

# Um Relato de Experiência: Ensino de Programação e Eletrônica Básica através de Oficinas de Robótica em Escola Pública de Nível Fundamental e Médio

Elton R. Alves<sup>1</sup>, José C. da Silva<sup>1</sup>, Warley M. Valente<sup>3</sup>, Andson M. Balieiro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Engenharia da Computação - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.  
Marabá - Pará - Brasil.

<sup>2</sup>Faculdade de Sistema de Informação - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.  
Marabá - Pará - Brasil.

<sup>3</sup>Centro de Informática - Universidade Federal de Pernambuco.  
Recife - PE - Brasil.

{eltonalves, jose-carlos.silva, wmvj}@unifesspa.edu.br,  
amb4@cin.ufpe.br

**Abstract.** *This paper reports on the implementation of an extension project focused on teaching programming and electronics through robotics workshops. The main tool used was the Arduino Uno, which allowed the control of electronic devices through its programming. At the end of the workshop, the students presented their projects developed with low-cost materials as their products. In total, 12 students responded to a questionnaire, whose results demonstrated an understanding of basic programming logic and electronics, as well as a high level of satisfaction with their participation in the extension project.*

**Resumo.** *Este artigo relata o emprego de um projeto de extensão voltado para o ensino de programação e eletrônica, baseado em oficinas de robótica. A principal ferramenta utilizada foi o Arduino Uno, que permitiu o controle de dispositivos eletrônicos mediante sua programação. No final da oficina, os alunos apresentaram, como produtos, seus projetos desenvolvidos com materiais de baixo custo. Ao todo, 12 alunos responderam a um questionário, cujos resultados demonstraram uma compreensão de lógica de programação e eletrônica básica, assim como uma grande satisfação com sua participação no projeto de extensão.*

## 1. Introdução

O emprego da robótica no ensino fundamental e médio é uma forma de inserção de conhecimentos básicos de programação e eletrônica, que são comuns à área de computação. Segundo [Matarić 2014] um robô pode ser entendido como um sistema autônomo que existe no mundo físico, podendo sentir o seu ambiente e podendo interagir sobre ele para alcançar algum objetivo. Neste sentido, as tecnologias envolvidas na construção de robôs incluem: a programação de um microcontrolador que permitirá sua autonomia, sensores para captar variáveis do ambiente, atuadores para promover movimento, além de conhecimentos de eletrônica, como eletricidade e componentes que permitem o controle da própria eletricidade.

Segundo [Geraldos 2014], a programação de computadores é uma tarefa padronizada e bem organizada que exige do programador raciocínio lógico e capacidade de solucionar problemas. Essas habilidades foram, inicialmente, reservadas a ambientes universitários e técnicos de cursos na área de computação, durante muito tempo. Entretanto, existem especialistas que defendem que a programação possa ser aplicada desde cedo a crianças e adolescentes, pelas vantagens que a programação proporciona [Silveira and Knirsch 2016].

[De Souza et al. 2021] ressalta que o ensino de programação na educação básica é primordial para que crianças e jovens tenham a capacidade de desenvolver a habilidade de identificar e solucionar problemas. Por sua vez, [Silva 2017] menciona que o ensino de programação nas escolas é fundamental para que crianças e jovens desenvolvam suas criatividade e sua capacidade de lidar com problemas reais. [Silva 2017] enfatiza que aprender programação não se restringe apenas a pessoas que queiram seguir na área como profissional de programação, mas sim a todas as pessoas, pois envolve habilidades e competências que são exigidas nas atividades do cotidiano. Dessa forma, fica evidente que introduzir conceitos básicos de programação a jovens e adolescentes podem contribuir no desenvolvimento do raciocínio lógico na solução de problemas, além de despertar a vocação para futuros profissionais na área de computação.

Entretanto, o ensino de programação a crianças e adolescentes requer metodologias e estratégias que possam tornar a aprendizagem lúdica e desafiadora. Neste sentido, a robótica educacional se apresenta como uma ferramenta valiosa nesse contexto. A robótica educacional permite contato com conhecimentos básicos de eletrônica e programação de dispositivos eletrônicos. [Cambruzzi and Santana 2020] mencionam que a robótica educacional tem sido utilizada como meio de alunos compreenderem e aplicarem na prática conceitos abstratos e complexos.

Deste modo, neste trabalho, apresenta-se uma experiência oriunda da aplicação de um projeto de extensão a alunos de uma escola pública de ensino fundamental e médio. O projeto de extensão consistiu em oficinas de robótica educacional, nas quais foram trabalhados conceitos básicos de programação e eletrônica aplicados ao Arduino Uno. A metodologia da oficina visou estimular o raciocínio lógico de programação, aliado ao funcionamento do Arduino Uno, para que os alunos pudessem aplicar esses conceitos na resolução de problemas reais do dia a dia.

## **2. Trabalhos Relacionados**

Atualmente, é muito comum o emprego da robótica educacional na educação básica e superior como meio de ensino-aprendizagem. Dessa forma, diversos trabalhos já foram desenvolvidos, mostrando as experiências obtidas através de oficinas de robótica educacional no ensino fundamental, médio e superior. Em [Alves et al. 2018] é apresentado um relato de experiência de uma atividade de extensão de ensino de robótica educacional no ensino médio, utilizando o microcontrolador PIC16F870. O projeto abordou conceitos de linguagem de programação C, configuração e programação de periféricos, comunicação serial, controle de servomotores e a construção de um robô de baixo custo com os alunos. A partir de dados coletados, os autores puderam inferir que os alunos conseguiram compreender os temas abordados no curso e passaram a ter um interesse maior por aprender robótica.

[Rossi and Aragón 2022] relatam a experiência do emprego de uma oficina de robótica educacional para estudantes do 9º ano do ensino fundamental, utilizando um kit de robótica educacional. A oficina foi dividida em três etapas: 1ª Parte - Introdução à robótica educacional, 2ª Parte - Conhecendo o kit de robótica educacional e 3ª Parte - Resolução de desafios. Os autores visaram investigar as possibilidades e potencialidades do uso da robótica educacional para o desenvolvimento cognitivo dos participantes da oficina. Enquanto [Rodrigues et al. 2023] apresentam um estudo com o objetivo de investigar como a robótica educacional pode despertar o interesse de estudantes do primeiro ano do ensino médio, promovendo o aprendizado de forma dinâmica. Com isso, os experimentos foram realizados através da integração do Arduino Uno com sensores e atuadores, sendo o procedimento experimental dividido em quatro fases: fase de preparação dos experimentos, fase de introdução à eletrônica, fase de introdução à linguagem de programação com Arduino e fase prática. Os dados coletados pelos autores buscaram avaliar a percepção dos alunos em relação à experiência com a robótica educacional, percepção em relação a utilização da tecnologia e a intenção de continuar explorando o campo da robótica educacional.

Em [Mota and Neves 2020] são apresentados os resultados obtidos a partir de um curso de extensão voltado para estudantes da Universidade Federal da Bahia. O curso de extensão foi dividido em três tópicos: introdução à lógica de programação e algoritmos, eletrônica básica e introdução à robótica com Arduino. Os dados coletados pelos autores mostraram que houve uma melhora significativa do desempenho dos alunos dentro e fora do curso, permitindo estímulo ao pensamento computacional. Enquanto [Silva et al. 2022] os autores apresentam uma análise da utilização de robótica educacional e aprendizagem colaborativa como ferramentas de aprendizagem na computação para alunos de três cursos de Tecnologia da Informação. O projeto foi dividido nas seguintes etapas: apresentação da metodologia de aprendizagem cooperativa, introdução à eletrônica básica, introdução à programação com Arduino, fundamentos da robótica e projeto final. Os autores avaliaram que a aprendizagem colaborativa foi um diferencial na aprendizagem dos alunos.

Todos os trabalhos citados exibiram suas vivências e experiências na aplicação de robótica em um contexto educacional, diferenciando-se principalmente nas avaliações realizadas em seus projetos. Este trabalho também irá relatar as experiências provenientes de um projeto de extensão com emprego de robótica educacional. Entretanto, diferentemente de outros trabalhos relacionados, este foi aplicado a alunos do ensino médio e fundamental, isto é, alunos com diferentes níveis de pensamento lógico e criticidade. Além disso, avaliou-se se a oficina foi capaz de auxiliar no processo de aprendizagem de conceitos de computação e se os conhecimentos adquiridos impactaram o desempenho escolar dos alunos durante o desenvolvimento do projeto.

### **3. Metodologia**

O método empregado neste trabalho consistiu de uma pesquisa de natureza qualitativa, pois utilizou um procedimento sistematizado para a implementação do projeto e realizou uma análise de dados coletados com os alunos. Além disso, utilizou uma pesquisa exploratória, uma vez que o projeto se baseou em um estudo de caso sobre o ensino de robótica educacional para alunos do ensino fundamental e médio com o objetivo de avaliar conhecimentos na área de computação.

A sistematização do projeto de extensão é exibida na Figura 1. As etapas consistiram em diálogos com a direção da escola para firmar parceria, palestra aos alunos da escola para divulgar a oficina e seleção dos alunos interessados, materiais utilizados, execução das oficinas e questionário de avaliação.



**Figura 1. Fluxograma do planejamento do projeto de extensão.**

### 3.1. Comunicação com a Escola

Foi agendada uma reunião com a direção da escola com o objetivo de formar parceria para o emprego do projeto de extensão. Nessa reunião, foi apresentada a proposta da oficina de robótica educacional com Arduino, cujo objetivo é ensinar aos alunos os fundamentos de programação e eletrônica aplicados na robótica. A robótica é um meio prático e didático para o ensino de programação e eletrônica.

A direção da escola demonstrou interesse na parceria, por envolver tecnologia com a qual os jovens estão intimamente conectados e por representar algo novo para os alunos da escola. Combinou-se que seriam ofertadas ao todo 16 vagas, sendo 10 vagas para alunos do ensino médio e 6 vagas para alunos do ensino fundamental. Esse quantitativo se restringiu ao número de Kits de Arduino disponíveis, ou seja, 8 kits. Ressaltou-se a direção da escola que uma equipe de monitores iriam ser os responsáveis pela apresentação do projeto e trabalhar as oficinas. Esses monitores são discentes do curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.

### 3.2. Palestra e Seleção dos Alunos

Após a firmação da parceria com a escola, realizou-se uma palestra para os alunos, com o objetivo de apresentar o projeto, despertar o interesse dos estudantes e tirar eventuais dúvidas. A Figura 2 exibe os alunos da escola no momento de divulgação do projeto. Nessa ocasião foram detalhados os objetivos da oficina, os conteúdos, os materiais a serem utilizados e os projetos que seriam realizados como atividade final.



**Figura 2. Palestra de divulgação aos alunos da escola.**

A direção da escola ficou encarregada de realizar a seleção dos alunos. Assim, foram selecionados 16 alunos (10 do ensino médio e 6 do ensino fundamental), com idades entre 12 e 18 anos, para participar da oficina.

### 3.3. Materiais

A Figura 3 exibe o Arduino Uno que foi o principal componente utilizado nas oficinas de robótica.



**Figura 3. Placa Arduino Uno.**

[McRoberts 2018] define o Arduino como um microcontrolador de placa única e um conjunto de software para programá-lo. O hardware consiste de um projeto simples de hardware livre para controlar, com um processador Atmel AVR e suporte embutido de entrada/saída. O software consiste de linguagem de programação padrão e do bootloder que roda na placa. Em outras palavras, o Arduino é um pequeno computador que, por meio de dispositivos de entrada e saída, pode ser programado em linguagem C para controlar dispositivos lógicos, como sensores, atuadores, LEDs, etc.

A escolha do Arduino no projeto de robótica educacional se deu porque ele permite, através de seu ambiente de programação (IDE), ensinar conceitos básicos de programação e despertar o raciocínio em lógica de programação. Além disso, por ser uma placa eletrônica, seu funcionamento depende de componentes eletrônicos, o que possibilitou explorar conceitos básicos de eletricidade e eletrônica.

O Arduino sozinho não possui a capacidade de realizar nenhuma tarefa; para isso, é necessário que ele seja integrado a outros dispositivos. Assim, foram utilizados protoboards, resistores, jumpers, LEDs, sensores, atuadores, push-botton, display de 7 segmentos, monitor LCD e potenciômetro.

### 3.4. Execução da Oficina

As oficinas foram aplicadas no Laboratório de Informática da escola, iniciando-se no dia 03 de outubro de 2023 e finalizou no dia 14 de dezembro de 2023, quando os projetos foram apresentados. Os 16 alunos foram divididos em duas turmas. Na quarta-feira, os alunos do ensino médio participavam da oficina, enquanto na terça era a vez dos alunos do ensino fundamental. Cada oficina tinha duração de 3 horas por dia, sendo o médio pela manhã e o fundamental pela parte da tarde.

A Tabela 1 resume o plano de aula empregado pelos tutores do projeto. Nota-se pela Tabela 1 que os conceitos empregados, programação e eletrônica, são comuns a área de computação. Os temas ministrados consistiram em apresentar o Arduino, sua estrutura interna de hardware e conceitos básicos de lógica e linguagem de programação, como algoritmo, variável, constante, estrutura de condição e repetição. Eles também tiveram uma breve introdução à programação web (HTML e CSS), para que todos esses conhecimentos pudessem ser aplicados na elaboração do projeto final.

**Tabela 1. Plano de Aula**

<b>Dia</b>	<b>Tema</b>	<b>Experimento</b>
03/10/2023	Introdução ao Arduino	Pisca Led
04/10/2023	Introdução ao Arduino	Pisca Led
10/10/2023	Lógica de Programação	Semáforo com botão
11/10/2023	Lógica de Programação	Semáforo com botão
17/10/2023	Linguagem de Programação	Display de 7 segmentos
18/10/2023	Linguagem de Programação	Display de 7 segmentos
24/10/2023	Montagem de circuitos	Monitor LCD e Potenciometro
25/10/2023	Sem aula	Atividade letiva na escola
31/10/2023	Pesquisa dos Projetos Finais	Início do planejamento dos projetos
07/11/2023	Front-End	Introdução a HTML e CSS
08/11/2023	Front-End	Introdução a HTML e CSS
14/11-13/12/2023	Projeto	Elaboração dos Projetos Finais
14/12/2023	Projeto	Apresentação dos Projetos

A oficina iniciou com a introdução de conceitos básicos de eletrônica e lógica de programação para que os alunos pudessem compreender esses conceitos importantes para o desenvolvimento da oficina. Após isso, iniciou-se o ensino da linguagem de programação C. Durante as semanas, novos experimentos foram inseridos, apresentando o funcionamento de diferentes componentes eletrônicos e como estes poderiam ser programados via IDE do Arduino Uno.

Os experimentos consistiram em exemplos apresentados aos alunos para que eles pudessem criar seus projetos e refazer os códigos, permitindo compreender toda a lógica

de desenvolvimento empregada. Após refazer os códigos de exemplo, no final de cada experimento, os alunos tinham uma tarefa avaliativa. Nestas tarefas, eles precisavam desenvolver seu próprio código com base nos conceitos apresentados em um exercício proposto. Essas etapas foram importantes para que os alunos pudessem aprender e exercitar conceitos de lógica de programação e eletrônica. Ressalta-se que os alunos eram acompanhados de perto pelos tutores para sanar eventuais dúvidas.

### 3.5. Avaliação dos Conhecimentos

No final do projeto, os alunos responderam a um questionário no *Google Forms* baseado na escala de Likert [Aguiar et al. 2011]. Essa escala foi utilizada porque permite fugir das respostas tradicionais do tipo “sim” ou “não”, “concordo” ou “não concordo”, ou seja, permite mensurar melhor a opinião do entrevistado.

Foram levantados os seguintes questionamentos:

1. Como avaliavam seus conhecimentos em lógica de programação antes de participarem das oficinas?
2. A oficina os ajudou a adquirir noções de lógica de programação?
3. A oficina os ajudou a adquirir noções básicas de eletrônica?
4. Como avaliavam seus desempenhos escolares depois de participarem das oficinas?
5. Qual foi o grau de satisfação em participar das oficinas?

Como o projeto de extensão teve o objetivo de empregar conceitos básicos da área de computação através de oficinas de robótica educacional, as perguntas visaram avaliar, no final da oficina, se os alunos puderam compreender esses conceitos a partir da evolução dos temas ministrados. Na área de computação, o projeto impacta diretamente nos benefícios que o raciocínio lógico pode despertar na vida acadêmica desses jovens.

## 4. Resultados e Discussões

A partir dos conhecimentos obtidos pelos alunos ao longo da oficina, estes tiveram como tarefa final, em dupla, pensar e desenvolver uma solução do dia-a-dia de baixo custo (sustentável). Assim, dos 16 alunos selecionados, 12 finalizaram a oficina. Foram apresentados os seguintes projetos: horta com rega automática, braço robótico, monitor de temperatura, ponte levadiça, carro controlado pelo celular e contador e separador de moedas. Esses projetos podem ser visualizados na Figura 4. O funcionamento de todos os projetos envolveu, por parte dos alunos, prototipação e a programação em linguagem C para controlar os dispositivos eletrônicos por meio do Arduino. Ressalta-se que todos os alunos receberam certificado de participação na oficina.

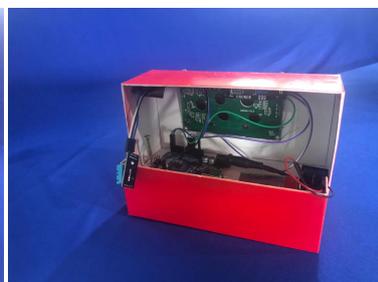
Por meio da programação em C empregada no projeto de extensão e o contato com a prototipação eletrônica foi possível abstrair alguns dados do projeto. Na Figura 5a, consta a resposta do item 1 na subseção 2.5. Observa-se que apenas 16,7% dos participantes relataram ter uma boa percepção de conhecimentos em lógica de programação antes de participar da oficina. A maioria relatou ter pouco conhecimento (41,7%), conhecimento razoável (33,3%) ou nenhum conhecimento (8,3%). Essa pergunta visou avaliar se algum dos alunos já havia tido alguma experiência com conceitos de lógica de programação, uma vez que, em redes sociais, por exemplo, é muito comum encontrar temas sobre o assunto. Essa pergunta revelou que alguns alunos tiveram algum contato, mesmo que mínimo, com lógica de programação.



(a) Horta com rega automática.



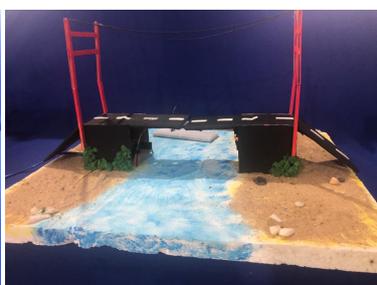
(b) Braço robótico.



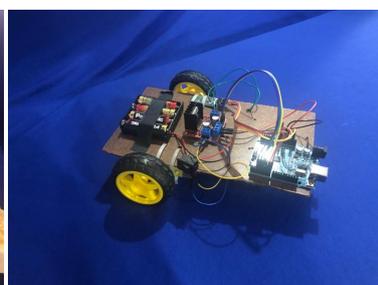
(c) Monitor de temperatura (parte interna).



(d) Monitor de temperatura (parte externa)



(e) Ponte levadiça.



(f) Carro controlado pelo celular.



(g) Contador e separador de moedas.

**Figura 4. Projetos apresentados durante a oficina.**

A Figura 5b apresenta uma resposta interessante para o emprego do projeto de extensão na escola. Nela, observa-se que 58% dos participantes relataram ter adquirido conhecimentos em lógica de programação após a conclusão da oficina. Dentre esses, 33,3% consideraram seu conhecimento como bom, enquanto apenas 8,3% consideraram razoável. Nota-se que nenhum aluno relatou não ter tido nenhum conhecimento. Esses resultados reforçam que as oficinas contribuíram para o avanço dos conhecimentos de lógica de programação, refletindo nos projetos finais que foram apresentados. A Figura 5c mostra que, dos participantes da oficina de robótica, na qual os alunos puderam adquirir conhecimentos em experimentos com robótica, todos tiveram a percepção de obter conhecimentos básicos em eletrônica, sendo esta medida pela intensidade da opinião. Isto é, 58,3% concordam plenamente e 41,7% concordam.

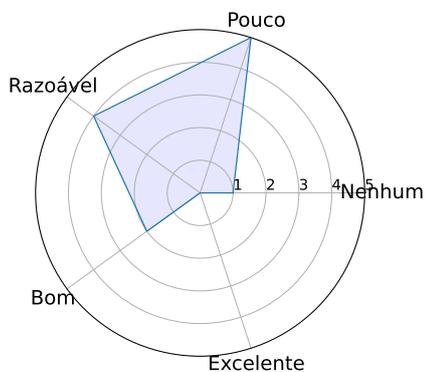
Na Figura 5d, observa-se que 58,3% dos participantes avaliaram que a participação na oficina teve uma boa contribuição para o desempenho escolar, enquanto 25% consideraram como muito bom. Apenas 16,7% responderam que foi razoável a participação na oficina. Essas respostas refletem que o projeto de extensão teve uma contribuição importante no desempenho escolar dos alunos. Isso foi possível devido ao desenvolvimento do raciocínio para entender e construir os códigos a serem gravados no Arduino, bem como as montagens dos componentes eletrônicos realizadas durante as atividades. A Figura 5e ilustra o grau de satisfação dos alunos com a participação no projeto de extensão. Observa-se que 83,3% ficaram muito satisfeitos e 16,7% satisfeitos, mostrando que a oficina teve uma avaliação positiva.

## 5. Conclusão

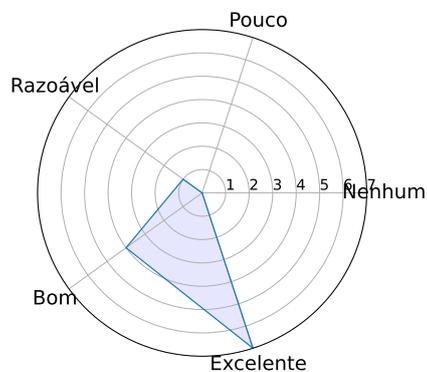
Este artigo apresenta um relato de experiência sobre o emprego de um projeto de extensão com alunos do ensino fundamental e médio. A ideia principal do projeto é ensinar programação básica e eletrônica básica aplicadas ao Arduino Uno por meio de oficinas de robótica.

Essa experiência incentivou os alunos de uma escola pública a desenvolverem os experimentos ministrados, as atividades práticas e, principalmente, a construir protótipos de aplicações robóticas de baixo custo. Essa aplicação final foi um desafio destinado a estimular a aprendizagem dos alunos na solução de problemas reais. Durante esse desafio, os alunos puderam colocar em prática os conhecimentos adquiridos em programação e eletrônica. Assim, os projetos finais apresentados demonstraram que os alunos foram capazes de aplicar conhecimentos de computação. Pelas respostas obtidas no questionário, ficou evidente que o projeto pode agregar conhecimento e satisfação aos alunos, proporcionando aprendizado por meio do emprego do Arduino. Um ponto a ser destacado é que os alunos relataram que a participação na oficina teve um impacto positivo em seu desempenho escolar. Isso pode ser justificado pelas atividades que realizaram, as quais acabaram motivando e cativando os alunos a estudar.

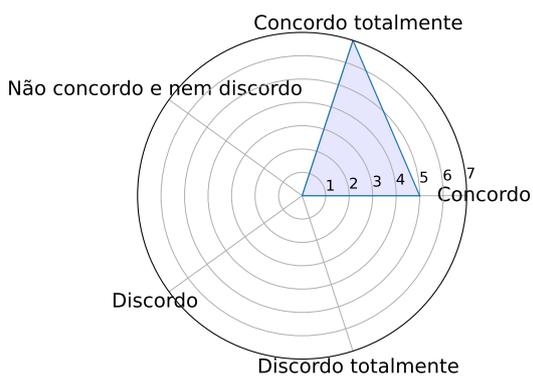
Para trabalhos futuros, há a perspectiva de dar continuidade ao projeto de extensão, levando-o ainda mais para a sociedade. Nesse aspecto, pretende-se aumentar o número de vagas no projeto para obter uma amostra maior de dados. Além disso, planeja-se aplicar metodologias como Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), explorar novas ferramentas de ensino, como o Arduino com Scratch, avaliar a percepção dos alunos em relação ao projeto e o impacto da aprendizagem na vida dos jovens.



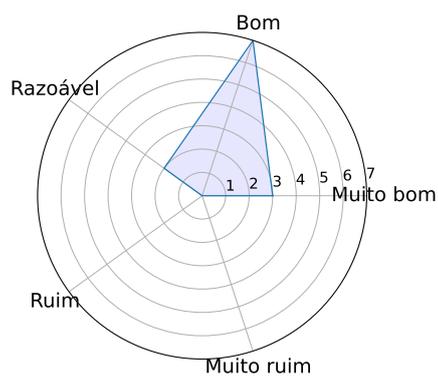
(a) Resultado da questão 1.



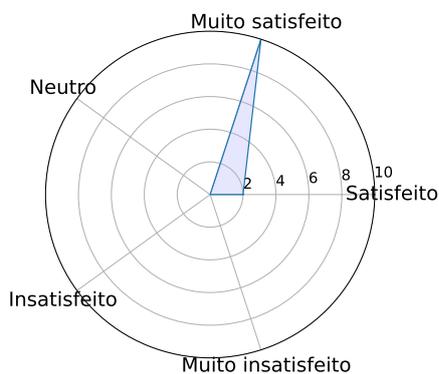
(b) Resultado da questão 2.



(c) Resultado da questão 3.



(d) Resultado da questão 4.



(e) Resultado da questão 5.

Figura 5. Resultados correspondentes aos questionários.

## Referências

- Aguiar, B., Correia, W., and Campos, F. (2011). Uso da escala likert na análise de jogos. *Salvador: SBC-Proceedings of SBGames Anais*, 7(2).
- Alves, M. L., de Freitas Costa, J. R., and Bezerra, C. I. M. (2018). Um relato de experiência: Ensinando robótica por meio de microcontroladores em uma escola profissional de ensino médio. In *Anais do XXVI Workshop sobre Educação em Computação*. SBC.
- Cambruzzi, E. and Santana, J. d. S. (2020). Uma análise do uso da robótica educacional como ferramenta de aprendizagem em lógica de programação. In *Anais do XXVIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 121–125. SBC.
- De Souza, F. A., Falcão, T. P., and Mello, R. F. (2021). O ensino de programação na educação básica: uma revisão da literatura. *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1265–1275.
- Geraldes, W. B. (2014). Programar é bom para as crianças? uma visão crítica sobre o ensino de programação nas escolas. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 7(2):105–117.
- Matarić, M. J. (2014). *Introdução à robótica*. Editora Blucher.
- McRoberts, M. (2018). *Arduino básico*. Novatec Editora.
- Mota, L. P. and Neves, I. (2020). Robótica como ferramenta para o desenvolvimento do pensamento computacional e introdução a lógica de programação. In *Anais do XXVIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 141–145. SBC.
- Rodrigues, E. G., Rodrigues, B. M., da Silva, M. F., da Silva, R. S., and da Mata Libório Filho, J. (2023). Robótica educacional no incentivo de alunos do primeiro ano do ensino médio para área de computação: Um relato de experiência. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 321–331. SBC.
- Rossi, M. L. and Aragón, R. (2022). Iniciação à robótica educacional com estudantes do 9º ano do ensino fundamental: um relato de experiência. In *Anais do XXVIII Workshop de Informática na Escola*, pages 221–230. SBC.
- Silva, J. C. d. (2017). Ensino de programação para alunos do ensino básico: Um levantamento das pesquisas realizadas no brasil.
- Silva, M. M., Guerra, C. D., Severo, M., Máximo, J. B., Castro, A. J., de Queiroz Neto, V., Aguilar, P. A., and Nunes, M. S. (2022). Robótica e aprendizagem cooperativa como ferramenta de aprendizado: Um relato de experiência do pacce. In *Anais do XXX Workshop sobre Educação em Computação*, pages 73–84. SBC.
- Silveira, L. P. N. and Knirsch, J. F. (2016). Como a programação pode auxiliar no desenvolvimento do raciocínio lógico em crianças, adolescentes e jovens. *Uma Nova Pedagogia para a Sociedade Futura*, pages 734–737.