

Robótica Educacional e Aprendizagem Ativa em Matemática no Ensino Básico: análise de uma intervenção com semáforo e carrinho programável

Alex dos Santos Salazar¹; Francisca Rodrigues Borges²; Paulo Sérgio Batista Soares³; Cleydiel Edmar da Silva⁴; Airton José de Sousa⁵; Romilda Márcia Tavares dos Santos⁶; João Wilson Ferreira Lima Junior⁷; Adeilson José da Silva⁸

¹Mestre, Secretaria Municipal de Educação de Antônio Almeida, Piauí, Brasil. E-mail: professor.alexsalazar@gmail.com.; ²Mestre, Instituto Federal do Maranhão, Maranhão, Brasil. E-mail: franciscarodrigues.borges@ifma.edu.br; ³Mestre, Secretaria Municipal de Itaueira, Piauí, Brasil. E-mail: psbatista2009@gmail.com; ⁴Mestre, Secretaria Municipal de Educação de Oeiras, Piauí, Brasil. E-mail: cleydielsilvajc@gmail.com; ⁵Mestre, Secretaria de Educação do Estado, Piauí, Brasil. E-mail: airtonjose-2011@hotmail.com; ⁶Graduada, Secretaria Municipal de Educação de Uruçuí, Piauí, Brasil. E-mail: romildasantos@aluno.uespi.br; ⁷Mestre, Instituto Federal do Maranhão, Maranhão, Brasil. E-mail: wilson.junior@ifma.edu.br; ⁸Mestre, Secretaria Municipal de Educação de Jaicós, Piauí, Brasil. E-mail: adeilsonprofessor452@gmail.com

<https://doi.org/10.67694/wy6rrz70>

Received: 20/10/2026 | Accepted: 24/10/2026 | Published: 26/10/2026 | Pages: 166–181

RESUMO

Este estudo analisa como atividades de robótica educacional mobilizaram conceitos matemáticos e estratégias de resolução de problemas em duas turmas do 9º ano de uma escola pública de Antônio Almeida, Piauí. A investigação foi organizada como intervenção pedagógica de abordagem mista e caráter descritivo-exploratório, utilizando observações de aula, produções escritas dos estudantes, questionários pós-atividade, registros fotográficos e tarefas práticas com um semáforo programável e um carrinho robótico. As distribuições de frequência apresentadas nos instrumentos contabilizam 40 respostas em cada atividade avaliada. A tarefa do semáforo articulou sequenciamento, medição do tempo, raciocínio proporcional, operações aritméticas e lógica algorítmica; a atividade com o carrinho enfatizou velocidade média e conversão de unidades. Na avaliação referente ao semáforo, 65,0% dos estudantes alcançaram pelo menos 40% de acertos e 37,5% situaram-se nas faixas de 60% a 100%; na atividade do carrinho, esses percentuais foram, respectivamente, 62,5% e 40,0%. A análise

de uma produção escrita representativa também evidenciou estratégias de conversão entre m/s e km/h e de aplicação da relação entre distância, tempo e velocidade. Os achados são interpretados como evidências contextualizadas de mobilização de conceitos e de participação dos estudantes, e não como prova causal de ganho de aprendizagem, pois não houve pré-teste equivalente nem grupo de comparação. Conclui-se que a robótica educacional pode adquirir relevância didática quando os artefatos tecnológicos são vinculados a questões matemáticas explícitas, à mediação docente e a oportunidades de testar, medir, calcular, comparar e revisar soluções.

Palavras-chave: Educação Matemática. Robótica Educacional. Aprendizagem Ativa. Pensamento Matemático. Resolução de Problemas.

ABSTRACT

This study analyzes how educational robotics activities mobilized mathematical concepts and problem-solving strategies in two ninth-grade classes at a public school in Antônio Almeida,

Piauí, Brazil. The research was designed as a mixed-method, descriptive-exploratory pedagogical intervention using classroom observations, students' written productions, post-activity questionnaires, photographs, and practical tasks involving a programmable traffic light and a robotic car. The frequency distributions presented in the instruments account for 40 responses in each evaluated activity. The traffic-light task addressed sequencing, time measurement, proportional reasoning, arithmetic operations, and algorithmic logic, while the robotic-car task emphasized average speed and unit conversion. In the traffic-light assessment, 65.0% of the students achieved at least 40% of the items and 37.5% were in the 60–100% bands; in the robotic-car assessment, the corresponding proportions were 62.5% and 40.0%. Analysis of a representative written production also revealed strategies for converting m/s to km/h and applying the relation between distance, time, and speed. These findings are interpreted as contextualized evidence of mathematical concept mobilization and student engagement, not as causal proof of learning gains, because the study did not employ an equivalent pretest or a comparison group. The results support the pedagogical relevance of robotics when technological artifacts are linked to explicit mathematical questions, teacher mediation, and opportunities for testing, measuring, calculating, and revising solutions.

Key words: Mathematics Education. Educational Robotics. Active Learning. Mathematical Thinking. Problem Solving.

INTRODUÇÃO

A presença de tecnologias digitais na Educação Básica ampliou as possibilidades de organizar situações em que conceitos matemáticos são mobilizados para resolver problemas, construir modelos, testar hipóteses e interpretar resultados. Nesse cenário, a robótica educacional se distingue de usos meramente expositivos da tecnologia porque combina programação, montagem, medição, tomada de decisão e interação com artefatos físicos ou simulados. Quando essas ações são subordinadas a objetivos matemáticos claros, o estudante deixa de apenas manipular dispositivos e passa a empregar relações numéricas, geométricas, algébricas e métricas para controlar e explicar o comportamento do sistema.

Essa perspectiva dialoga com o construcionismo de Papert (1980, 2008), segundo o qual a aprendizagem pode ser favorecida quando o sujeito constrói objetos compartilháveis, testa suas ideias e revisa procedimentos a partir daquilo que produz. Em atividades de robótica, a programação e o protótipo funcionam como objetos de pensamento: um erro no tempo de acionamento de um LED, na distância percorrida por um carrinho ou na conversão de uma unidade produz consequências observáveis e pode desencadear novas tentativas e justificativas.

A literatura recente, entretanto, recomenda cautela diante de formulações que tratam a robótica como solução automaticamente eficaz. Em meta-análise de estudos em educação STEM, Ouyang e Xu (2024) encontraram efeitos moderados sobre desempenho e atitudes, mas também mostraram que os resultados variam conforme disciplina, nível educacional, estratégia instrucional, duração da intervenção e condição de comparação. De modo semelhante, a revisão de Ibáñez-Carrasco e Henríquez-Rivas (2026), especificamente voltada à Educação Matemática, identificou resultados predominantemente favoráveis, mas também contradições e lacunas metodológicas que

justificam análises mais situadas.

No campo da Matemática, estudos recentes ajudam a delimitar com maior precisão o que pode ser observado em tarefas robóticas. Bento Miguens *et al.* (2024) relacionaram atividades com robôs e programação à participação, à motivação e ao desenvolvimento do pensamento computacional; Çakıroğlu e Yıldırım (2024) identificaram estratégias de pensamento matemático, como busca de relações, cálculo, generalização e articulação entre ângulo, distância, velocidade e tempo. Em perspectiva complementar, Hangün e Türel (2025), em estudo quase experimental, observaram mudanças em dimensões afetivas e na autoeficácia em programação, mas não encontraram diferença estatisticamente significativa no desempenho matemático entre os grupos. Em conjunto, esses resultados recomendam uma interpretação não determinista dos efeitos da robótica.

No contexto brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular prevê o uso crítico, significativo, reflexivo e ético de tecnologias digitais e valoriza processos de resolução de problemas, investigação e argumentação no ensino de Matemática (BRASIL, 2018). Estudos recentes também têm discutido a robótica nos anos finais do Ensino Fundamental como possibilidade de articulação entre tecnologias digitais e processos formativos em Matemática, ao mesmo tempo que ressaltam desafios de infraestrutura, formação docente e intencionalidade pedagógica (Romulo; Faria; Brandão, 2026).

Apesar desse avanço, permanece relevante compreender não apenas se os estudantes demonstram interesse por atividades de robótica, mas quais conceitos e procedimentos matemáticos são efetivamente mobilizados durante tarefas concretas. Fotografias de participação ou relatos de entusiasmo, isoladamente, não demonstram aprendizagem. Para produzir evidências mais informativas, é necessário relacionar a atividade tecnológica às respostas, cálculos, estratégias e dificuldades observadas.

Neste estudo, essa discussão é desenvolvida a partir de duas situações: a programação de um semáforo, utilizada para trabalhar sequências, intervalos de tempo, proporcionalidade e raciocínio algorítmico, e o uso de um carrinho robótico, empregado em problemas de velocidade média e conversão de unidades. As atividades foram realizadas com duas turmas do 9º ano de uma escola pública do município de Antônio Almeida, Piauí.

A pesquisa foi orientada pela seguinte questão: de que modo atividades de robótica educacional com semáforo e carrinho programável mobilizam conceitos matemáticos e estratégias de resolução de problemas em estudantes do 9º ano, e que evidências podem ser identificadas em seus desempenhos pós-atividade e produções escritas? O objetivo geral foi analisar a mobilização de conhecimentos matemáticos e as estratégias apresentadas pelos estudantes durante e após a intervenção. Especificamente, buscou-se: a) caracterizar as atividades e os conceitos matemáticos nelas implicados; b) descrever as distribuições de desempenho nos instrumentos aplicados após cada atividade; c) examinar produções escritas representativas; e d) discutir potencialidades e limites da robótica como mediação pedagógica no contexto investigado.

REFERENCIAL TEÓRICO

Construcionismo, aprendizagem ativa e artefatos programáveis

O construcionismo formulado por Papert (1980, 2008) constitui uma referência importante para compreender propostas em que programação e robótica deixam de ser apenas objetos técnicos e passam a mediar processos de construção de conhecimento. A ideia central é que a elaboração de objetos públicos — programas, modelos, protótipos ou robôs — favorece ciclos de planejamento, execução, observação, depuração e reconstrução. Em Matemática, esse ciclo pode ser particularmente produtivo quando o comportamento do artefato depende de relações quantitativas que o estudante precisa explicitar e ajustar.

A aprendizagem ativa, nesse contexto, não se reduz ao fato de o aluno estar fisicamente ocupado com peças e computadores. Ela pressupõe atividade intelectual orientada por problemas, tomada de decisão, elaboração de estratégias e reflexão sobre resultados. Assim, a relevância pedagógica da robótica depende da qualidade da tarefa e da mediação docente. O professor precisa formular perguntas que obriguem o estudante a matematizar a situação, justificar escolhas e comparar previsões com o comportamento observado do dispositivo.

Robótica educacional e pensamento matemático

Pesquisas recentes têm procurado identificar quais formas de pensamento matemático emergem em atividades de robótica. Çakıroğlu e Yıldırım (2024) observaram estratégias de especialização e generalização em tarefas com robôs, incluindo reconhecimento de relações entre ângulo e direção, uso de operações algébricas e associação entre distância, velocidade e tempo. Esses resultados são particularmente próximos das tarefas analisadas neste artigo, nas quais temporização e movimento foram convertidos em problemas matemáticos observáveis.

Também há evidências de que o envolvimento com robótica pode favorecer participação e motivação quando as tarefas combinam programação, resolução de problemas e conteúdos curriculares. Bento Miguens *et al.* (2024) identificaram indícios de envolvimento e consolidação de conhecimentos em atividades com mBot e micro:bit. Todavia, resultados motivacionais e cognitivos não devem ser tratados como equivalentes: um estudante pode participar ativamente e ainda apresentar dificuldades conceituais. Por isso, estudos que analisam produções e estratégias oferecem uma compreensão mais refinada do processo.

Essa leitura é reforçada por sínteses e estudos empíricos recentes. A meta-análise de Ouyang e Xu (2024) identificou efeitos médios positivos da robótica em contextos STEM, embora com variações associadas ao contexto e ao desenho das intervenções. Hangün e Türel (2025) observaram efeitos favoráveis em ansiedade matemática e autoeficácia em programação, sem diferença significativa entre grupos no desempenho matemático. Mais recentemente, Ibáñez-Carrasco e Henríquez-Rivas (2026), ao sintetizarem 44 estudos, concluíram que a robótica apresenta potencial para a Educação Matemática, mas os resultados permanecem heterogêneos e ainda há desafios relacionados à avaliação, à integração curricular e à formação docente.

Programação em blocos, Scratch e simulação

A programação em blocos reduz parte da carga sintática das linguagens textuais e permite concentrar a atenção em sequências, condições, repetições, variáveis e relações entre comandos. Scaico *et al.* (2012) destacam o potencial do Scratch para introduzir pensamento algorítmico em contextos escolares. No presente estudo, Scratch e Tinkercad foram empregados como ambientes de preparação e simulação, permitindo que os estudantes antecipassem o comportamento do circuito antes da implementação física.

Essa passagem entre representação virtual e artefato físico é pedagogicamente relevante porque favorece processos de previsão e validação. Ao definir que um LED permanecerá ligado por determinado intervalo ou que um carrinho percorrerá certa distância em um tempo medido, o estudante trabalha com grandezas e relações que podem ser verificadas empiricamente. A programação, assim, pode funcionar como uma linguagem para expressar e testar relações matemáticas.

Currículo e intencionalidade pedagógica

A BNCC situa o uso de tecnologias digitais entre as competências gerais da Educação Básica e, no componente Matemática, valoriza resolução de problemas, investigação, comunicação e argumentação (BRASIL, 2018). Entretanto, a simples presença de equipamentos não garante integração curricular. Estudos brasileiros recentes ressaltam que a robótica precisa ser acompanhada de planejamento, formação docente e clareza sobre os conhecimentos matemáticos que se pretende mobilizar (Romulo; Faria; Brandão, 2026).

Dessa forma, o referencial adotado neste estudo considera a robótica educacional como uma mediação possível, e não como causa automática de aprendizagem. Seu valor analítico está em criar situações nas quais os estudantes possam medir, programar, testar, calcular e revisar soluções, tornando visíveis estratégias matemáticas que podem ser examinadas pelo professor e pelo pesquisador.

MÉTODO

Delineamento, participantes e recursos

A investigação foi organizada como uma intervenção pedagógica de abordagem mista e caráter descritivo-exploratório. O componente quantitativo concentrou-se na descrição das frequências de acertos obtidas nos instrumentos aplicados após as atividades, enquanto o componente qualitativo considerou observações de aula, registros fotográficos, produções escritas e estratégias matemáticas identificáveis nas respostas dos estudantes. O estudo foi desenvolvido em duas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal de Antônio Almeida, Piauí. Em cada atividade avaliada, foram analisadas 40 respostas, quantitativo adotado nas distribuições apresentadas nos Gráficos 1 e 2.

Como recursos didáticos foram utilizados um kit robótico Atto Box, componentes de Arduino, Scratch, Autodesk Tinkercad, cronômetros de telefone celular e materiais escolares de registro. O kit possibilitou a montagem de protótipos e a programação de movimentos e sinais. Os ambientes Scratch e Tinkercad foram empregados para introduzir a lógica algorítmica e simular circuitos antes de sua execução física. Esses recursos foram selecionados por permitirem articular programação em blocos, experimentação, medição e conteúdos matemáticos.

Figura 1 – Kit robótico utilizado como referência para as aulas práticas

Fonte: Universidade Federal de Santa Catarina (s. d.).

O equipamento empregado na intervenção corresponde ao conjunto apresentado na Figura 1, com peças modulares, motores e componentes que possibilitam diferentes montagens.

A Figura 2 registra a apresentação do kit aos estudantes antes das atividades de programação e experimentação.

Figura 2 – Apresentação do kit Atto Box aos estudantes

Fonte: Acervo dos autores (2026).

Contexto da pesquisa

O estudo foi realizado numa Escola Municipal de Ensino Fundamental, em Antônio Almeida, Piauí (Figura 3). A instituição dispõe de laboratório de informática com computadores, projetores multimídia, biblioteca e espaços que permitiram alternar atividades de simulação, montagem e experimentação. A descrição do contexto é relevante porque o acesso a equipamentos, conectividade e espaços físicos condiciona a

implementação de propostas de robótica educacional.

Participaram estudantes de duas turmas do 9º ano do turno matutino. A seleção foi intencional, vinculada às turmas nas quais a intervenção pedagógica foi realizada; portanto, os participantes não constituem amostra probabilística e os resultados não devem ser generalizados para outras escolas ou populações. As frequências apresentadas nos instrumentos pós-atividade indicam 40 respostas analisadas em cada uma das duas situações avaliativas.

Figura 3 – Fachada da Escola Municipal

Fonte: Acervo dos autores (2026).

Produção de dados da pesquisa

Observações de aula: foram registrados o envolvimento dos estudantes, as interações durante a montagem e a programação, as dúvidas manifestadas e os procedimentos utilizados na resolução das tarefas. Esses registros foram empregados como evidências contextuais, sem substituírem a análise das produções matemáticas.

Questionários e tarefas escritas: após as atividades, os estudantes responderam a questões relacionadas aos conteúdos mobilizados. Na prática do semáforo, as questões abordaram duração de ciclos, proporcionalidade e operações com tempo; na atividade do carrinho, concentraram-se em velocidade média e conversões entre m/s e km/h. As respostas permitiram descrever o desempenho por faixas de acerto e examinar estratégias de cálculo.

Registros de desempenho pós-atividade: as frequências de acertos foram agrupadas em cinco faixas (0–20%, 20–40%, 40–60%, 60–80% e 80–100%). Como os instrumentos foram aplicados após as atividades e o manuscrito não apresenta pré-teste equivalente nem grupo de comparação, esses resultados são tratados como desempenho pós-intervenção e não como medida causal de ganho de aprendizagem.

Procedimentos de análise

A análise quantitativa foi descritiva, baseada em frequências absolutas e percentuais por faixa de acerto. Para os Gráficos 1 e 2, as frequências foram recalculadas sobre $n = 40$ respostas. A análise qualitativa foi interpretativa e concentrou-se em três dimensões: (a) conceitos matemáticos mobilizados pelas tarefas; (b) estratégias identificáveis nas produções dos estudantes; e (c) dificuldades ou limites evidenciados nos registros. Fotografias e capturas de tela foram utilizadas para documentar a organização das atividades e os artefatos produzidos, mas não foram tomadas, isoladamente, como prova de aprendizagem.

DESENVOLVIMENTO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A intervenção foi organizada para que o contato com os dispositivos tecnológicos estivesse sempre associado a uma tarefa matemática. Em vez de utilizar o robô como elemento demonstrativo, as atividades exigiram dos estudantes medidas, cálculos, previsões e decisões que poderiam ser verificadas pelo comportamento do protótipo.

A programação introduziu elementos de pensamento computacional — decomposição de uma tarefa, ordenação de comandos, repetição e depuração — articulados a grandezas matemáticas. No semáforo, o funcionamento dependia dos intervalos atribuídos aos LEDs; no carrinho, distância e tempo eram convertidos em dados para o cálculo da velocidade média.

Essa organização permitiu trabalhar uma ideia central da aprendizagem ativa: produzir uma solução, observar seu efeito e revisá-la. O erro de programação ou de cálculo deixava de ser apenas uma resposta incorreta no papel e podia gerar um comportamento inesperado do sistema, abrindo espaço para comparação entre previsão e resultado.

A seguir, descrevem-se as duas situações didáticas e, posteriormente, analisam-se as evidências produzidas pelos estudantes. A separação entre descrição da intervenção e análise dos resultados busca evitar que o simples envolvimento na atividade seja confundido com demonstração de aprendizagem.

Construção e programação do semáforo

A atividade do semáforo foi iniciada com uma oficina de programação em blocos no Scratch. A opção por uma linguagem visual buscou reduzir obstáculos sintáticos e concentrar a atenção na ordenação lógica dos comandos. Em seguida, a sequência foi transferida para o Tinkercad e associada ao circuito com Arduino, permitindo que os estudantes relacionassem instruções abstratas a um comportamento observável dos LEDs. O processo envolveu a definição da ordem verde—

amarelo-vermelho, a atribuição de tempos a cada fase e a repetição do ciclo.

O Scratch foi utilizado como ambiente de programação em blocos, recurso que permite representar visualmente comandos e suas relações. Em experiências escolares, esse tipo de linguagem pode reduzir dificuldades sintáticas e favorecer a atenção à lógica da solução e ao pensamento algorítmico (Scaico *et al.*, 2012).

No plano matemático, o interesse da programação em blocos não está apenas em sua acessibilidade visual, mas na possibilidade de explicitar sequências, repetições, duração e relações entre variáveis. Ao organizar comandos e observar o comportamento resultante, os estudantes podem confrontar previsão e execução, procedimento semelhante ao ciclo de testar, controlar e reconstruir estratégias descrito em pesquisas recentes sobre resolução de problemas em robótica (Çakıroğlu; Türker, 2025).

Figura 4 – Exemplo de programação em blocos no Scratch



Fonte: Elaborado pelos autores (2026), no ambiente Scratch.

A Figura 4 exemplifica como blocos de movimento, repetição e espera podem ser combinados em uma sequência executável. Esse tipo de representação favorece a discussão de ordem, iteração e medida de ângulos, além de permitir que erros sejam localizados no próprio encadeamento dos comandos. Scaico *et al.* (2012) já destacavam o potencial do Scratch para concentrar a atenção do estudante no pensamento algorítmico e na construção de soluções, em vez de nos erros de sintaxe típicos de linguagens textuais.

O Autodesk Tinkercad foi utilizado como ambiente virtual de simulação de circuitos eletrônicos. A plataforma permitiu representar componentes, conectar o Arduino Uno e testar o funcionamento do circuito antes da montagem física. Esse recurso foi importante para que os estudantes observassem a correspondência entre o código, as conexões e o comportamento esperado dos LEDs.

A simulação também reduziu a dependência imediata de componentes físicos durante as etapas iniciais e permitiu repetir testes com rapidez. Pedagogicamente, essa possibilidade favoreceu a comparação entre diferentes sequências de comandos e tempos de execução antes da implementação no protótipo.

Descrição do processo de montagem e matematização

Com base na preparação realizada em Scratch e Tinkercad, o funcionamento do sinal de trânsito foi retomado como situação-problema. A sequência convencional verde-amarelo-vermelho orientou a organização dos comandos e permitiu articular programação, raciocínio lógico e conhecimentos matemáticos. A partir dessa estrutura, os estudantes passaram a relacionar a ordem dos comandos, os intervalos de tempo e o comportamento esperado do circuito.

Essa passagem de uma situação cotidiana para uma sequência de comandos constitui uma oportunidade de matematização, uma vez que exige identificar variáveis, estabelecer relações entre grandezas, organizar uma sequência temporal e representar o funcionamento do sistema por meio de regras. Estudos recentes indicam que atividades de programação em blocos favorecem processos de matematização, generalização e verificação de estratégias, sobretudo quando os estudantes são mobilizados a transformar situações contextualizadas em representações e procedimentos matemáticos (Çakıroğlu; Muştuoglu, 2025).

Na configuração utilizada, o LED verde foi associado ao pino 11, o LED amarelo ao pino 12 e o LED vermelho ao pino 13. Para controlar o funcionamento do circuito, foram

empregados os estados digitais HIGH e LOW, correspondentes, respectivamente, à ativação e à desativação das saídas. A

Figura 5 apresenta a sequência de comandos e os intervalos temporais utilizados na atividade.

Figura 5 – Sequência de comandos utilizada na programação do semáforo



Fonte: Elaborado pelos autores (2026), no ambiente Scratch.

A sequência operacional foi estruturada em nove etapas: acionamento do LED verde; espera de 5 segundos; desligamento do LED verde; acionamento do LED amarelo; espera de 2 segundos; desligamento do LED amarelo; acionamento do LED vermelho; espera de 7 segundos; e desligamento do LED vermelho. Como esses comandos foram inseridos em uma estrutura de repetição contínua, o sistema retorna ao estado inicial após a última instrução, reproduzindo ciclicamente o funcionamento do semáforo.

Mais do que uma sequência de comandos computacionais, essa organização permite explorar relações matemáticas presentes no funcionamento do sistema. Considerando os intervalos estabelecidos para as fases verde, amarela e vermelha, os estudantes podem analisar a duração total do ciclo, comparar os tempos destinados a cada sinal e discutir as proporções existentes entre esses intervalos.

A partir dessa organização, diferentes questões podem ser propostas aos estudantes, envolvendo frações, razões, porcentagens, proporcionalidade e medidas de tempo. Desse modo, uma atividade inicialmente relacionada à montagem e à programação permite mobilizar conteúdos matemáticos em uma situação concreta e funcional.

Outra possibilidade de exploração consiste em modificar um dos intervalos e solicitar aos estudantes que analisem as consequências dessa alteração. Caso o tempo da fase verde seja aumentado, por exemplo, pode-se investigar como essa mudança interfere na duração total do ciclo e quais ajustes podem ser realizados nos demais intervalos. Problemas dessa natureza deslocam a atividade de uma simples reprodução de comandos para situações de tomada de decisão, elaboração de estratégias, formulação de hipóteses e verificação de

resultados.

Nesse sentido, a programação funciona também como uma forma de representação matemática. O algoritmo explicita relações de ordem, duração, repetição e dependência entre variáveis, permitindo que os estudantes observem imediatamente os efeitos decorrentes da alteração de parâmetros. Çakiroğlu e Muştuoğlu (2025) destacam que atividades desenvolvidas no Scratch podem favorecer a transformação de situações contextualizadas em estruturas matemáticas, bem como processos de generalização e verificação das soluções construídas pelos estudantes.

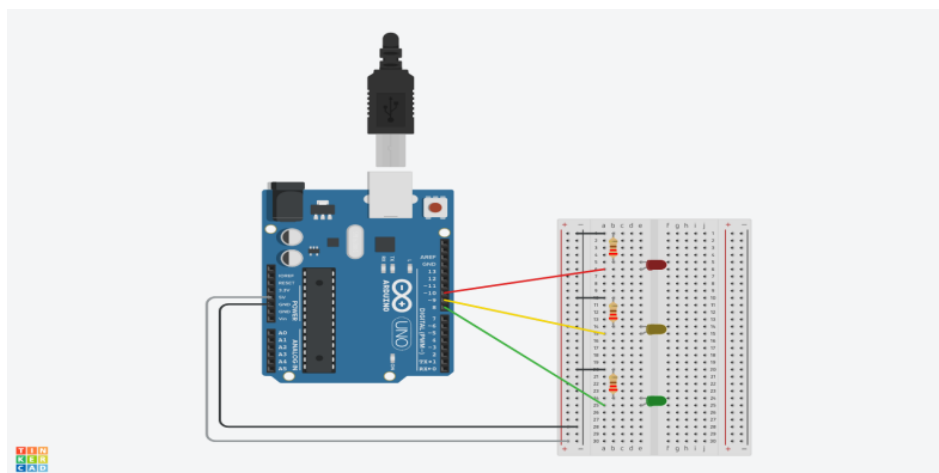
A articulação com o Arduino amplia essa perspectiva ao aproximar a representação computacional de um sistema físico. Em revisão sistemática, Marín-Marín, García-Tudela e Duo-Terrón (2024) mostram que o Arduino tem sido empregado na educação secundária em propostas relacionadas à programação, ao pensamento computacional e a projetos interdisciplinares STEM, frequentemente associado a LEDs, sensores, protoboards e ambientes de programação visual. Os autores também identificam o Scratch entre os recursos utilizados em experiências educacionais com Arduino.

Na atividade desenvolvida nesta pesquisa, portanto, o semáforo não foi utilizado apenas como artefato tecnológico. Seu funcionamento constituiu um objeto de investigação no qual a linguagem de programação, a experimentação e a Matemática se articularam. Ao definir tempos, comparar intervalos, calcular a duração do ciclo, modificar parâmetros e verificar os efeitos das alterações no sistema, os estudantes foram colocados diante de uma situação em que conceitos matemáticos passaram a desempenhar uma função operacional na construção e na análise do protótipo.

Essa característica é particularmente relevante para a aprendizagem ativa, pois o resultado produzido pelo programa pode ser observado, testado e revisto. Caso uma sequência ou um intervalo não produza o comportamento esperado, o estudante precisa retornar aos comandos, identificar a possível

inconsistência, reformular a estratégia e executar novamente o programa. O erro, nesse contexto, deixa de constituir apenas um resultado incorreto e passa a integrar um processo de experimentação, análise e validação da solução. O circuito correspondente é apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Circuito de semáforo com Arduino



Fonte: MakerZine (2020).

Com o circuito montado, a programação passou a funcionar como contexto para problemas envolvendo medidas de tempo, sequências, proporcionalidade e porcentagens. A alteração dos intervalos de verde, amarelo e vermelho exigia comparar durações, estabelecer relações entre partes e todo e verificar os efeitos dos ajustes no próprio comportamento do sistema. Esse feedback imediato favoreceu processos de revisão e depuração.

Além da temporização, a repetição dos ciclos tornou perceptíveis padrões e relações iterativas, enquanto o ajuste dos comandos mobilizou processos de tentativa, controle e correção. Essa dinâmica se aproxima dos resultados de [Çakıroğlu e Yıldırım \(2024\)](#), que identificaram, em tarefas robóticas, estratégias de busca de relações, cálculo, especialização e generalização matemática.

Na sequência, foram propostos problemas matemáticos relacionados aos tempos do semáforo, envolvendo soma de intervalos, razões, proporcionalidade, regra de três e interpretação de ciclos. O objetivo não se restringiu à operação do dispositivo: buscou-se transformar o funcionamento do protótipo em fonte de dados e em contexto para o raciocínio quantitativo.

Em síntese, o semáforo foi tratado como um sistema programável cuja dinâmica podia ser descrita, medida e modificada por relações matemáticas. Essa perspectiva está alinhada à literatura recente, que atribui maior relevância pedagógica à robótica quando o artefato é integrado a tarefas estruturadas, objetivos disciplinares explícitos e mediação docente, e não quando é utilizado apenas como elemento motivacional ([Ouyang; Xu, 2024](#); [Ibáñez-Carrasco; Henríquez-Rivas, 2026](#)).

Figura 7 – Atividade prática de cronometragem do semáforo



Fonte: Acervo dos autores (2026).

A Figura 7 registra a etapa de cronometragem do protótipo. Os estudantes utilizaram o cronômetro do celular para medir o tempo de permanência de cada LED e, em seguida, discutiram situações nas quais um dos intervalos era modificado. A atividade articulou medição e raciocínio proporcional, pois a alteração de uma duração exigia reconsiderar o ciclo e justificar novos valores. O registro fotográfico documenta a organização da tarefa; as evidências de desempenho, por sua vez, são examinadas nas produções e nos instrumentos escritos

apresentados adiante.

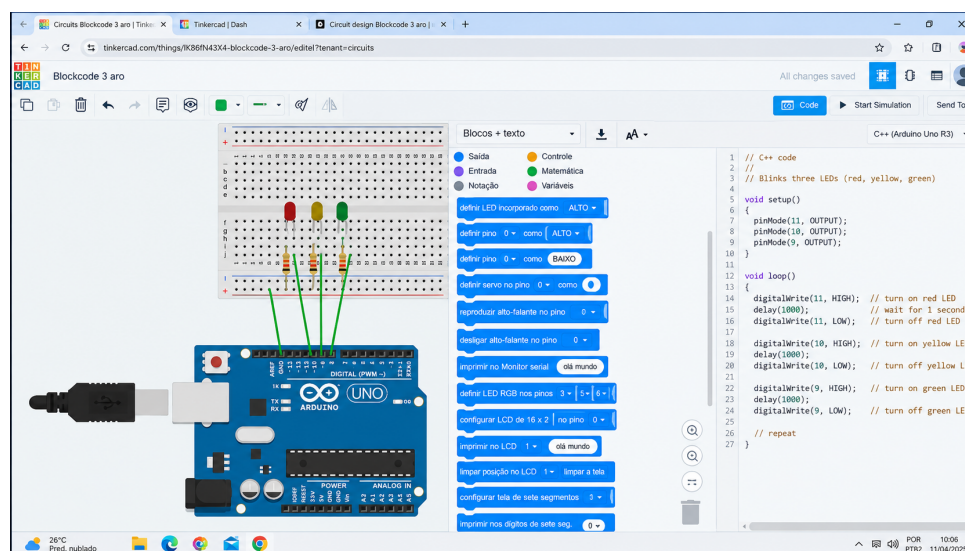
A intervenção iniciou-se no laboratório de informática com apresentação da proposta, introdução à lógica de programação e simulação do semáforo em Scratch e Tinkercad. A sequência entre simulação e montagem física permitiu que os estudantes testassem comandos em ambiente virtual antes de observar seus efeitos no circuito, favorecendo ciclos de previsão, execução e correção.

Figura 8 – Introdução à robótica no laboratório de informática



Fonte: Acervo dos autores (2026).

Figura 9 – Simulação do semáforo no Tinkercad

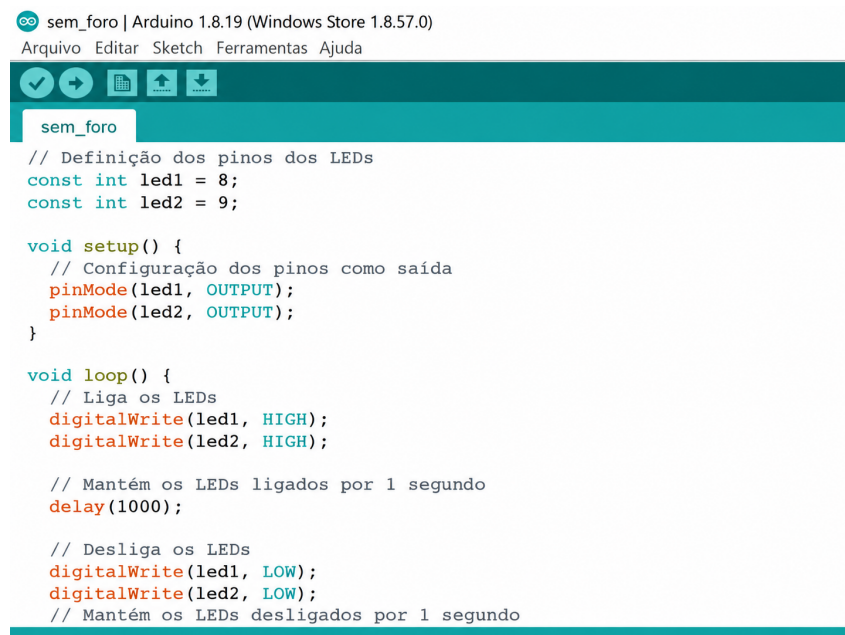


Fonte: Elaborado pelos autores (2026), no ambiente Tinkercad.

A simulação virtual serviu como etapa intermediária entre a lógica programada e a montagem física, permitindo que os estudantes verificassem conexões, testassem tempos e

revisassem a sequência de comandos antes da implementação do circuito.

Figura 10 – Código de programação utilizado na simulação do semáforo



```
sem_foro | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sem_foro
// Definição dos pinos dos LEDs
const int led1 = 8;
const int led2 = 9;

void setup() {
  // Configuração dos pinos como saída
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
}

void loop() {
  // Liga os LEDs
  digitalWrite(led1, HIGH);
  digitalWrite(led2, HIGH);

  // Mantém os LEDs ligados por 1 segundo
  delay(1000);

  // Desliga os LEDs
  digitalWrite(led1, LOW);
  digitalWrite(led2, LOW);
  // Mantém os LEDs desligados por 1 segundo
```

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As Figuras 9 e 10 apresentam duas representações complementares do mesmo sistema: o circuito simulado e o código responsável por sua execução. Essa articulação é didaticamente relevante porque exige que o estudante relacione comandos simbólico-computacionais a efeitos temporais e físicos observáveis. Assim, valores inseridos no código, como os intervalos de tempo, deixam de constituir números isolados e passam a representar grandezas que podem ser medidas, comparadas e modificadas no funcionamento do protótipo.

Uso do carrinho robótico nas aulas de Matemática

Assegunda situação de intervenção utilizou um carrinho robótico para trabalhar velocidade média e transformação de unidades. Um percurso de 4 metros foi delimitado e os estudantes registraram, com cronômetros de celular, o tempo necessário para o carrinho completar o trajeto. A partir desses dados, foram propostos cálculos com a relação $v = d/t$ e conversões entre metros por segundo e quilômetros por hora.

Organizados em grupos, os estudantes anotaram distância e tempo, calcularam velocidades e compararam resultados. A tarefa foi conduzida de modo que a medida experimental antecesse o cálculo, permitindo discutir a unidade associada a cada grandeza e a coerência do resultado. A conversão entre m/s e km/h foi explorada tanto pela equivalência entre unidades quanto pelo fator multiplicativo 3,6.

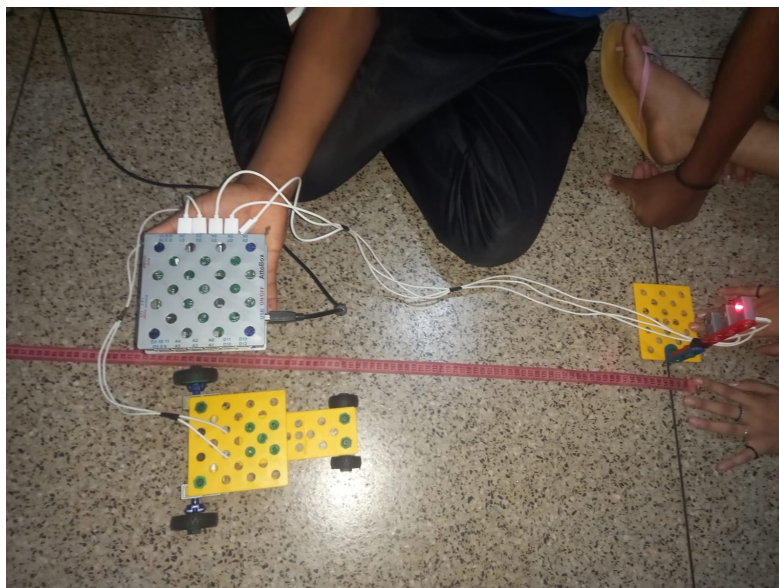
A quadra e outros espaços da escola funcionaram como ambientes de experimentação. O deslocamento do carrinho tornou distância e tempo grandezas diretamente observáveis,

permitindo problematizar variações de velocidade, possíveis erros de medida e diferenças entre estimativas e valores calculados. Nesse processo, a mediação docente manteve o foco na relação matemática subjacente ao movimento.

Do ponto de vista analítico, a principal contribuição da atividade não é o caráter lúdico em si, mas a oportunidade de vincular um fenômeno observável a uma representação matemática. Pesquisas recentes mostram que tarefas robóticas podem tornar visíveis estratégias de cálculo, busca de relações e generalização, especialmente quando os estudantes precisam controlar movimento, distância, ângulo ou tempo (Çakıroğlu; Yıldırım, 2024).

As Figuras 11 a 13 documentam o protótipo, sua programação e a aplicação do instrumento pós-atividade. Esses registros são utilizados para contextualizar a intervenção; as inferências sobre aprendizagem, por sua vez, são baseadas nas distribuições de desempenho e nas estratégias observáveis nas produções escritas.

O carrinho foi montado com componentes do kit Atto Box e programado a partir de lógica em blocos. A atividade articulou montagem, programação, medição e cálculo, oferecendo uma situação em que o raciocínio algorítmico e o raciocínio matemático se interseccionam. Esse caráter integrado também aparece em estudos recentes sobre robótica e Matemática, nos quais o artefato funciona como suporte para problemas não rotineiros e para a reconstrução de estratégias (Çakıroğlu; Türker, 2025).

Figura 11 – Carrinho robótico utilizado na atividade de velocidade média

Fonte: Acervo dos autores (2026).

Figura 12 – Código de programação do carrinho robótico

```

carro | Arduino 1.8.19
Arquivo  Editar  Sketch  Ferramentas  Ajuda

carro
1 // Define os pinos de controle do motor
2 const int pinMotor1A = 5;
3 const int pinMotor1B = 6;
4 const int pinEnable1 = 9; // Pino PWM para controle de velocidade
5
6 void setup() {
7   // Define os pinos como saídas
8   pinMode(pinMotor1A, OUTPUT);
9   pinMode(pinMotor1B, OUTPUT);
10  pinMode(pinEnable1, OUTPUT);
11
12  // Inicializa o motor parado
13  digitalWrite(pinMotor1A, HIGH);
14  digitalWrite(pinMotor1B, HIGH);
15
16  // Define a velocidade inicial do motor
17  analogWrite(pinEnable1, 150); // Valor entre 0-255 para controlar a velocidade
18 }
19
20 void loop() {
21   // Move o motor no sentido horário por 2 segundos
22   digitalWrite(pinMotor1A, HIGH);
23   digitalWrite(pinMotor1B, HIGH);
24   delay(3000);
25
26   // Para o motor por 1 segundo
27   digitalWrite(pinMotor1B, LOW);
28   delay(15000);
29 }

```

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 13 – Aplicação do instrumento pós-atividade com o carrinho robótico

Fonte: Acervo dos autores (2026).

A Figura 13 registra a aplicação do instrumento após a atividade com o carrinho. A realização da tarefa em espaço amplo facilitou a experimentação, mas o engajamento observado deve ser distinguido do desempenho matemático: participação e interesse são dimensões relevantes da experiência, porém não substituem evidências provenientes dos cálculos e respostas dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os instrumentos pós-atividade foram utilizados para descrever como os estudantes responderam aos problemas relacionados às situações trabalhadas. A atividade do semáforo foi avaliada por meio de dez questões, enquanto o instrumento referente ao carrinho reuniu vinte questões. Para preservar o alcance do delineamento, os resultados são apresentados por faixas de acerto e interpretados como desempenho pós-intervenção, sem serem tratados como medida de progresso, uma vez que não houve aplicação de instrumento prévio equivalente.

Figura 14 – Produção escrita representativa da atividade com o semáforo

Atividades aplicadas nas aulas com carrinhos

1. **Intervalo de Semáforo:** Um semáforo fica verde por 45 segundos, amarelo por 5 segundos e vermelho por 50 segundos. Quantos segundos leva para completar um ciclo completo?

$$45 + 5 + 50 = 100 \text{ SEGUNDOS}$$

2. **Carros Atravessando:** Um semáforo fica verde por 40 segundos e, nesse período, 2 carros podem atravessar a cada 5 segundos. Quantos carros atravessam durante o período verde?

$$\frac{40}{5} = 8, \quad 8 \cdot 2 = 16 \text{ CARROS}$$

3. **Tempo de Espera:** Se um carro chega a um semáforo exatamente quando ele fica vermelho e o ciclo total do semáforo é de 1 minuto e 30 segundos (30 segundos verde, 5 segundos amarelo, 55 segundos vermelho), quanto tempo o carro terá que esperar até o semáforo ficar verde novamente?

$$55 + 5 = 60 \text{ SEGUNDOS}$$

4. **Ciclo Completo:** Um semáforo tem os seguintes intervalos: 40 segundos verde, 10 segundos amarelo, 50 segundos vermelho. Se ele começou o ciclo às 14:00, em que momento ele estará verde novamente?

$$10 + 40 + 50 = 100 \text{ SEGUNDOS}$$

$$14 \text{ h: } 1 \text{ m } 40 \text{ seg}$$

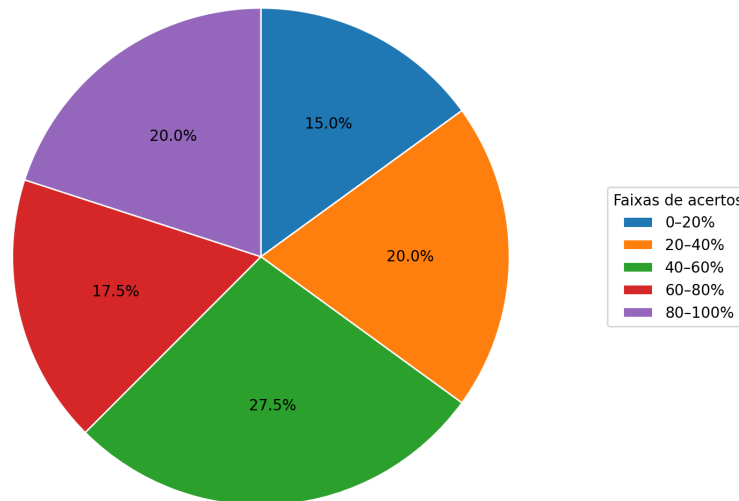
Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Na atividade do semáforo, as 40 respostas distribuíram-se da seguinte forma: 6 (15,0%) na faixa de 0% a 20% de acertos; 8 (20,0%) entre 20% e 40%; 11 (27,5%) entre 40% e 60%; 7 (17,5%) entre 60% e 80%; e 8 (20,0%) entre 80% e 100%. Em termos agregados, 26 participantes (65,0%) alcançaram pelo

menos 40% dos itens e 15 (37,5%) concentraram-se nas duas faixas superiores, de 60% a 100%. Como mostra o Gráfico 1, a distribuição revela heterogeneidade de desempenho e, isoladamente, não autoriza inferir ganho de aprendizagem.

Gráfico 1 – Distribuição dos estudantes por faixa de acertos na atividade com semáforo

Atividade com semáforo (n = 40)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa (2026).

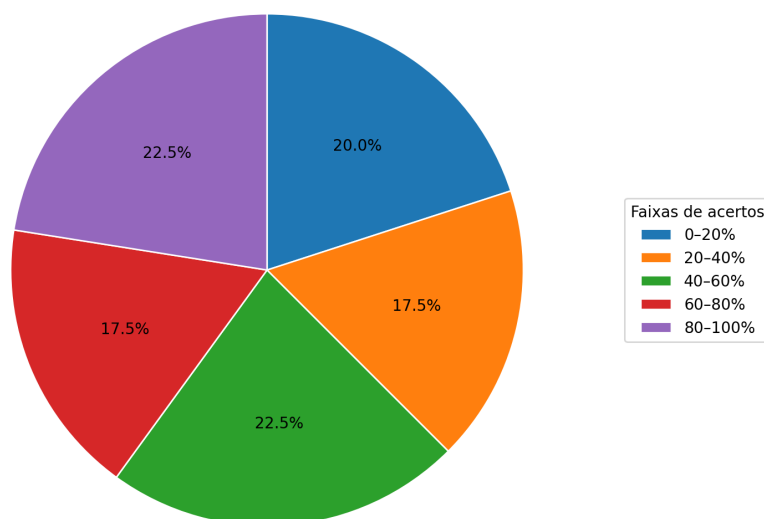
A Figura 14 complementa a distribuição agregada ao tornar visível o procedimento empregado por um participante. Na produção selecionada, o Estudante E1 calcula corretamente a duração de um ciclo de 100 segundos ao somar 45 s, 5 s e 50 s; determina a quantidade de veículos que atravessariam durante 40 segundos à razão de dois veículos a cada cinco segundos; identifica 55 segundos de espera quando o carro chega no início da fase vermelha; e converte 100 segundos em 1 minuto e 40 segundos. Esses registros evidenciam a mobilização de

operações com medidas de tempo e raciocínio proporcional em problemas contextualizados pelo sistema programado.

Para a atividade do carrinho, foi empregada a mesma organização em faixas de acerto. Essa escolha facilita a comparação descritiva entre as duas situações, mas não substitui uma análise item a item nem permite comparar dificuldade dos instrumentos, especialmente porque o manuscrito não documenta equivalência entre as questões.

Gráfico 2 – Distribuição dos estudantes por faixa de acertos na atividade com carrinho

Atividade com carrinho (n = 40)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa (2026).

No Gráfico 2, as 40 respostas também se distribuíram de forma heterogênea: 8 (20,0%) na faixa de 0% a 20%; 7 (17,5%) entre 20% e 40%; 9 (22,5%) entre 40% e 60%; 7 (17,5%) entre 60% e 80%; e 9 (22,5%) entre 80% e 100%. Assim, 25 participantes (62,5%) alcançaram pelo menos 40% dos itens e 16 (40,0%) situaram-se nas duas faixas superiores. A distribuição é próxima à observada na atividade do semáforo, com coexistência de desempenhos elevados e de um grupo que permaneceu nas faixas inferiores.

A proximidade entre as distribuições sugere que as duas tarefas produziram níveis variados de resposta entre os participantes, sem um deslocamento inequívoco que permita hierarquizar uma atividade como superior à outra. Esse resul-

tado é coerente com a literatura que descreve efeitos positivos da robótica, mas alerta para a influência do desenho pedagógico, do conteúdo, da duração e dos instrumentos de avaliação (Ouyang; Xu, 2024; Ibáñez-Carrasco; Henríquez-Rivas, 2026). Em estudo quase experimental, Hangün e Türel (2025) também observaram que mudanças favoráveis em dimensões afetivas não se traduziram automaticamente em diferenças significativas de desempenho matemático.

Para complementar a análise das frequências, a Figura 15 apresenta uma produção escrita representativa, identificada neste artigo como Estudante E1, preservando a identidade do participante.

Figura 15 – Produção escrita do Estudante E1 na atividade com o carrinho robótico

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Atividades aplicadas nas aulas com carrinhos

- Um carro está se movendo a 20 m/s. Qual é a velocidade desse carro em km/h?
 $20 \cdot 60 = 1200 \text{ METROS} / \text{MINUTOS}$
 $1200 \text{ METROS} = 1,2 \text{ KM}$
 $1,2 \cdot 60 = 72 \text{ KM/h}$
- Durante um teste de velocidade, um carro alcança 35 m/s. Converta essa velocidade para km/h.
 $35 \cdot 60 = 2100 \text{ METROS} / \text{MINUTOS}$
 $2100 \text{ METROS} = 2,1 \text{ KM}$
 $2,1 \cdot 60 = 126 \text{ KM/h}$
- Um carro de corrida está a uma velocidade de 50 m/s. Qual é essa velocidade em km/h?
 $50 \cdot 60 = 3000 \text{ METROS} / \text{min}$
 $3000 = 3 \text{ KM}$
 $3 \cdot 60 = 180 \text{ KM/h}$
- Um carro esportivo foi cronometrado a 15 m/s em uma reta. Qual é a velocidade em km/h?
 $15 \cdot 60 = 900 \text{ METROS} / \text{min}$
 $900 \text{ M} = 0,9 \text{ KM}$
 $0,9 \cdot 60 = 54 \text{ KM/h}$
- Um carro percorre 15 metros a cada 7 segundos. Qual é a velocidade desse carro em km/h?
 $15 \cdot \frac{60}{7} = \frac{900}{7} \text{ M}$
 $\frac{900}{7} \text{ M} =$
- Um carro se move a uma velocidade de 10 metros a cada 5 segundos. Converta essa velocidade para km/h.
 $10 \cdot 60 = 120 \text{ METROS}$
 $120 \text{ M} = 0,12 \text{ KM}$
 $0,12 \text{ KM} \cdot 60 = 7,2 \text{ KM}$
- Durante um teste, um carro viajou 20 metros em 10 segundos. Qual é essa velocidade em km/h?
 $20 \cdot 60 = 600$
 $600 \text{ M} = 0,6$
- Um carro cobriu uma distância de 18 metros em 9 segundos. Qual é a velocidade em km/h?
 $2 \text{ M}(\text{s})$
 $2060 = 120 \text{ M}(\text{s})$
 $120 = 0,12 \text{ KM}$
 $0,12 \cdot 60 = 7,2 \text{ Ki}$
- Um carro viaja 25 metros a cada 8 segundos. Qual é a velocidade desse carro em km/h?
- Um carro está se movendo a 54 km/h. Qual é a velocidade desse carro em m/s?
 5400 PM/h
 $\frac{5400}{60} = 90 \text{ METROS} / \text{minutos}$
- Durante um teste de velocidade, um carro alcança 90 km/h. Converta essa velocidade para m/s.
 $90 \text{ km/h} = 9000 \text{ m/minuto}$
 $\frac{9000}{3600} = 25 \text{ m/s}$
- Um carro de corrida está a uma velocidade de 108 km/h. Qual é essa velocidade em m/s?
- Um carro esportivo foi cronometrado a 72 km/h em uma reta. Qual é a velocidade em m/s?
 $\frac{7200}{3600} = 20 \text{ m/s}$
- Durante uma corrida, um carro manteve uma velocidade constante de 126 km/h. Qual é essa

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Na produção do Estudante E1, observa-se uma estratégia recorrente para converter m/s em km/h: transformar a medida em metros por minuto, converter metros em quilômetros e,

em seguida, multiplicar pelo número de minutos de uma hora. Embora mais longa do que a aplicação direta do fator 3,6, essa estratégia revela compreensão das relações entre as unidades.

Em itens como 20 m/s, 35 m/s e 50 m/s, o procedimento conduz, respectivamente, a 72 km/h, 126 km/h e 180 km/h. Nos problemas formulados a partir de distância e tempo, aparece também a aplicação da relação entre as grandezas antes da conversão da unidade.

A análise dessa produção é relevante porque desloca a interpretação do número de acertos para o procedimento empregado. O estudante não apenas registra respostas finais, mas evidencia encadeamentos de cálculo, conversões e relações multiplicativas. Esse tipo de evidência se aproxima do que Çakiroğlu e Yıldırım (2024) descrevem como manifestação de pensamento matemático em tarefas robóticas, nas quais calcular, relacionar grandezas e generalizar procedimentos fazem parte da resolução do problema.

Ao mesmo tempo, a existência de estudantes nas faixas inferiores dos dois gráficos indica que a mediação tecnológica não elimina dificuldades conceituais. Para parte da turma, conteúdos como proporcionalidade, operações com medidas e conversão de unidades provavelmente requerem retomadas, exemplos graduados e momentos de institucionalização do conhecimento após a experimentação. A robótica, nesse sentido, pode criar um contexto produtivo para o problema, mas a aprendizagem matemática depende da qualidade das intervenções, das perguntas formuladas e da sistematização posterior.

Considerados em conjunto, os dados quantitativos e qualitativos sustentam uma interpretação moderada: as atividades produziram situações em que conceitos matemáticos foram efetivamente mobilizados e tornaram visíveis estratégias de resolução, ao mesmo tempo que revelaram heterogeneidade de desempenho. Essa leitura é mais consistente com a evidência disponível do que atribuir à robótica, isoladamente, um efeito causal sobre aprendizagem ou motivação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou uma intervenção pedagógica com robótica educacional em duas turmas do 9º ano, articulando programação, montagem e experimentação a problemas de Matemática. As atividades com semáforo e carrinho programável permitiram trabalhar, respectivamente, sequências temporais, proporcionalidade, operações com medidas, lógica algorítmica, velocidade média e conversão de unidades.

As evidências mais consistentes estão nas distribuições de desempenho pós-atividade e nas produções escritas. Na tarefa do semáforo, 65,0% dos estudantes atingiram pelo menos 40% de acertos e 37,5% situaram-se nas faixas de 60% a 100%. Na atividade do carrinho, esses percentuais foram 62,5% e 40,0%. Mais importante do que os percentuais isolados, a produção analisada mostrou procedimentos explícitos de cálculo de ciclos, proporcionalidade, velocidade e conversão entre m/s e km/h, permitindo observar como o contexto robótico foi transformado em problema matemático.

Os resultados, entretanto, devem ser interpretados segundo os limites do delineamento. O estudo não apresentou pré-teste equivalente, grupo de comparação ou instrumento padronizado de aprendizagem; por isso, não é possível atribuir causalmente à robótica um aumento do desempenho. As fotografias e observações registram participação e organização das atividades, mas não constituem, sozinhas, evidência de aprendizagem. O artigo também depende da confirmação das informações éticas referentes à participação de menores e ao

uso de imagens identificáveis.

Do ponto de vista pedagógico, a experiência sugere que a robótica adquire maior potência quando o artefato deixa de ser o centro da aula e passa a funcionar como suporte para questões matemáticas explícitas. Cronometrar um semáforo, ajustar intervalos, medir o deslocamento de um carrinho e comparar unidades são ações que produzem dados e exigem decisões. É nessa articulação entre situação, representação, cálculo, teste e revisão que a aprendizagem ativa pode assumir conteúdo matemático efetivo.

Pesquisas futuras podem fortalecer essa linha de investigação por meio de desenhos pré/pós-teste, grupos de comparação, instrumentos validados, análise item a item e protocolos qualitativos que acompanhem as estratégias dos estudantes durante a resolução. Também é pertinente investigar quais conteúdos matemáticos se beneficiam mais de diferentes plataformas robóticas e quais formas de mediação docente favorecem a passagem da experimentação para a generalização conceitual.

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

Esta pesquisa não recebeu financiamento específico.

LICENÇA

Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

REFERÊNCIAS

- BENTO MIGUENS, Ana Lúcia *et al.* Meaningful learning in mathematics: a study on motivation for learning and development of computational thinking using educational robotics. **Educational Media International**, v. 61, n. 1-2, p. 4–15, 2024. DOI: [10.1080/09523987.2024.2357472](https://doi.org/10.1080/09523987.2024.2357472).
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- ÇAKIROĞLU, Ünal; MUŞTUOĞLU, Emrah. Mathematical thinking behind coding: promoting generalization skills via Scratch. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 23, p. 2375–2396, 2025. DOI: [10.1007/s10763-025-10556-9](https://doi.org/10.1007/s10763-025-10556-9).
- ÇAKIROĞLU, Ünal; TÜRKER, Kübranur. Problem solving phases in educational robotics: characterizing strategies of secondary school students. **Computers in the Schools**, p. 1–27, 2025. DOI: [10.1080/07380569.2025.2496166](https://doi.org/10.1080/07380569.2025.2496166).
- ÇAKIROĞLU, Ünal; YILDIRIM, Merve. Exploring students' mathematical thinking skills in educational robotics activities. **Thinking Skills and Creativity**, v. 53, 101595, 2024. DOI: [10.1016/j.tsc.2024.101595](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101595).
- HANGÜN, Mehmet Emin; TÜREL, Yalın Kılıç. The effects of robot programming on mathematical achievement,

mathematics anxiety, and programming self-efficacy.

Computer Applications in Engineering Education, v. 33, n. 3, e70030, 2025. DOI: [10.1002/cae.70030](https://doi.org/10.1002/cae.70030).

IBÁÑEZ-CARRASCO, Marcelo;

HENRÍQUEZ-RIVAS, Carolina. Educational robotics in mathematics education: a systematic review. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 14, n. 2, p. 222–240, 2026. DOI: [10.30935/scimath/18086](https://doi.org/10.30935/scimath/18086).

MAKERZINE. **Semáforo circuito**. 2020. Disponível em: https://www.makerzine.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Sem%C3%A1foro_Circuito.png. Acesso em: 22 out. 2026.

MARÍN-MARÍN, José-Antonio;

GARCÍA-TUDELA, Pedro Antonio; DUO-TERRÓN, Pablo. Computational thinking and programming with Arduino in education: a systematic review for secondary education. **Heliyon**, v. 10, n. 8, e29177, 2024. DOI: [10.1016/j.heliyon.2024.e29177](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29177).

OUYANG, Fan; XU, Weiqi. The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis.

International Journal of STEM Education, v. 11, 7, 2024. DOI: [10.1186/s40594-024-00469-4](https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4).

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980.

ROMULO, Thaymara Cristina de Souza;

FARIA, Rejane Waiaadt Schuwartz de Carvalho;

BRANDÃO, Alexandre Santos. Robótica educacional, inteligência artificial e ensino de matemática nos anos finais do ensino fundamental. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 28, p. 1–36, 2026. DOI: [10.23925/1983-3156.2026.v28.e72458](https://doi.org/10.23925/1983-3156.2026.v28.e72458).

SCAICO, Pasqueline Dantas *et al.* Programação no Ensino Médio: uma abordagem de ensino orientado ao design com Scratch. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2012, Rio de Janeiro. **Anais do 18º Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2012. DOI: [10.5753/wie.2012.18718](https://doi.org/10.5753/wie.2012.18718).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.

Capacitação Atto Educacional. [s. d.] Disponível em: <https://via.ufsc.br/capacitacao-atto-educacional/>. Acesso em: 22 out. 2026.