



Entendendo sensores e atuadores, entre teoria e prática, um estudo de caso na educação básica

José Brito, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), jnbds.lic21@uea.edu.br
<https://orcid.org/0009-0000-9120-9122>

Márcia Lima, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), mslima@uea.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-4913-7513>

Marcela Pessoa, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), mspessoa@uea.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-3064-5585>

Fernanda Pires, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), fpires@uea.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-8180-9850>

Resumo: A robótica educacional tem sido utilizada para desenvolver habilidades do século XXI, como trabalho em equipe e resolução de problemas. Contudo, conceitos como sensores e atuadores ainda são de difícil compreensão nos anos iniciais. Este trabalho apresenta um estudo de caso com estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental, comparando uma abordagem prática, com computação desplugada e programação em blocos, com aulas teóricas. Os resultados apontaram maior envolvimento e melhora no desempenho do grupo experimental que participou das atividades práticas, indicando potencial de uso de abordagens práticas para o processo de aprendizagem de robótica em contextos iniciais.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Computação Desplugada, Programação em Blocos, Sensores, Atuadores

Understanding Sensors and Actuators: A Case Study in Basic Education

Abstract: Educational robotics has been used to develop 21st-century skills such as teamwork and problem-solving. However, concepts like sensors and actuators are still difficult to understand in early education. This study reports an experience with 2nd-grade elementary school students, comparing a practical approach using unplugged computing and block-based programming with theoretical lessons. The results showed greater engagement and improved performance in the experimental group that participated in practical activities, indicating the potential of practical approaches for the learning process of robotics in early education contexts.

Keywords: Educational Robotics, Unplugged Computing, Block-Based Programming, Sensors, Actuators.

1. Introdução

Dentre inúmeras possibilidades de uso da computação em sala de aula, a Robótica Educacional (RE) emerge como uma alternativa capaz de auxiliar no desenvolvimento de habilidades do século XXI, como trabalho em equipe, criatividade, metacognição, resolução de problemas e tomada de decisão, entre outras (Binkley *et al.*, 2011; Mioto *et al.*, 2019). Essas habilidades podem ser promovidas por meio de atividades práticas, como a programação em blocos e a montagem de circuitos, que possibilitam a criação de projetos com sensores e atuadores (Moraes; Duran e Bittencourt, 2023). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta as escolas sobre os conteúdos a serem utilizados, conforme as competências gerais, que incluem a compreensão, utilização e criação de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) de maneira criativa, reflexiva e significativa (Brasil, 2018).

O uso da Robótica Educacional (RE) sustenta a ideia de desenvolver não apenas a capacidade de pensar em múltiplas alternativas para a solução de um problema, mas

também as habilidades e competências ligadas à lógica, à noção espacial, à inteligência artificial, ao pensamento computacional, à organização e ao planejamento, além de promover a transdisciplinaridade (Santana; Dutra e Padilha, 2023). Entretanto, a abstração desses conceitos, especialmente os relacionados à lógica sequencial e programação, ainda representa um desafio, pois requer tempo e recursos. Segundo Alves *et al.* (2024) e Mangina *et al.* (2023), as propostas de aprendizagem para crianças e adolescentes exigem metodologias e estratégias que tornem a aprendizagem lúdica e acessível. Assim, a Realidade Aumentada (RA), a Computação Desplugada (CD)¹, e a Programação em Blocos (PB) se apresentam como ferramentas valiosas para a aprendizagem (Moraes; Duran e Bittencourt, 2023; Soares; Trentin e Teixeira, 2022; Souza; Falcão e Mello, 2021).

A CD pode ser utilizada para aprendizagem dos fundamentos da Ciência da Computação, permitindo que o estudante aprenda, de forma concreta, como os computadores funcionam, processam dados, bem como os conceitos de algoritmos e lógica de programação, sem a necessidade de aparatos tecnológicos digitais (Grebog; Santos e Castilho, 2021). Estudos mostram que o uso de CD não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também pode aumentar o engajamento e a motivação dos estudantes (Vieira; Passos e Barreto, 2013), pois é possível ter exemplos concretos sobre funcionamentos que podem parecer muito abstratos, inclusive para adultos. Já a Programação em Blocos substitui a sintaxe textual do código por elementos visuais interativos, fortalecendo a aprendizagem de conceitos básicos de programação, especialmente para crianças e jovens (Cardoso, 2020; Freire *et al.*, 2025).

Este artigo apresenta um estudo de caso com estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental, conduzido por um licenciando em Computação em uma escola privada. A partir de observações em sala de aula e diálogos com o professor de robótica, foram identificadas dificuldades dos estudantes na compreensão dos conceitos de sensores e atuadores. Com base nisso, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: *"Como atividades práticas baseadas em CD e PB podem influenciar a compreensão dos conceitos de sensores e atuadores entre crianças do 2º ano do Ensino Fundamental em comparação com uma abordagem teórica tradicional?"*

Para respondê-la, foi realizado um estudo comparativo com dois grupos: o grupo experimental (12 estudantes do 2º ano B), que participou de atividades práticas com CD e PB; e o grupo de controle (14 estudantes do 2º ano A), que teve aulas teóricas sobre os mesmos conceitos. A pesquisa utilizou metodologia mista, com aplicação de testes antes e depois das intervenções e observações durante as atividades.

Os resultados apontaram que o grupo experimental apresentou melhor desempenho na compreensão dos conceitos, em comparação ao grupo de controle. As principais contribuições deste estudo incluem: (1) a implementação de práticas pedagógicas com Computação Desplugada e Programação em Blocos no ensino de robótica; (2) evidências de que abordagens práticas favorecem a aprendizagem de conceitos complexos; e (3) o potencial das metodologias ativas para promover maior engajamento e eficácia no ensino de robótica nos anos iniciais.

2. Fundamentos e trabalhos relacionados

Para compreender o funcionamento básico da robótica, especialmente no contexto educacional, é essencial distinguir dois componentes fundamentais: sensores e atuadores. Segundo Mataric *et al.* (2014), sensores são dispositivos que captam estímulos do ambiente físico, como luz, som, temperatura e movimento, convertendo-os em sinais que podem ser interpretados por um sistema computacional. Já os atuadores são elementos responsáveis por executar ações físicas em resposta aos comandos processados, como mover um braço mecânico ou acionar uma luz. Quando combinados, sensores e atuadores interagem de

¹Sobretudo em contextos que não se pode contar com dispositivos digitais, como computadores, *tablets* ou *kits* de robótica

forma integrada, permitindo que o sistema reaja aos estímulos do ambiente e execute ações em tempo real. Essa interação é fundamental para o funcionamento dos sistemas robóticos, onde os sensores capturam dados e os atuadores respondem a eles. A compreensão desses conceitos é central para o desenvolvimento do pensamento computacional e para a aplicação pedagógica da robótica com estudantes em fase inicial (Santos e Oliveira, 2025).

Essa base conceitual tem sido explorada de diversas maneiras em pesquisas sobre a aprendizagem de Robótica Educacional. Diversos estudos (Alves *et al.*, 2024; Taqueuti *et al.*, 2024; Marinho e Barreto, 2022; Araujo, 2016) investigaram metodologias ativas que buscam integrar esses conceitos de forma acessível e significativa para os estudantes da educação básica. A seguir, destacam-se algumas dessas iniciativas, que, embora relevantes, abordam a temática de maneira distinta do presente trabalho.

No trabalho de Alves *et al.* (2024) relata um projeto de extensão com oficinas semanais de três horas voltadas à aprendizagem de programação e eletrônica básica com Arduino Uno, envolvendo estudantes do ensino fundamental e médio. Entre os projetos desenvolvidos estavam uma horta automatizada, um braço robótico e um carro controlado por celular. A avaliação, por meio de questionários tipo *Likert*, indicou que 58% dos participantes relataram melhora em lógica de programação, e 33,3% classificaram seu aprendizado como bom, evidenciando impacto positivo na aprendizagem e alta satisfação dos estudantes.

Taqueuti *et al.* (2024) relatam uma iniciativa com crianças de 6 a 10 anos, que abordou conceitos de ciência de dados, como, estimativa, padrões e probabilidade, por meio de CD, utilizando jogos e desafios cotidianos sem o uso de computadores. Entre 97 participantes, 93,5% demonstraram interesse em continuar aprendendo, e a maioria avaliou as atividades como “muito interessantes” ou “interessantes”, sugerindo alto engajamento e eficácia mesmo em contextos com recursos limitados.

O trabalho de Marinho e Barreto (2022) propõe o uso da ferramenta *UpRobotics*² para desenvolver o pensamento computacional em estudantes de 7 a 11 anos, por meio de RE e linguagens visuais baseadas em blocos. A plataforma permite simular tarefas com robôs virtuais, como controlar braços robóticos e semáforos. A pesquisa combinou atividades plugadas e desplugadas, e os resultados apontaram alto engajamento e boa aplicação prática dos conceitos, evidenciando a eficácia das metodologias ativas.

Por fim, o trabalho de Costa e Araujo (2016) investigou o desenvolvimento do pensamento computacional em estudantes do ensino fundamental por meio de um curso introdutório na plataforma Code.org³. Com base no *framework* de Brennan e Resnick (2012), observaram avanços em conceitos como sequências, repetições e condicionais, bem como em práticas computacionais como teste, depuração e modularização.

Apesar das contribuições relevantes dos estudos citados, o presente trabalho se diferencia ao focar na aprendizagem de dois conceitos fundamentais da robótica: sensores e atuadores, para crianças em fase inicial da escolarização. A proposta articula o uso de CD e PB, tendo como objetivo central facilitar a compreensão entre sensores e atuadores, um tema pouco abordado na literatura existente. Além disso, a metodologia aplicada neste estudo compara diretamente os efeitos de abordagens teóricas e práticas, contribuindo com evidências para o aprimoramento de práticas pedagógicas em robótica educacional nos anos iniciais.

3. Metodologia

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso com uma abordagem comparativa, realizado durante o estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Computação. A proposta consistiu em desenvolver e aplicar um conjunto de atividades didáticas voltadas à aprendizagem dos conceitos de sensores e atuadores por estudantes

² <https://uprobotics.com.br/>

³ <https://code.org/pt-BR>

do 2º ano do Ensino Fundamental, com faixa etária de 7 a 8 anos. Foram utilizadas duas abordagens distintas: uma prática, envolvendo CD e PB, e outra teórica, fundamentada em aulas expositivas. O objetivo foi investigar como a utilização de atividades práticas, baseadas em CD e PB, influencia a compreensão dos conceitos de sensores e atuadores, em comparação com uma abordagem teórica tradicional. A seguir, são descritas as etapas metodológicas adotadas, incluindo a definição do público-alvo, a organização das oficinas, a aplicação das atividades em dois grupos e os procedimentos de análise dos dados obtidos.

A Figura 1 apresenta uma visão geral das etapas metodológicas realizadas com os dois grupos, incluindo a aplicação dos testes, as intervenções propostas e os procedimentos para coleta de dados.

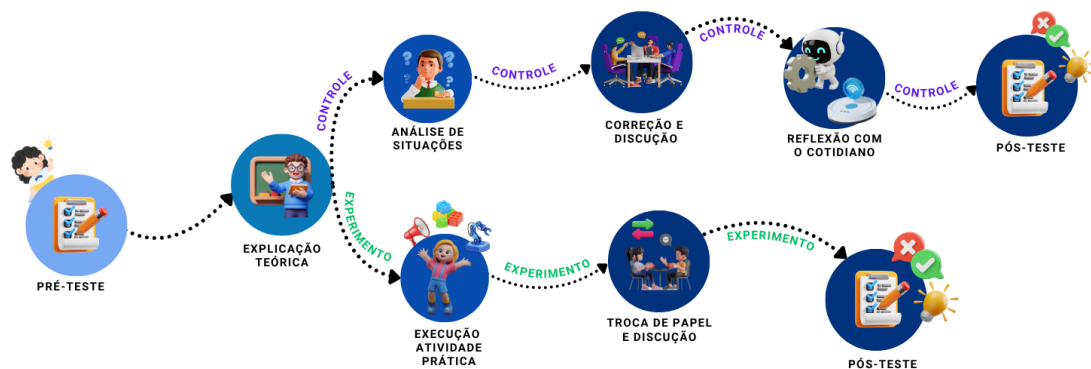


Figura 1. Etapas da intervenção aos dois grupos

3.1. Contexto da aplicação e público-alvo

A proposta deste estudo surgiu a partir de observações realizadas durante a disciplina de Robótica com turmas do 2º ano do Ensino Fundamental, em uma escola privada na cidade omitido para revisão. A robótica, por natureza, utiliza a construção e manipulação de robôs para facilitar o aprendizado de conceitos básicos de programação, eletrônica e ciência. No entanto, constatou-se que muitas das aulas estavam centradas em explicações teóricas e demonstrações pelo professor, o que limitava a participação ativa dos estudantes. Durante essas observações, foi possível perceber que os estudantes demonstravam dificuldades em compreender conceitos fundamentais da robótica, especialmente a distinção entre sensores e atuadores, o que impactava diretamente na compreensão do funcionamento desses dispositivos quando combinados.

Diante dessa realidade, identificou-se a necessidade de uma abordagem pedagógica ativa, na qual os estudantes possam ser o centro da ação. Com o apoio da professora supervisora, foi elaborada uma intervenção envolvendo duas turmas distintas, com o objetivo de avaliar o impacto de uma abordagem prática na compreensão dos conceitos de sensores e atuadores.

O estudo foi conduzido considerando dois grupos: o experimental, composto por 12 estudantes do 2º ano B, dos quais 7 eram meninas e 5 eram meninos, que participou de atividades práticas com CD e PB, e o de controle, formado por 14 estudantes do 2º ano A, sendo 8 meninos e 6 meninas, que seguiu uma abordagem teórica. Ambos os grupos realizaram atividades de 50 minutos, com o grupo experimental simulando processos robóticos, como o controle de uma esteira (lógica sequencial) e a detecção de obstáculos (lógica condicional), utilizando materiais físicos, enquanto o grupo de controle discutia os conceitos de sensores e atuadores.

Para avaliar a aprendizagem, aplicou-se um pré-teste, igual para os dois grupos, com perguntas objetivas sobre sensores e atuadores. As questões abordaram:

- O que é um sensor?
- O que é um atuador?
- O que um sensor pode fazer?
- Marque o que um atuador pode fazer.
- Marque a opção que representa um exemplo de sensor.

Após as atividades práticas e teóricas, o questionário com perguntas similares foi reaplicado como pós-teste para verificar a evolução conceitual dos estudantes. As questões incluíram:

- Como foi usar os blocos para programar? (Grupo de Experimento)
- Você gostou de ver os robôs em ação? (Grupo de Experimento)
- O que um sensor pode fazer? (Ambos os grupos)
- O que você achou mais divertido? (Grupo de Experimento)
- Marque o que um atuador pode fazer. (Ambos os grupos)
- O que você achou difícil? (Grupo de Experimento)
- O que você gostaria de aprender mais? (Grupo de Controle)

Detalhes sobre as respostas serão discutidos nas subseções seguintes. O questionário completo, incluindo o pré e o pós-teste, pode ser acessado através do seguinte link ⁴.

3.2. Organização das atividades

As atividades foram divididas em duas etapas principais: *i*) Planejamento, que incluiu a definição das atividades e dos materiais, por meio dos planos de aula; e *ii*) Aplicação, que consistiu na execução das atividades em duas turmas do 2º ano do Ensino Fundamental.

Planejamento do Grupo de Controle: O grupo de controle foi composto por 14 estudantes do 2º ano A, com faixa etária entre 7 e 8 anos. Estes estudantes já vinham tendo contato com a disciplina de robótica em formato mais teórico. A intervenção neste grupo seguiu uma abordagem teórica, com o objetivo de identificar, por meio da observação e de instrumentos avaliativos, as dificuldades dos estudantes em compreender sobre sensores e atuadores.

As etapas foram organizadas para cumprir a carga horária de 50 minutos e tinham como objetivos: *i*) avaliar o conhecimento inicial dos estudantes sobre sensores e atuadores por meio de um pré-teste impresso composto por cinco perguntas de múltipla escolha; *ii*) apresentar os conceitos teóricos de forma lúdica, utilizando slides ilustrativos e exemplos de sensores e atuadores presentes no cotidiano (duração aproximada de 5 minutos); *iii*) propor situações e problemas para a identificação e classificação dos componentes apresentados (sensor e atuador); *iv*) revisar coletivamente as respostas e discutir as justificativas apresentadas pelos estudantes; *v*) promover uma breve reflexão que relacione os conceitos às experiências diárias dos estudantes, como, por exemplo, o reconhecimento de sensores de presença em portas automáticas ou de atuadores em brinquedos motorizados; e *vi*) aplicar o pós-teste, semelhante ao questionário inicial, visando verificar a evolução conceitual.⁵

Aplicação do Grupo de Controle: A atividade foi realizada de forma individual, assegurando que cada estudante disponha dos recursos necessários para completar as tarefas. O tempo de 50 minutos foi respeitado. A atividade consistiu na apresentação de imagens e vídeos curtos que ilustravam diferentes componentes de robôs. Antes da aplicação das questões, foi dada uma breve introdução sobre os conceitos de sensores e atuadores, utilizando uma abordagem teórica e expositiva. Essa explicação teve como objetivo contextualizar os conceitos e preparar os estudantes para a atividade seguinte.

⁴Questionários pré e pós-teste: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.30369115>

⁵Plano da intervenção: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.30369115>

Para a atividade, utilizou-se apenas um conjunto de slides contendo imagens e vídeos. Cada estudante recebeu uma folha impressa com as questões, nas quais deveriam identificar se os elementos descritos em situações cotidianas de robôs eram sensores ou atuadores.

A seguir, estão as questões abordadas durante a apresentação teórica, que cobrem os itens (iii) e (iv) dos objetivos da intervenção:

- O que ajuda o robô a encontrar a sujeira?
- O que faz o robô se mover para frente e limpar o chão?
- O que ajuda o braço a pegar a caixa?
- O que faz o braço se mexer para pegar a caixa?
- O que ajuda o carro a ver as pessoas na rua?
- O que faz o carro parar para as pessoas atravessarem?

Planejamento do Grupo Experimental: O grupo experimental foi composto por 12 estudantes do 2º ano B. Diferentemente do grupo de controle, as atividades aplicadas neste grupo priorizaram uma abordagem prática, utilizando CD e PB. Semelhante ao grupo de controle, este grupo também já vinha tendo contato com a disciplina de robótica em um formato mais teórico.

As etapas foram organizadas para cumprir a carga horária de 50 minutos e incluíram: *i*) um pré-teste para avaliar o conhecimento inicial dos estudantes sobre sensores e atuadores, utilizando as mesmas questões do grupo de controle; *ii*) a introdução conceitual dos temas, com o apoio de imagens e exemplos práticos; *iii*) a execução da atividade prática, com simulações em duplas inspiradas em desafios robóticos; *iv*) a alternância de papéis entre os participantes e a condução de uma discussão reflexiva, estimulando a explicitação dos raciocínios utilizados; *v*) um pós-teste semelhante ao teste inicial para verificar os aprendizados adquiridos. O plano de aula, que contém a descrição completa das etapas e dos recursos utilizados, está disponível⁶.

Aplicação do Grupo Experimental: As atividades práticas desenvolvidas com o grupo experimental foram organizadas em duas rodadas sucessivas, estruturadas para explorar conceitos fundamentais da robótica por meio de CD combinada com PB, conforme apresentado na Tabela 1. Cada rodada apresentava um desafio que os estudantes, organizados em duplas, deveriam resolver ao simular situações típicas de sistemas robóticos.

Tabela 1. Sequência de rodadas das atividades

Rodada 1:	Simulação de Esteira
<i>Objetivo</i>	Trabalhar a lógica sequencial e introduzir o conceito de atuadores.
<i>Descrição da Atividade</i>	Um estudante desempenha o papel de robô e outro organiza os blocos de programação, simulando uma esteira transportadora.
<i>Cenário</i>	O robô precisa pegar um objeto vermelho e colocá-lo na “caixa A”.
<i>Comandos de aceite</i>	Pegar objeto (cor vermelha); Repetir duas vezes (ir para frente); Colocar na caixa A.
Rodada 2:	Deteção de Obstáculo
<i>Objetivo</i>	Introduzir a lógica condicional e o conceito de sensores.
<i>Descrição da Atividade</i>	O robô simula uma situação em que deveria detectar um obstáculo e realizar uma ação em resposta.
<i>Cenário</i>	O robô precisa se mover para frente, detectar um obstáculo e emitir um som de alerta antes de desviar.
<i>Comandos de aceite</i>	Mover para frente; Detectar distância de obstáculo; Se detectar obstáculo, emitir som: “Cuidado!”; Virar à direita.

⁶Plano da intervenção: (<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.30369115>)

A PB foi incorporada de forma analógica, por meio de cartões físicos representando blocos de comando (por exemplo: mover, repetir, condicional, emitir som). Esses cartões foram organizados sequencialmente pelos estudantes “programadores” para instruir seus colegas “robôs”, que executavam fisicamente as ações. Essa representação visual e manipulável dos blocos reforçou a estrutura lógica das instruções e aproximou os estudantes do pensamento computacional, mesmo sem o uso de dispositivos eletrônicos.

3.3. Observação participante

A observação foi realizada de forma contínua durante as atividades em sala de aula, com o objetivo de analisar a participação dos estudantes, a aplicação dos conceitos de sensores e atuadores, e a interação entre os colegas. As observações foram registradas por meio de anotações livres, diário de bordo, sem a utilização de um formulário estruturado.

Três critérios principais orientaram a análise: *i)* engajamento, identificado pela disposição dos estudantes em participar; *ii)* autonomia, observada na forma como seguiram as instruções e realizaram as tarefas de maneira independente; e *iii)* compreensão conceitual, avaliada pela aplicação dos conceitos durante as atividades.

3.4. Método de avaliação

Adotou-se uma abordagem metodológica mista, incorporando dados quantitativos e qualitativos. A dimensão quantitativa baseou-se na aplicação de questionários objetivos, em formato de pré e pós-teste, para avaliar o conhecimento dos estudantes sobre sensores e atuadores. Essa aplicação possibilitou verificar a evolução conceitual e a comparação dos resultados entre as abordagens teórica e prática adotada pelos estudantes.

A avaliação qualitativa considerou a observação direta dos estudantes durante as atividades. No grupo de controle, priorizou-se a participação durante explicações e discussões. Já no grupo experimental, a ênfase recaiu sobre a interação com as atividades práticas, a autonomia demonstrada pelos estudantes em sala de aula bem como a aplicação dos conceitos observados.

Para possibilitar a análise quantitativa dos resultados, as respostas às questões “O que um sensor pode fazer?” e “Marque o que um atuador pode fazer?”, presentes tanto no pré-teste quanto no pós-teste, foram codificadas numericamente. A cada resposta correta foi atribuído o valor 1, enquanto as respostas incorretas receberam o valor 0. A partir dessa codificação, foram calculadas as médias e os desvios padrão de desempenho dos estudantes em cada grupo e em cada momento avaliativo.

4. Resultados e discussão

A questão de pesquisa deste estudo foi: *Como atividades práticas baseadas em Computação Desplugada e Programação em Blocos podem influenciar na compreensão dos conceitos de sensores e atuadores entre crianças do 2º ano do Ensino Fundamental em comparação com uma abordagem teórica tradicional?*. Para respondê-la, os dados coletados foram organizados e analisados comparativamente entre os grupos controle e experimental. Os resultados são apresentados em percentuais, de modo a facilitar a comparação entre os grupos.

Os Gráficos 2 (a) do Grupo controle e 2 (b) do Grupo experimental apresentam os dados obtidos nos questionários aplicados antes das intervenções em ambos os grupos. No pré-teste, o grupo de controle apresentou uma melhor compreensão do conceito do termo sensor, com 83,3% de acertos, enquanto o grupo experimental obteve 41,7%. Em contrapartida, ambos os grupos apresentaram desempenho semelhante em relação à questão sobre o conceito de atuador, com 41,7% de acertos cada, evidenciando que ambos enfrentavam dificuldades iniciais nesse conceito.

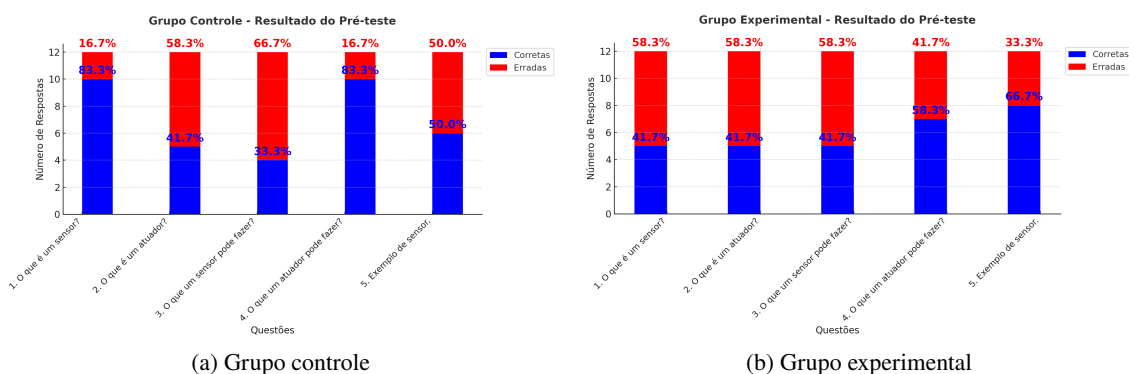


Figura 2. Comparação percentual de acertos no pré-teste entre os dois grupos.

Os Gráficos 3 (a) Grupo controle e 3 (b) Grupo experimental do pós-teste indicam uma melhora no desempenho do grupo experimental. Embora as perguntas do pós-teste não sejam idênticas às do pré-teste, elas avaliam os mesmos conceitos de sensor e atuador em contextos distintos, permitindo verificar a consolidação da aprendizagem. Na questão sobre sensores, o grupo experimental obteve 66,7% de acertos, superando seu desempenho anterior (41,7%) e o do grupo controle (58,3%). Na questão sobre atuadores, o grupo experimental alcançou 75% de acertos, em comparação aos 58,3% do grupo controle. Esses resultados sugerem que a participação em atividades práticas contribuiu para uma melhor compreensão conceitual, embora não se possa afirmar causalidade devido ao caráter exploratório do estudo.

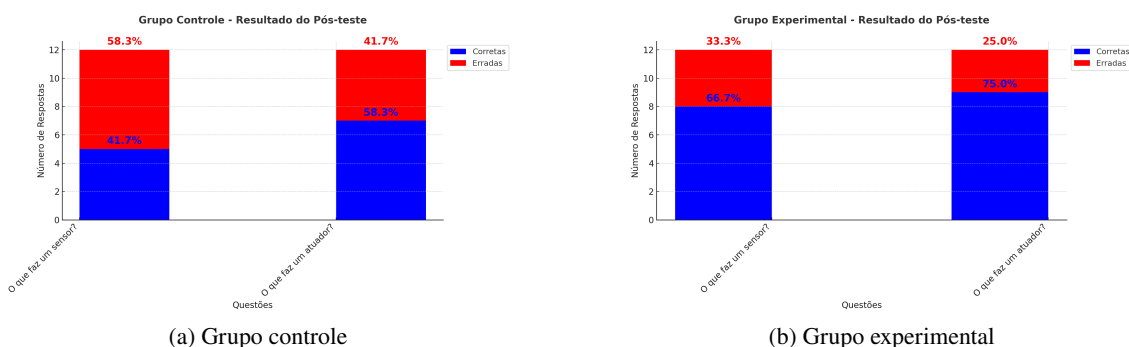


Figura 3. Resultados do pós-teste: comparação percentual de acertos entre os dois grupos.

Durante a realização das atividades práticas do grupo de experimento, foi cronometrado o tempo de execução de cada rodada. Apesar de o tempo total previsto para a intervenção ter sido de 50 minutos, a maioria das duplas não conseguiu concluir as duas etapas no período planejado. As duplas foram formadas majoritariamente por escolha dos próprios estudantes, com exceção da dupla 4, organizada com auxílio da professora, e das duplas 5 e 6, que foram reorganizadas como trios para equilibrar o número de participantes. Os tempos registrados foram arredondados para facilitar a comparação.

Conforme mostrado na Tabela 2, os tempos de execução variaram entre 4 e 7 minutos por atividade, com a dupla 3 apresentando o menor tempo total (10 min) e a dupla 2, o maior (13 min). Observa-se que mesmo os trios, com um integrante a mais, mantiveram tempos semelhantes aos das duplas, sugerindo boa divisão de tarefas. A diferença entre os grupos pode estar relacionada ao grau de entrosamento e à autonomia na realização das atividades. Esses dados reforçam a importância da formação equilibrada dos grupos e indicam que uma demonstração prévia pode otimizar o desempenho geral.

Tabela 2. Tempo de execução (em minutos) nas atividades práticas, por grupo.

Grupo	Atividade 1	Atividade 2
Dupla 1	6	6
Dupla 2	6	7
Dupla 3	5	5
Dupla 4	5	6
Trio 5	7	6
Trio 6	4	5

A seguir, na Figura 4, estão os registros do grupo de experimento: à esquerda, a simulação de esteira (Rodada 1); à direita, a detecção de obstáculo com lógica condicional (Rodada 2).

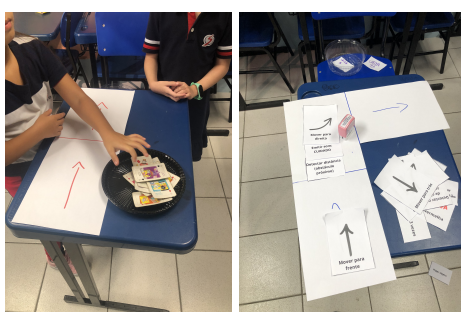


Figura 4. Registros das atividades práticas.

Durante a intervenção com o grupo controle, as perguntas foram apresentadas em slides e respondidas individualmente em papel. Observou-se hesitação por parte dos estudantes, que frequentemente buscavam confirmação com seus colegas. As respostas revelaram uma confusão conceitual entre sensor e atuador, especialmente em ações relacionadas ao movimento do robô.

Na questão sobre o movimento do robô para frente, 83,3% responderam incorretamente "sensor", enquanto apenas 16,7% selecionaram "atuador". Na pergunta sobre a detecção de sujeira, 58,3% dos entrevistados indicaram "sensor" e 41,7% "atuador". Em relação ao braço do robô que pega uma caixa, as respostas se dividiram igualmente entre "sensor" e "atuador" (50% cada). O mesmo padrão foi observado nas questões sobre a capacidade do carro de enxergar e a capacidade do carro de parar, ambas com a divisão de 6 estudantes para cada opção. Esses dados indicam um padrão de incerteza e escolhas possivelmente aleatórias, sugerindo dificuldades na distinção entre as funções dos sensores e atuadores.

As respostas dessa atividade estão disponíveis em anexo para preservar o foco e otimizar o espaço⁷. A Figura 5 apresenta registros da intervenção: à esquerda, a apresentação dos slides; à direita, a resolução individual da atividade.

Com base nos dados analisados, a abordagem prática aplicada ao grupo experimental apresentou melhores resultados na aprendizagem dos conceitos de sensores e atuadores, refletidos no aumento dos percentuais de acertos entre o pré-teste e o pós-teste. O grupo de controle, que participou apenas de atividades teóricas, manteve percentuais semelhantes nos dois testes e apresentou recorrência de erros conceituais, como a confusão entre sensores e atuadores em contextos de movimento. Esses resultados sugerem que a prática contribuiu para a aplicação dos conceitos em novos contextos, favorecendo a generalização do conhecimento. Embora não seja possível afirmar causalidade, os achados

⁷Respostas do Grupo de Controle: <<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.30369115>>



Figura 5. Registros das atividades teóricas do grupo de controle.

indicam que metodologias ativas podem contribuir para o processo de aprendizagem em robótica nos anos iniciais.

De forma complementar à análise descritiva apresentada anteriormente, a análise quantitativa das duas questões comuns ao pré-teste e ao pós-teste reforça os resultados observados⁸. No grupo experimental, a média de pontuação passou de 8,33 pontos no pré-teste para 14,17 pontos no pós-teste, correspondendo a um aumento médio de 5,83 pontos. Observou-se ainda redução do desvio padrão, de 8,35 para 6,69, indicando maior homogeneidade no desempenho dos estudantes após a intervenção.

No grupo de controle, a média reduziu de 12,5 pontos no pré-teste para 10 pontos no pós-teste, resultando em uma variação média negativa de 2,5 pontos. O desvio padrão aumentou de 6,22 para 7,39, indicando maior dispersão das respostas. Esses resultados reforçam a diferença de desempenho entre os grupos ao longo do período analisado, indicando padrões distintos de evolução da aprendizagem em função da abordagem adotada.

Os resultados observados neste estudo, especialmente aqueles evidenciados na análise quantitativa, dialogam com a literatura sobre RE e PC, que aponta que abordagens práticas tendem a apoiar a compreensão de conceitos abstratos, especialmente nos anos iniciais da escolarização. Estudos como os de Alves *et al.* (2024), Marinho e Barreto (2022) e Taqueuti *et al.* (2024) indicam que metodologias baseadas em experimentação, simulação e resolução de problemas estão associadas a maiores níveis de engajamento e desempenho conceitual. Esses resultados são consistentes com os achados do grupo experimental deste estudo, no qual a simulação de situações robóticas e o uso de representações físicas dos blocos de programação contribuíram para a distinção entre sensores e atuadores.

5. Considerações Finais

Este estudo de caso investigou como atividades práticas, baseadas em Computação Desplugada e Programação em Blocos, podem contribuir para a compreensão de sensores e atuadores por crianças do 2º ano do Ensino Fundamental. Foi realizada uma comparação entre abordagens prática (CD e PB) e teórica (aulas expositivas). Os resultados indicam maior progresso no grupo experimental, especialmente nas questões sobre atuadores. No entanto, não é possível afirmar uma relação causal direta devido às limitações do estudo.

Apesar das evidências, o estudo apresenta restrições, como o número reduzido de participantes, o que impede a generalização dos resultados, e o tempo limitado para a execução das atividades.

O estudo também trouxe uma reflexão importante sobre a prática docente, destacando a importância do planejamento cuidadoso para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem. Para trabalhos futuros, recomenda-se ampliar a amostra, alocar

⁸Os dados utilizados nesta análise estatística estão disponíveis como material suplementar em formato PDF em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.30369115>.

mais tempo para as atividades práticas, diversificar as estratégias pedagógicas e adotar instrumentos de avaliação mais abrangentes, como registros observacionais estruturados, produções dos estudantes e evidências qualitativas e quantitativas mais robustas.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (PROPEP) pelo apoio concedido por meio de Projeto de Produtividade 01.02.011304.026472/2023-87, e ao NEXUS, prédio base do Grupo de Pesquisa ThinkTed.

Referências

- Alves, E.; Silva, J.; Valente, W.; Balieiro, A. Um relato de experiência: Ensino de programação e eletrônica básica através de oficinas de robótica em escola pública de nível fundamental e médio. In: **Anais do XXX Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024. p. 299–309. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/31068>.
- Araujo, A. C. e Leonardo Costa e A. Um estudo de caso sobre competências do pensamento computacional desenvolvidas na programação em blocos no code.org. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, v. 5, n. 1, p. 1117, 2016. ISSN 2316-8889. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wcbie/article/view/7037>.
- Binkley, M. *et al.* Defining twenty-first century skills. **Assessment and Teaching of 21st Century Skills**, p. 17–66, 10 2011.
- Brasil. Brasil. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**, 2018.
- Brennan, K.; Resnick, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: **Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association**. Vancouver, Canada: [s.n.], 2012. p. 1–25. Disponível em: <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>.
- Cardoso, G. D. C. **Ambiente de Programação Multimodal Acessível Para Crianças Com Deficiência Visual**. [S.l.]: Universidade de Lisboa (Portugal), 2020. AAI29009370.
- Freire, C. *et al.* Desenvolvendo habilidades do pensamento computacional em crianças: Uma oficina de criação de jogos no scratch. In: **Anais do XXXIII Workshop sobre Educação em Computação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2025. p. 341–352. ISSN 2595-6175. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/36178>.
- Grebogy, E.; Santos, I.; Castilho, M. Computação desplugada no ensino fundamental i: Um mapeamento sistemático de literatura. In: **Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 953–964. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/18121>.
- Mangina, E.; Psyrra, G.; Screpanti, L.; Scaradozzi, D. Robotics in the context of primary and pre-school education: A scoping review. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, PP, p. 1–10, 01 2023.
- Marinho, F.; Barreto, R. Lições aprendidas usando robótica desplugada, linguagens baseadas em blocos e simulador robótico 3d. In: **Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2022. p. 718–729. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/22453>.
- Mataric, M. J.; Filho, H. F.; Silva, J. R.; Alves, S. F. d. R. **Introdução à robótica**. [S.l.]: Ed Unesp, 2014.

Mioto, F.; Petri, G.; Wangenheim, C. Gresse von; Borgatto, A.; Pacheco, L. bases21 - um modelo para a autoavaliação de habilidades do século xxi no contexto do ensino de computação na educação básica. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 27, p. 26, 01 2019.

Moraes, J. P.; Duran, R.; Bittencourt, R. Robótica educacional e habilidades do século xxi: Um estudo de caso com estudantes do ensino médio. In: **Anais do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 173–183. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/23887>.

Santana, F. B. F. d.; Dutra, P. d. S.; Padilha, M. A. S. Engajamento docente no programa de robótica na escola da prefeitura do recife. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 29, 2023.

Santos, G.; Oliveira, R. Robótica educacional e pensamento computacional: Uma abordagem prática no ensino fundamental. In: **Anais do II Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2025. p. 118–122. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbceb/article/view/34496>.

Soares, L.; Trentin, M.; Teixeira, A. A computação desplugada aliada à educação básica: Uma revisão sistemática da literatura brasileira. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 12, p. 118–130, 12 2022.

Souza, F.; Falcão, T.; Mello, R. O ensino de programação na educação básica: Uma revisão da literatura. In: **Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 1265–1275. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/18148>.

Taqueuti, A. J. *et al.* Relato de experiência de atividades desplugadas de ciência de dados para crianças. In: **Anais do XXX Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024. p. 341–351. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/31072>.

Vieira, A.; Passos, O.; Barreto, R. Um relato de experiência do uso da técnica computação desplugada. In: **Anais do XXI Workshop sobre Educação em Computação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2013. p. 671–680. ISSN 2595-6175. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/27763>.