaliação.

A Figura 1 mostra imagens dos projetos Scratch de cada aula. Os projetos completos podem ser encontrados no endereço <https://scratch.mit.edu/studios/33862682/>.

Com o objetivo de facilitar a compreensão dos alunos, foram utilizados slides para explicar e exemplificar os conceitos de engenharia e de programação. Esses slides foram elaborados de forma a oferecer uma visualização clara e didática do conteúdo, auxiliando os alunos no processo de aprendizado. Na Figura 2 são apresentados dois exemplos de slides utilizados durante o curso, demonstrando como foram elaborados para proporcionar uma experiência de aprendizado enriquecedora e eficaz.

A Figura 3 apresenta um exemplo de pergunta do questionário aplicado ao final da aula.

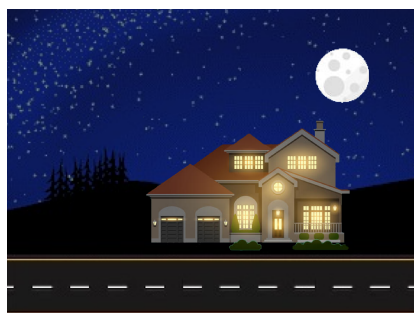
¹<https://scratch.mit.edu/>

²<https://kahoot.com/>

³<https://www.mentimeter.com/pt-BR>

Aula	Objetivo	Conceitos
Casa inteligente	Fazer uma casa inteligente que acenda a luz de forma automática durante a noite.	Temas de engenharia: Tecnologia inteligente e conectada, cidade inteligente. Conceitos computação: Comandos de repetição e eventos.
Energia	Fazer um contador de energia em um painel solar que aumente durante o dia e se alcançar um determinado valor de energia, acenda as luzes da casa durante a noite.	Temas de engenharia: Energia e fontes de energias sustentáveis, Eólica, Solar, Hidrelétrica e Geotérmica. Conceitos computação: Variáveis, comandos de repetição, comandos de condição e eventos.
Ponte levadiça	Desenvolver uma simulação de uma ponte levadiça no ambiente scratch, demonstrando sua movimentação com base em variáveis controladas pelo usuário.	Temas de engenharia: Mecânica de pontes, automação de movimento, projetos e sustentação. Conceitos computação: Variáveis, estruturas de controle, interação do usuário e design de interface.
Fundações	Demonstrar a importância de bases/fundações para a sustentação de estruturas. É criada uma ponte sem o pilar que suporta a passagem de um carro, mas ao passar um caminhão, a ponte se rompe e ele cai. Dessa forma deve-se colocar um pilar para todos os tipos de veículo conseguirem passar.	Temas de engenharia: Fundação, Sobrecarga, Capacidade de carga, Estabilidade do solo. Conceitos computação: Variáveis, comandos de repetição, comandos de condição e eventos.
Indústria 4.0	Essa aula tem o objetivo de explicar o conceito de Indústria 4.0, utilizando um robô coletor de lixo como ilustração.	Temas de engenharia: Os temas de engenharia na Indústria 4.0 envolvem a integração de tecnologias avançadas, como automação, Internet das Coisas, inteligência artificial e análise de dados, para melhorar a eficiência e a automação dos processos industriais. Conceitos computação: Variáveis, comandos de repetição, comandos de condição e eventos.

Tabela 1. Temas das Aulas

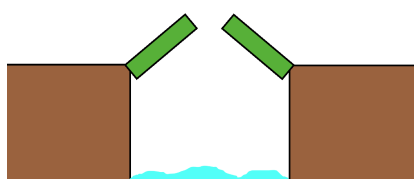


(a) Casa Inteligente

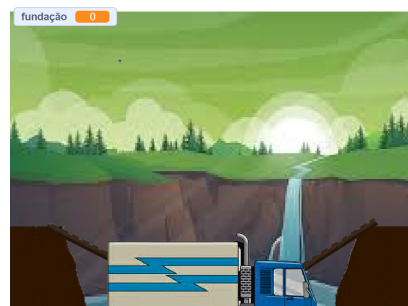
Angulo Direita -50
Angulo Esquerda 50



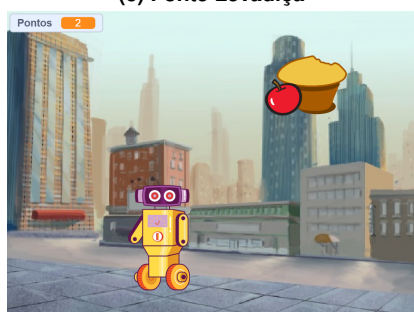
(b) Energia



(c) Ponte Levadiça



(d) Fundações



(e) Indústria 4.0

Figura 1. Telas dos Projetos Scratch



Figura 2. Exemplo de dois slides utilizados nas aulas.

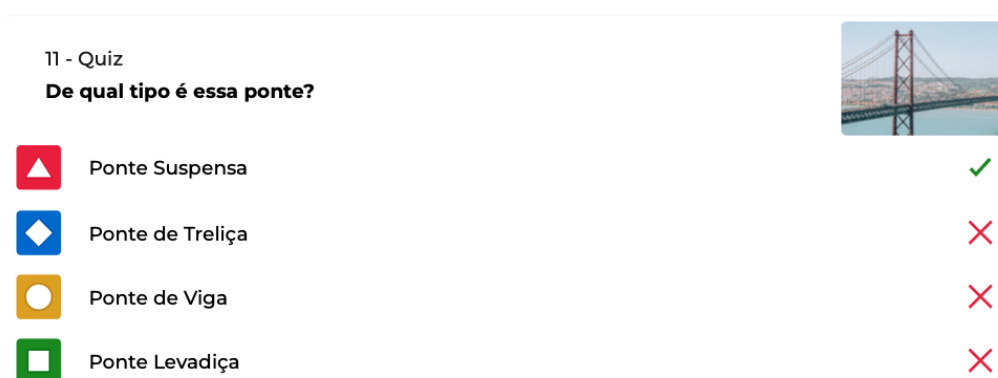


Figura 3. Exemplo de pergunta do questionário Kahoot

2.3. Avaliações

A metodologia de avaliação foi dividida em duas perspectivas, a primeira busca verificar a percepção dos alunos sobre as aulas, já a segunda busca aferir a adequação da aula e aprendizado dos alunos a partir da percepção dos monitores. A avaliação dos alunos foi planejada para ser divertida e, para tal, foi utilizada a ferramenta Mentimeter ao final de cada aula, na qual os alunos escrevem em uma palavra o que acharam da aula. Essa ferramenta possibilita criar uma nuvem de palavras que será analisada ao final de cada aula e depois comparada entre as aulas. Para avaliar o aprendizado dos alunos foi utilizado o Kahoot para realizar um quiz de perguntas sobre conceitos de programação e engenharia. Conforme relatado em [Wang and Tahir 2020], o uso do Kahoot tem um efeito positivo no desempenho da aprendizagem, na dinâmica da sala de aula, nos atributos e na ansiedade.

Para coletar as informações dos monitores foi utilizado o diário de bordo, uma ferramenta metodológica para registro das reflexões dos monitores sobre cada aula. Conforme apresentado em [Porlán Ariza et al. 1996], o diário de bordo é um documento preenchido ao final de toda aula pelo responsável com todas as informações da aula (modalidade, horário, monitores, número de alunos, conteúdo, ferramentas computacionais), assim como suas impressões, análise das aprendizagens, fala dos alunos, dificuldades, registro da fala dos alunos e realizar uma autoavaliação. O diário de bordo foi analisado de forma descritiva visando obter as percepções dos monitores sobre o conteúdo, interação e aprendizado dos alunos, desafios e sugestões de melhoria.

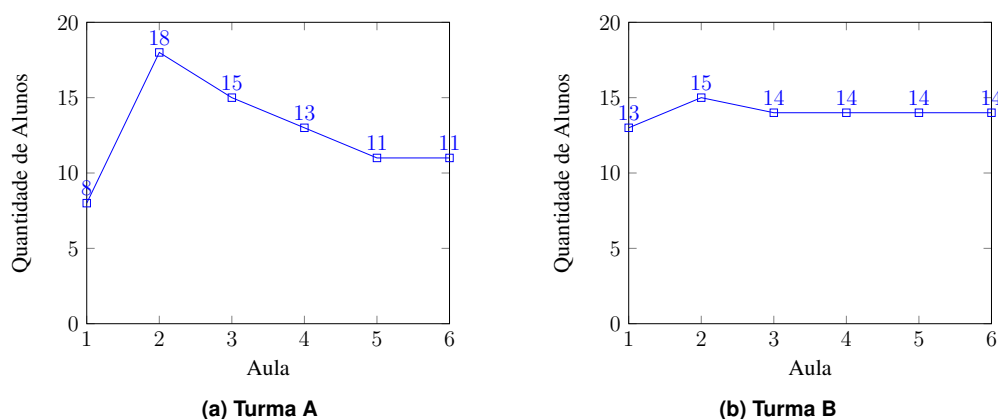


Figura 4. Quantidade de Alunos ao longo das aulas no formato minicurso

3. Resultados e Discussão

O programa de ensino foi implementado ao longo do ano de 2023 no formato de oficinas para 4 escolas públicas de ensino fundamental e médio e em 5 eventos da universidade, onde foram recebidos alunos de escolas públicas da região, totalizando 422 estudantes atendidos em 27 oficinas ofertadas. Foram também realizados 2 minicursos para a faixa etária de 10 a 14 anos, com um total de 29 participantes. Ao contrário das oficinas que foram direcionadas para escolas parceiras ou eventos da universidade, os minicursos foram abertos ao público geral, tendo sua divulgação por meio do Instagram do projeto⁴. Dessa forma, 451 crianças e jovens participaram das atividades oferecidas.

Como os minicursos são compostos por 6 encontros e as inscrições abertas a partir da rede social do projeto de extensão, é importante observar a taxa de permanência dos alunos ao longo das aulas, para medir o interesse. As Figuras 4a e 4b mostram a quantidade de alunos que compareceram em cada aula. Pode-se observar que enquanto a Turma A teve uma variação considerável na quantidade de alunos, na Turma B a quantidade manteve-se quase constante. É importante citar que a diferença na quantidade de alunos na Figura 4a da primeira aula para a segunda tem relação com o fato de que os alunos que não comparecem na primeira aula perdem sua vaga, e os alunos da lista de espera são convidados a participar do minicurso.

3.1. Percepção dos alunos

A Figura 5 contém as Nuvens de Palavras de cada tema ofertado nas oficinas, onde o tamanho das palavras é proporcional à quantidade em que ela foi citada. A palavra que mais se repete nas nuvens de palavras é "legal", que é utilizada em sua maioria em oficinas cujo tema foi Energia e Indústria 4.0, em conjunto com a palavra "divertida". Enquanto que a palavra "interessante" teve maior frequência no tema de Ponte levadiça e Casa inteligente. Nas oficinas com tema Fundações, apareceu a palavra "informativo" com maior frequência, mostrando que esse foi um assunto novo para a maior parte dos estudantes.

A Figura 6 mostra fotos tiradas durante as oficinas e minicursos ministrados em 2023.

⁴<https://www.instagram.com/projetoaprendaprogramar/>



Figura 5. Nuvem de palavras por tema

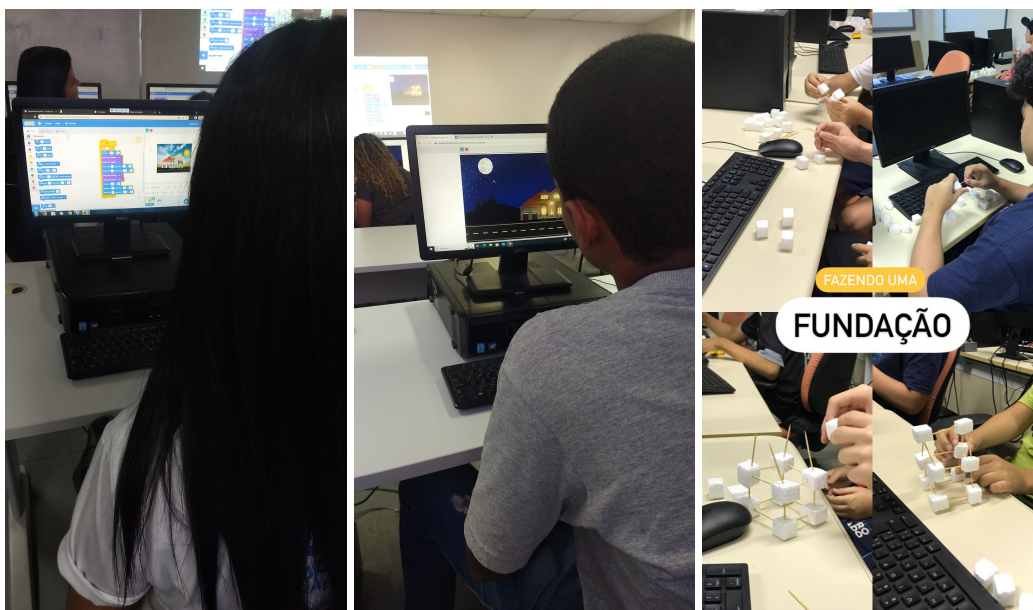


Figura 6. Fotos tiradas durante as aulas

3.2. Percepções dos monitores

De acordo com os diários de bordo, nas aulas com tema Casa inteligente, os alunos compreenderam bem os conceitos de engenharia e programação, evidenciando facilidade, especialmente aqueles que haviam participado das outras oficinas anteriormente.

Nas aulas com tema Energia, os monitores relataram que o conteúdo apresentado foi naturalmente assimilado pelos participantes, porém, os monitores tiveram problemas na execução da atividade no Scratch, pois o código era extenso e complexo, sendo inadequado para a faixa etária da turma, 6 a 10 anos. Dessa forma, houve a necessidade de mudanças na aula baseando-se nos problemas identificados, ficando dois projetos distintos no Scratch, um para faixa etária menor e outro para os mais velhos. As turmas que fizeram a aula atualizada conseguiram compreender bem os conceitos e realizar a atividade com facilidade.

No conteúdo Pontes, os monitores afirmaram que os alunos encontraram desafios durante a apresentação da parte teórica e execução da atividade prática. Porém, ao longo da aula compreenderam o tema e conseguiram implementar o projeto sugerido.

O conteúdo de Fundações foi aplicado junto à conceitos introdutórios de programação, como algoritmos. De acordo com os monitores, os alunos não demonstraram dificuldade para assimilar o conteúdo.

No tema Indústria 4.0, os monitores relataram que apesar do não conhecimento prévio dos alunos acerca da temática, a aula ocorreu sem dificuldades. Outro fator positivo observado foi o crescente progresso no entendimento do uso do Scratch, o que facilitou a realização da atividade prática.

3.3. Desafios

Um dos desafios mais recorrente diz respeito à disparidade na facilidade dos alunos em utilizar a ferramenta de programação Scratch. Enquanto alguns alunos demonstram muita facilidade em utilizar a ferramenta, outros enfrentam dificuldades significativas. O que levanta a questão sobre a busca por estratégias de ensino que mantenham o interesse do aluno com facilidade e ao mesmo tempo permitam ao aluno com dificuldade alcançar a compreensão do tema.

Pode-se entender que parte dessa disparidade tem relação com a familiaridade do aluno com o uso da tecnologia de modo geral, em decorrência de suas possibilidades de acesso a computadores e internet, bem como, com sua desenvoltura em atividades que demandam raciocínio lógico, muitas vezes não estimuladas no ambiente escolar onde o aluno está inserido.

Segundo o estudo de [Silva et al. 2023], o insucesso na aprendizagem de programação, entre outros motivos, tem relação com “Conhecimentos prévios desestruturados, principalmente nos domínios matemáticos e lógicos; Forte carga de conceitos abstratos na apresentação da aula; e problemas de infraestrutura como laboratório com poucos computadores ou sem acesso à internet”. Dessa forma, o ensino de programação na educação básica exige estratégias que tenham o máximo de concretude e significado para os alunos, além de uma fase de familiarização dos alunos com o uso do computador.

Além disso, vale destacar a necessidade de formação contínua dos monitores para aprimorar suas habilidades em lidar com os alunos e conduzir as aulas. A falta

de capacitação adequada pode representar uma barreira para o sucesso das atividades, e, além disso, deve ser considerada a adaptação dos materiais de instrução para facilitar a compreensão dos alunos e fornecimento de suporte adicional durante as atividades práticas. Essas medidas podem ajudar a superar os desafios e melhorar consideravelmente a experiência de aprendizado dos participantes.

Outro desafio encontrado é a ausência dos resultados dos Kahoots aplicados nas oficinas e minicurso. No Kahoot, só é possível gerar relatórios dos questionários aplicados se os mesmos forem “Privados”. Esses quizzes, que foram utilizados para avaliar o desempenho dos alunos e o aprendizado deles ao longo das aulas, foram selecionados como “Públicos” no site Kahoot e a ferramenta não disponibiliza o resultado quando feito nessa configuração. Dessa forma, não foi possível coletar os dados de acertos e erros das perguntas sobre o conteúdo.

4. Conclusões

Este artigo trouxe um relato de experiência de um projeto de extensão de uma universidade pública do Brasil que desenvolveu um programa de ensino de programação associado a conceitos de engenharia para crianças e jovens de ensino fundamental e médio, cujo objetivo foi avaliar o interesse dos alunos da educação básica por temas da área de engenharia. O objetivo extensionista foi a divulgação e estímulo para as áreas de engenharia e computação entre os alunos da educação básica.

Para a execução do programa de aulas, foram oferecidas 27 oficinas e 2 minicursos, atingindo 451 estudantes de ensino fundamental e médio. De acordo com as avaliações de percepção dos alunos e monitores, pode-se concluir que a maior parte dos estudantes gostou da abordagem utilizada e conseguiu compreender os conceitos de engenharia e programação apresentados nas aulas. Apesar disso, de acordo com os relatos dos monitores, registrados em diário de bordo, houve uma percepção de significativa disparidade na adaptação dos alunos ao ambiente de programação, o que indica a necessidade de aulas de introdução ao uso do computador, antes da programação, assim como aulas que usem elementos concretos para explicar conceitos, e jogos colaborativos que estimulem a troca de conhecimentos entre os alunos.

Referências

- (2021). Cursos de engenharia: queda nos números de ingressantes e de concluintes. *Revista Pesquisa FAPESP*.
- Borges, G., Lourenço, R., Brito, S., Paiva, M., Reis, M., and Maia, D. (2022). A abordagem steam e o protagonismo discente na educação básica: uma revisão sistemática de literatura. In *Anais do XXVIII Workshop de Informática na Escola*, pages 348–358, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Branco, A., Dutra, C., Zumpichiatti, D., Campos, F. A., SantClair, G., Mello, J., Moreira, J. a. V., Godinho, J., Marotti, J., and Gomide, J. (2021). Programming for children and teenagers in brazil: A 5-year experience of an outreach project. In *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE '21*, page 411–417, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

- Capobianco, B. M., Diefes-dux, H. A., Mena, I., and Weller, J. (2011). What is an engineer? implications of elementary school student conceptions for engineering education. *Journal of engineering education*, 100(2):304–328.
- Eggert, K. M. V., Asquino, M. A., and Cruz, D. M. (2023). Prática pedagógica construcionista com a linguagem de programação scratch em uma abordagem steam. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 158–168. SBC.
- Mazzaro, R. S., Carvalho, L., and Filgueiras, K. F. (2018). Despertando o interesse pela engenharia em crianças com altas habilidades / superdotação através da construção de um motor elétrico. *Conecte-se! Revista Interdisciplinar de Extensão*, 2(4):24–41.
- Moreira, S. S. (2024). Se a economia continuar a crescer pode faltar engenheiros. *Revista Ensino Superior*.
- Porlán Ariza, R., Martín, J., et al. (1996). *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla: Diáda, 1996.
- Santclair, G., Godinho, J., and Gomide, J. (2020). Robótica criativa: desenvolvimento de projetos de engenharia com crianças e jovens. In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola*, pages 101–110, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- SBC (2018). Diretrizes para ensino de computação na educação básica.
- Silva, F., Menezes, C., and Junior, A. C. (2023). Ensino introdutório de programação: Um estudo rumo ao uso das arquiteturas pedagógicas. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 428–438, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Wang, A. I. and Tahir, R. (2020). The effect of using kahoot! for learning—a literature review. *Computers & Education*, 149:103818.