

Robótica no Ensino e Aprendizagem de Física e Matemática no Ensino Fundamental II

Geisla Aparecida de Carvalho

Graduada em Licenciatura em Física e Matemática, mestre em Ciências e Matemática pela UFU, aluna especial do doutorado no IFTM e estudante de Engenharia Elétrica na UFTM. Atua como professora do ensino médio em Minas Gerais e é tutora no curso de Licenciatura em Matemática da UFU.

✉ d201810194@uftm.edu.br

Arlindo José de Souza Júnior

Graduado em Licenciatura em Matemática, mestre em Educação Matemática pela UNESP e doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente, é professor titular da Universidade Federal de Uberlândia (UFU - Campus Uberlândia). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: saberes docentes, educação popular e cultura digital.

✉ arlindoufu@gmail.com

Recebido em 31 de março de 2025

Aceito em 25 de maio de 2025

Resumo:

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa aplicada realizada com seis estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, cujo objetivo foi desenvolver uma proposta pedagógica que integrasse a Modelagem Matemática e a Robótica Educacional no ensino de Física e Matemática. A investigação foi estruturada em três etapas principais: (1) levantamento de informações sobre os conteúdos das disciplinas, (2) escolha de uma situação-problema significativa que pudesse ser modelada e (3) validação do modelo desenvolvido por meio de uma aplicação prática em sala de aula. Durante o processo, os estudantes utilizaram o programa *Excel* para a construção de gráficos e análise de dados relacionados ao Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), ampliando suas habilidades tecnológicas, analíticas e de resolução de problemas. Os resultados indicam que a utilização da Robótica Educacional despertou grande interesse e motivação nos alunos, tornando o aprendizado das disciplinas mais dinâmico, concreto e envolvente. Além disso, a abordagem baseada na Modelagem Matemática favoreceu uma compreensão mais profunda e aplicada dos conceitos estudados. A experimentação prática, aliada à modelagem, proporcionou um ambiente de aprendizagem desafiador, promovendo o engajamento dos estudantes na resolução de problemas reais. Esses achados sugerem que a integração entre Robótica e Modelagem Matemática pode ser uma estratégia eficaz para o ensino de Ciências no Ensino Fundamental, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos alunos.

Palavras-chave: Modelagem Matemática, Robótica Educacional, Ensino de Ciências, Tecnologia Educacional, Física.

Robotics in the Teaching and Learning of Physics and Mathematics in Middle School

Abstract:

This article presents the results of an applied research study conducted with six 9th-grade students, aiming to develop a pedagogical proposal integrating Mathematical Modeling and Educational Robot-

ics in the teaching of Physics and Mathematics. The investigation was structured in three main stages: (1) gathering information on the contents of the subjects, (2) selecting a significant problem-solving situation for modeling, and (3) validating the developed model through practical application in the classroom. During the process, the students used *Excel* to create graphs and analyze data related to Uniform Rectilinear Motion (URM), enhancing their technological, analytical, and problem-solving skills. The results indicate that the use of Educational Robotics sparked significant interest and motivation among the students, making the learning experience more dynamic and engaging. Additionally, the approach based on Mathematical Modeling promoted a deeper and more applied understanding of the studied concepts. The hands-on experimentation, coupled with modeling, provided a challenging learning environment, fostering student engagement in solving real-world problems. These findings suggest that the integration of Robotics and Mathematical Modeling can be an effective strategy for teaching Science in Elementary Education, contributing to the development of students' critical and creative thinking.

Keywords: Mathematical Modeling, Educational Robotics, Science Education, Educational Technology, Physics.

Robótica en la Enseñanza y Aprendizaje de Física y Matemáticas en la Educación Secundaria

Resumen:

Este artículo presenta los resultados de una investigación aplicada realizada con seis estudiantes de 9º grado de Educación Secundaria, cuyo objetivo fue desarrollar una propuesta pedagógica que integrara la Modelización Matemática y la Robótica Educacional en la enseñanza de Física y Matemáticas. La investigación se estructuró en tres etapas principales: (1) recopilación de información sobre los contenidos de las asignaturas, (2) selección de una situación-problema significativa que pudiera ser modelada y (3) validación del modelo desarrollado mediante una aplicación práctica en el aula. Durante el proceso, los estudiantes utilizaron el programa Excel para crear gráficos y analizar datos relacionados con el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), ampliando sus habilidades tecnológicas, analíticas y de resolución de problemas. Los resultados indican que el uso de la Robótica Educacional despertó un gran interés y motivación en los estudiantes, haciendo el aprendizaje más dinámico y atractivo. Además, el enfoque basado en la Modelización Matemática favoreció una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos estudiados. La experimentación práctica, junto con la modelización, proporcionó un entorno de aprendizaje desafiante, promoviendo el compromiso de los estudiantes en la resolución de problemas reales. Estos hallazgos sugieren que la integración de la Robótica y la Modelización Matemática puede ser una estrategia eficaz para la enseñanza de Ciencias en la Educación Secundaria, contribuyendo al desarrollo del pensamiento crítico y creativo de los estudiantes.

Palabras clave: Modelización Matemática, Robótica Educacional, Enseñanza de Ciencias, Tecnología Educacional, Física.

INTRODUÇÃO

A Modelagem Matemática é uma metodologia essencial no ensino de Matemática, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior. Sua importância reside na capacidade de conectar conteúdos matemáticos a situações práticas e cotidianas, proporcionando aos alunos uma compreensão mais concreta e aplicada. No entanto, as diferentes concepções sobre o processo de modelagem exigem que os docentes avaliem cuidadosamente qual

abordagem adotar, considerando as necessidades pedagógicas dos estudantes. Segundo Biembengut (2014), a Modelagem Matemática no contexto educacional envolve a criação de modelos para a resolução de problemas reais, promovendo uma aprendizagem investigativa e significativa.

No ensino de Matemática e Física, especialmente no Ensino Fundamental, a incorporação de tecnologias digitais tem sido cada vez mais explorada. A Robótica Educacional surge como uma ferramenta promissora para promover a interdisciplinaridade, permitindo que os alunos apliquem conceitos matemáticos e físicos de maneira prática e significativa. Um exemplo dessa aplicação é a utilização de kits de robótica baseados em plataformas como o Arduino, que possibilitam o desenvolvimento de projetos inovadores vinculados aos conteúdos dessas disciplinas.

Diante desse cenário, este artigo apresenta uma revisão integrativa de estudos acadêmicos sobre o uso da Modelagem Matemática associada à Robótica Educacional, com foco na aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e sua contribuição para a aprendizagem no Ensino Fundamental. O estudo tem como objetivos:

- Identificar as abordagens metodológicas utilizadas nos estudos revisados, com ênfase na Modelagem Matemática e na Robótica Educacional.
- Analisar os principais resultados de pesquisas que aplicaram a Robótica no ensino de Matemática e Física no Ensino Fundamental.
- Investigar a contribuição das Tecnologias Digitais para atividades interdisciplinares voltadas à aprendizagem desses conteúdos.

A relevância desta pesquisa está em fornecer uma visão abrangente sobre como a integração entre Modelagem Matemática e Robótica Educacional pode contribuir para o ensino de Física e Matemática, promovendo uma aprendizagem mais ativa, contextualizada e interdisciplinar.

Esse enfoque representa um potencial inovador, pois integra diferentes metodologias de ensino com o uso de tecnologias digitais emergentes, propondo estratégias didáticas que ampliam o engajamento dos alunos, estimulam o pensamento crítico e favorecem a resolução de problemas em contextos reais.

A partir da análise e comparação de estudos acadêmicos, pretende-se oferecer subsídios para que professores adotem práticas inovadoras e eficazes no ensino desses conteúdos.

A revisão integrativa foi conduzida com base na análise de dissertações de mestrado e teses de doutorado disponíveis nas bases de dados da CAPES e BDTD, publicadas entre os anos de 2005 e 2018. Foram selecionados estudos que abordam a aplicação da Modelagem Matemática e da Robótica Educacional em sala de aula, destacando a interdisciplinaridade entre Física e Matemática. A análise considerou abordagens metodológicas, principais resultados e conclusões de cada pesquisa, sendo elaborada uma síntese comparativa dos achados mais relevantes.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Tipo de Pesquisa

O presente estudo adota uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com caráter participante. De acordo com Laurence Bardin (2011, p. 145), a análise qualitativa “é válida, sobretudo, na elaboração das deduções específicas sobre um acontecimento ou uma variável de inferência precisa”. Tal abordagem foi escolhida por possibilitar uma compreensão aprofundada das percepções e do processo de aprendizagem dos estudantes ao longo das atividades propostas.

Além disso, a pesquisa fundamenta-se na metodologia da observação participante. Conforme Cruz Neto (1994), esse método permite ao pesquisador atuar como observador ativo, interagindo com os participantes com o intuito de compreender seus comportamentos, reações e modos de aprendizagem em contexto real.

Participantes e Contexto

A investigação foi realizada com seis estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, pertencentes a uma escola da rede privada localizada no município de Uberaba, Minas Gerais.

A escolha por uma turma reduzida justificou-se pela limitação do espaço físico destinado às atividades com robótica e pela necessidade de um acompanhamento mais individualizado, tendo em vista a complexidade das tarefas desenvolvidas.

Revisão Integrativa

Com o objetivo de embasar teoricamente a proposta pedagógica, foi realizada uma revisão integrativa da literatura entre os anos de 2018 e 2019, no contexto da elaboração da dissertação de mestrado que originou este artigo. A busca contemplou dissertações e teses disponíveis nas bases CAPES e BDTD, publicadas no período de 2005 a 2018. Foram selecionados estudos relacionados à aplicação da Modelagem Matemática e da Robótica Educacional no ensino de Física e Matemática, com ênfase em abordagens interdisciplinares, metodologias ativas e no uso de tecnologias digitais.

As obras selecionadas subsidiaram a construção da sequência didática, orientando a definição dos conteúdos, das ferramentas tecnológicas e dos procedimentos avaliativos. O Quadro 1, por sua vez, sintetiza a análise comparativa dos estudos escolhidos e foi atualizado em 2021 durante o processo de adaptação da dissertação para o formato de artigo, mantendo os dados originais da análise bibliográfica. A atualização visou ampliar a clareza e a organização dos achados teóricos, sem comprometer a integridade do conteúdo levantado entre 2005 e 2018.

Para fins de contextualização, ressalta-se que a revisão integrativa foi conduzida no período de elaboração da dissertação (2018–2019), enquanto o planejamento da sequência didática (Figura 1) foi desenvolvido em 2019, antes da aplicação prática da proposta pedagógica. O Quadro 1, embora atualizado em 2021, preserva fielmente as análises originais realizadas a partir das obras selecionadas até 2018.

Quadro 1 – A análise comparativa das obras selecionadas

Autores	Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia Utilizada	Resultados Principais
Biembengut (2014)	2014	Investigar o uso de Modelagem Matemática no ensino de Matemática	Atividades de Modelagem Matemática em salas de aula do Ensino Fundamental	A Modelagem promoveu uma compreensão mais prática de conceitos matemáticos entre os alunos.
Stefanello <i>et al.</i> (2013)	2013	Explorar a aplicação da Robótica Educacional no ensino de Física e Matemática	Uso de kits de Robótica com Arduino nas aulas de Física e Matemática	A Robótica facilitou a aprendizagem e promoveu a interdisciplinaridade entre as disciplinas.
Souza Júnior <i>et al.</i> (2015)	2015	Analisar a integração das Tecnologias Digitais no ensino de Matemática	Uso de TICs para apoio à Modelagem Matemática em atividades práticas	O uso de TICs e Modelagem aumentou o engajamento dos estudantes e melhorou o desempenho em resolução de problemas matemáticos e na compreensão dos conceitos trabalhados.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Metodologia Aplicada

O desenvolvimento do projeto foi pautado em uma sequência didática composta por aulas expositivas e atividades práticas interdisciplinares, abordando os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Função Afim e Robótica Educacional. O objetivo era proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizado integradora, que unisse teoria e prática, utilizando tecnologias inovadoras para facilitar a aprendizagem de conceitos matemáticos e físicos complexos.

Para a execução das atividades, foram utilizadas as seguintes ferramentas tecnológicas:

- **Microsoft Excel** – para a construção de gráficos e realização de cálculos relacionados ao MRU e à Função Afim, facilitando a visualização e compreensão dos dados.

- **Tinkercad** – para o desenvolvimento de protótipos virtuais, permitindo que os alunos visualizassem de forma interativa os conceitos de Física e Matemática, além de facilitar a simulação de circuitos eletrônicos.
- **Arduino** – para a programação de sensores e o controle de dispositivos eletrônicos, viabilizando a simulação prática dos conteúdos discutidos em sala, promovendo um ambiente de aprendizagem ativa.

Conforme Silva (2018), o uso de tecnologias digitais em sala de aula favorece a aprendizagem ativa, estimulando a autonomia, o engajamento e o desenvolvimento de habilidades investigativas por parte dos estudantes. O uso dessas ferramentas foi essencial para criar um espaço de aprendizagem que fosse ao mesmo tempo técnico e colaborativo.

Estrutura das Atividades

A sequência didática foi planejada de forma progressiva, alternando momentos teóricos e práticos, com o objetivo de consolidar os conceitos abordados e proporcionar uma compreensão mais profunda por parte dos estudantes. A combinação entre teoria e prática foi concebida para estimular o pensamento crítico e a aplicação dos conhecimentos adquiridos em contextos reais. Esse planejamento foi elaborado na fase inicial do projeto, ainda em 2019, antes da aplicação prática da proposta pedagógica. A Figura 1, criada nesse mesmo período, sintetiza o planejamento sequencial da proposta e serviu como guia para a organização e execução das atividades didáticas ao longo do desenvolvimento do projeto.

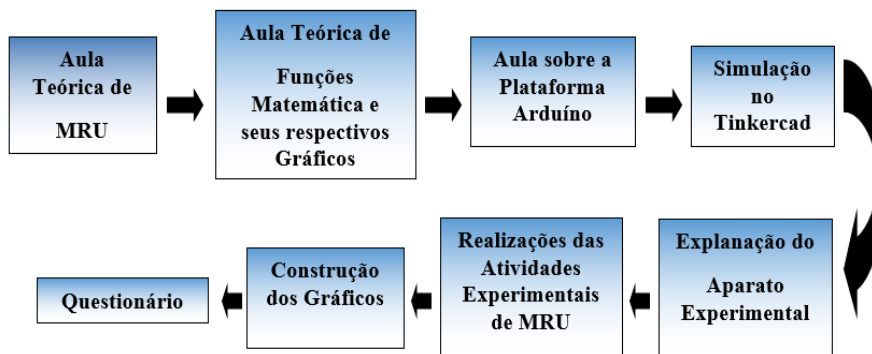
O modelo adotado para a sequência didática privilegia a integração entre os conteúdos de Física e Matemática por meio da utilização da Robótica Educacional, tornando o aprendizado mais dinâmico e motivador para os estudantes. A abordagem foi desenvolvida com o intuito de promover uma aprendizagem ativa e significativa, incentivando a interação dos alunos com as ferramentas tecnológicas enquanto exploram conceitos como o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e a Função Afim.

A estrutura das atividades foi planejada de forma a criar uma progressão lógica que vai desde a introdução teórica dos conceitos até a aplicação prática, por meio da construção e programação de protótipos. As atividades práticas foram divididas em etapas, para que os

alunos pudessem consolidar seu aprendizado de forma gradual, aplicando os conceitos aprendidos em sala em situações experimentais que exigem resolução de problemas.

A proposta pedagógica também foi pensada para estimular a autonomia dos alunos, já que, durante as etapas práticas, os estudantes foram incentivados a tomar decisões, testar suas hipóteses e realizar ajustes nos protótipos de robótica, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo. A Figura 1 ilustra esse processo de organização, detalhando a sequência das atividades e o planejamento geral que orientou a realização de cada etapa.

Figura 1. Mapa Sequencial do Projeto Pedagógico Interdisciplinar com Foco em MRU, Função Afim e Robótica Educacional.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O planejamento foi desenvolvido com o objetivo de organizar, de maneira progressiva, as etapas teóricas e práticas da sequência didática, integrando conteúdos de Física e Matemática por meio da Robótica Educacional.

A carga horária total do projeto foi de 6 horas-aula, distribuídas da seguinte forma:

- 2 horas destinadas à introdução teórica dos conceitos de MRU, Função Afim, Robótica Educacional e ao uso das plataformas Tinkercad e Arduino;
- 4 horas voltadas à etapa experimental, com a construção dos protótipos, programação, testes e resolução de problemas.

A coleta de dados foi realizada por meio de observação direta, entrevistas semiestruturadas e questionários aplicados antes e após a intervenção pedagógica. Os dados foram analisados por meio da análise de conteúdo, conforme Bardin (2011), com o objetivo

de identificar padrões de comportamento, estratégias de resolução e evidências de aprendizagem, permitindo sua categorização e interpretação qualitativa.

COMPETIÇÃO DE CARROS COM ROBÓTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA

Como culminância das atividades propostas, os estudantes participaram de uma competição de veículos automatizados, integrando os conhecimentos trabalhados por meio da Robótica Educacional e da Modelagem Matemática. A atividade foi estruturada em equipes, que programaram os carros para percorrer uma distância previamente definida. Durante a competição, realizaram medições de tempo e distância, a partir das quais calcularam a velocidade média dos veículos, aplicando os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). A coleta dos dados foi feita por meio de cronômetros e medições de distância precisas, com os resultados registrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da Competição

Equipe	Distância (m)	Tempo (s)	Velocidade Média (m/s)
A	2	10,5	0,19
B	2	8	0,25

Fonte: Elaborado pelos autores.

A equipe B apresentou o melhor desempenho, com a maior velocidade média. A atividade favoreceu um ambiente lúdico de aprendizagem, promovendo o engajamento dos estudantes e a consolidação dos conceitos físico-matemáticos em um contexto aplicado.

Triangulação de Dados

A triangulação de dados foi adotada nesta pesquisa com o objetivo de aumentar a validade e a credibilidade das conclusões. Para isso, foram utilizados diferentes métodos de coleta de dados, combinando observação direta, entrevistas semiestruturadas e questionários aplicados antes e após a intervenção pedagógica. A triangulação permitiu uma análise mais

rica e aprofundada das interações dos estudantes com os conteúdos, além de possibilitar a comparação entre os dados obtidos de diferentes fontes.

A observação direta possibilitou que o pesquisador acompanhasse as ações dos estudantes durante as atividades práticas, registrando comportamentos, estratégias de resolução e interações com as ferramentas tecnológicas. Já as entrevistas semiestruturadas forneceram uma visão mais subjetiva das experiências dos alunos, permitindo que eles expressassem suas percepções sobre o aprendizado. Por fim, os questionários aplicados antes e depois das atividades forneceram dados quantitativos, possibilitando a análise de mudanças nos conhecimentos e na compreensão dos conceitos abordados.

A combinação dessas fontes de dados contribuiu para uma visão mais abrangente e equilibrada do impacto da proposta pedagógica, assegurando que as conclusões não fossem baseadas em uma única perspectiva, mas sim em um conjunto diversificado de informações.

Atividade de Modelagem Matemática

Após a competição, propuseram uma atividade de modelagem baseada em um problema de encontro entre os dois veículos, promovendo a articulação entre teoria e prática. A situação envolvia as seguintes condições:

- O carro da Equipe B (mais veloz) partia da posição inicial (0 m);
- O carro da Equipe A (mais lento) partia 1 metro à frente;
- Os estudantes deveriam determinar o instante e a posição do encontro entre os dois veículos.

Com base nesses dados, modelaram as equações horárias do MRU para cada robô e resolveram o sistema de equações para encontrar a solução do problema. As funções foram representadas graficamente no software Excel, permitindo a validação visual e analítica dos resultados.

Essa atividade favoreceu o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de abstração, além de evidenciar a aplicabilidade da Modelagem Matemática como ferramenta

pedagógica interdisciplinar. Os estudantes demonstraram compreensão dos conceitos envolvidos, reconhecendo a relevância da Matemática na resolução de problemas reais mediados pela tecnologia.

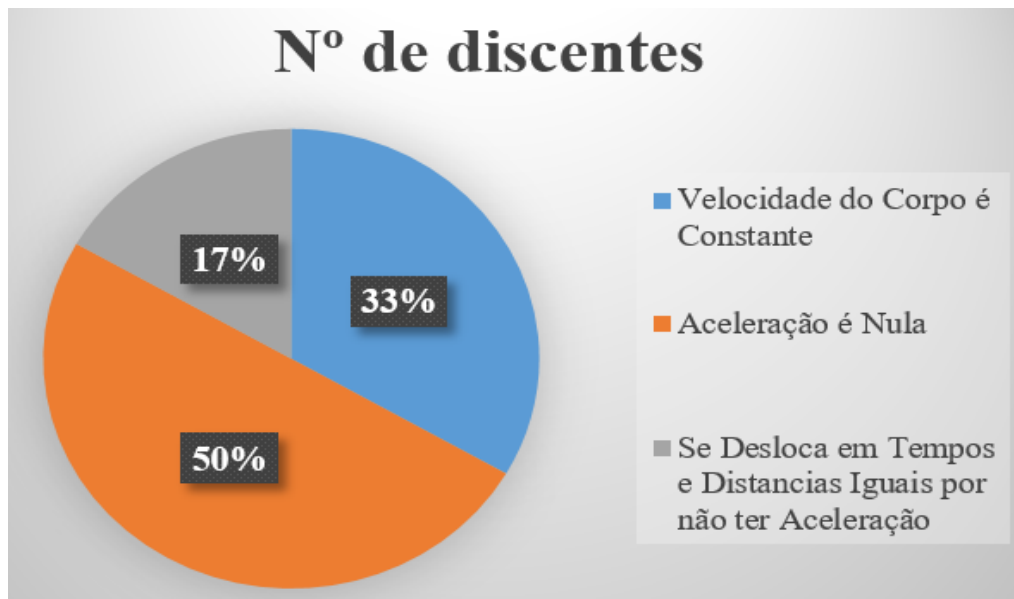
RESULTADOS

O Gráfico 1 apresenta os resultados obtidos a partir do questionário aplicado aos estudantes após a execução da sequência didática com o uso do carrinho robótico. O objetivo desse instrumento foi avaliar a percepção dos discentes sobre os conceitos físicos relacionados ao Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), explorados de maneira prática durante a atividade.

A análise das respostas revela um bom nível de compreensão geral dos estudantes sobre o MRU, embora com algumas diferenças nos modos de representação e interpretação dos conceitos. Em particular, 50% dos participantes compreenderam corretamente que, no MRU, a aceleração é nula, enquanto 33% destacaram a manutenção da velocidade constante e 17% mencionaram o deslocamento proporcional ao tempo. Esses dados indicam que, embora a maioria tenha internalizado os princípios básicos do MRU, ainda existem lacunas na forma como os alunos fazem a conexão entre teoria e prática, principalmente em relação às representações gráficas do movimento.

Este gráfico revela essas respostas e sugere que as experiências práticas favoreceram o reconhecimento de conceitos-chave, porém não garantiram, de forma uniforme, a interpretação completa dos fenômenos físicos envolvidos. A heterogeneidade das respostas também pode estar relacionada a diferentes estilos de aprendizagem e níveis de familiaridade com representações matemáticas, como gráficos cartesianos. Considera-se, portanto, que estratégias pedagógicas mais diversificadas — com maior ênfase na transposição entre linguagens matemáticas — podem contribuir significativamente para aprofundar a compreensão conceitual dos alunos.

Gráfico 1 - Análise das respostas dos discentes o conceito de MRU.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses resultados sugerem que, enquanto a sequência didática foi eficaz na promoção da compreensão dos conceitos fundamentais do MRU, a interpretação de representações gráficas do movimento ainda representa um desafio significativo para os estudantes. As discrepâncias nas respostas indicam que é necessário continuar investindo em atividades que aprofundem a relação entre as representações matemáticas e os fenômenos físicos, a fim de fortalecer a aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, uma possível estratégia seria o uso de mais exemplos práticos e discussões em sala de aula que possibilitem aos alunos integrar as diferentes formas de representação do movimento de maneira mais intuitiva.

Resultados do Questionário Geral

A Tabela 2 resume os principais resultados do questionário aplicado ao final da sequência didática. Esses resultados indicam um alto nível de envolvimento dos estudantes com a proposta metodológica, com 100% dos participantes reconhecendo a aceleração nula e a velocidade constante como características centrais do MRU. Observa-se também que 90% dos estudantes consideraram a estratégia aplicável ao ambiente escolar, o que sugere que a robótica pode ser um recurso pedagógico eficaz em sala de aula.

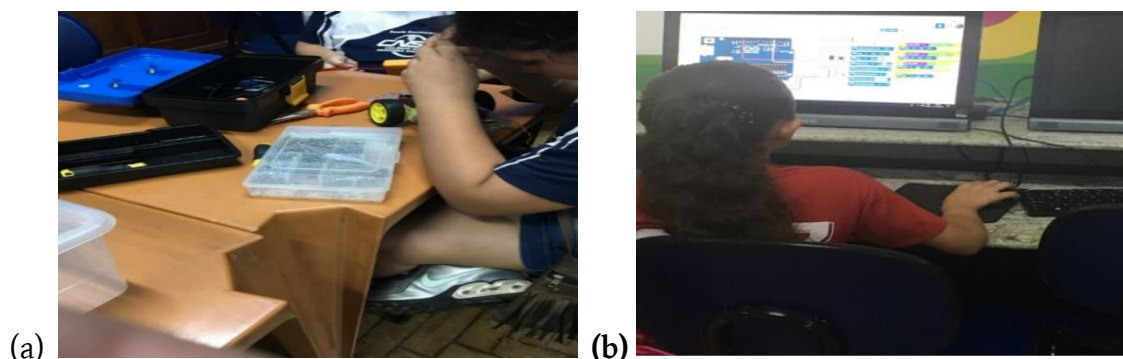
Tabela 2 – Resultados da Competição

Item	Resultado
Sexo dos participantes	75% masculino, 25% feminino
Idade dos participantes	100% entre 12 e 13 anos
Conhecimento prévio – MRU	100% reconheceram aceleração nula e velocidade constante
Conhecimento prévio – Função Afim	100% identificaram $f(x)=ax+b$ e os coeficientes “a” e “b”
Construção de conhecimento	100% afirmaram ter construído conhecimentos de Física e Matemática
Aplicabilidade em sala de aula	90% concordam que a estratégia é aplicável
Classificação da atividade	50% “Boa”, 50% “Ótima”
Interesse em criar protótipos	90% manifestaram interesse

Fonte: Elaborado pelos autores.

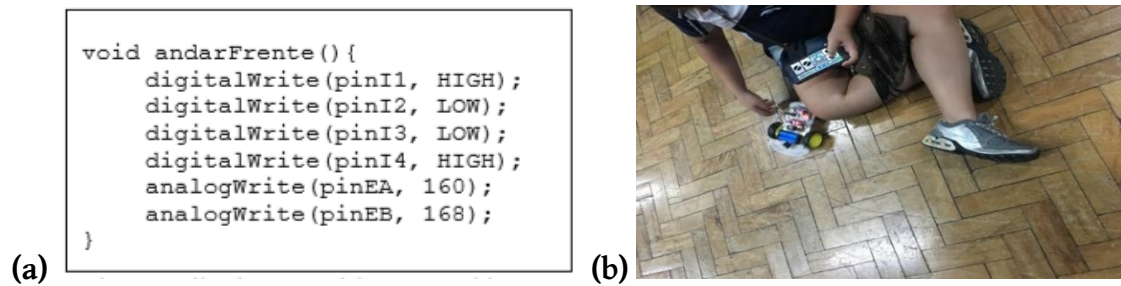
Durante a atividade prática, os estudantes participaram ativamente das etapas de construção, programação e testes com os protótipos. A coleta de dados relacionados à velocidade, ao tempo e ao espaço percorrido foi essencial para a compreensão do MRU. As atividades foram organizadas em três momentos:

- Momento 1: Construção do robô (Figura 2a);
- Momento 2: Programação do robô (Figura 2b);
- Momento 3: Testes e validação do funcionamento (Figuras 3a e 3b).

Figura 2. (a) Construção do robô. (b) Programação do robô.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3.1 (a) Rotina Pré-Definida de andar para frente. (b) Teste do Produto Robótico



Fonte: Elaborado pelos autores.

No decorrer dos testes, os discentes alternaram entre as etapas de programação e ajustes, com base nos erros identificados nas trajetórias dos robôs. Essa dinâmica contribuiu para o desenvolvimento do pensamento investigativo e da colaboração entre pares.

Atividades Aplicadas e Análise Temática

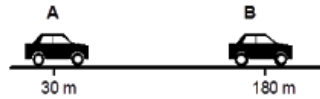
A análise das atividades foi organizada em categorias, incluindo compreensão conceitual, dificuldades encontradas, estratégias utilizadas pelos estudantes e as relações interdisciplinares entre os conceitos de Física e Matemática.

Atividade 1: Ponto de Encontro entre Dois Carros

A implementação do MRU com os robôs proporcionou aos estudantes uma compreensão mais clara do conceito, ao mesmo tempo em que os desafiou a pensar logicamente e aplicar suas habilidades matemáticas, como programação e cálculo de trajetórias. Um estudante comentou: “Quando vi os dois robôs se encontrando, entendi o gráfico da aula passada,” demonstrando a articulação entre a prática (movimento dos robôs) e o conteúdo teórico (gráficos e equações do MRU).

Figura 4.2 Sequência didática – primeira atividade**Atividade 1**

Dois carros, A e B, de dimensões desprezíveis, movem-se em movimento uniforme e no mesmo sentido com velocidades iguais a 20 m/s e 15 m/s, respectivamente. No instante $t = 0$, os carros encontram-se nas posições indicadas na figura.



Determine:

- depois de quanto tempo A alcança B;
- em que posição ocorre o encontro.

Fonte: Elaborado pelos autores.

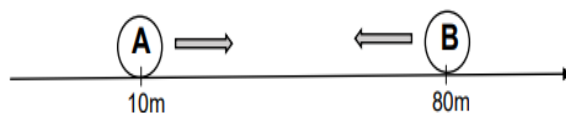
Essa etapa demonstrou o potencial da Robótica Educacional para tornar conteúdos abstratos mais acessíveis, ao mesmo tempo em que estimulou o raciocínio lógico e a representação matemática de fenômenos físicos.

Atividade 2: Análise de Diferentes Trajetórias

Nesta etapa, foram simuladas situações com a mesma direção e sentido, com a mesma direção e sentidos opostos, e com velocidades diferentes. Guiados pela pergunta norteadora '*Quais são as características do MRU?*', os estudantes formularam hipóteses e programaram os robôs de acordo com os parâmetros definidos. A Figura 5 apresenta a segunda atividade aplicada.

Figura 5.3 Sequência didática – segunda atividade**Atividade 2**

Dois carros estão sobre a mesma trajetória, logo com mesma direção, porém, com sentidos opostos e velocidades de 10 m/s e 25 m/s respectivamente.



Encontre o instante de encontro entre os móveis A e B.

Fonte: Elaborado pelos autores.

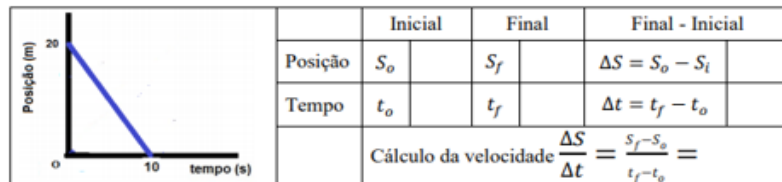
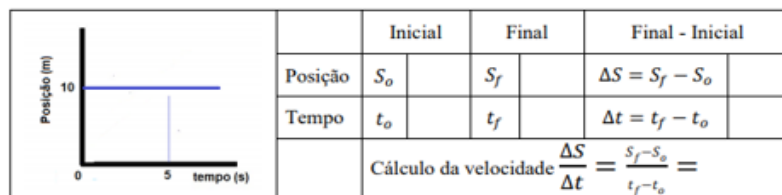
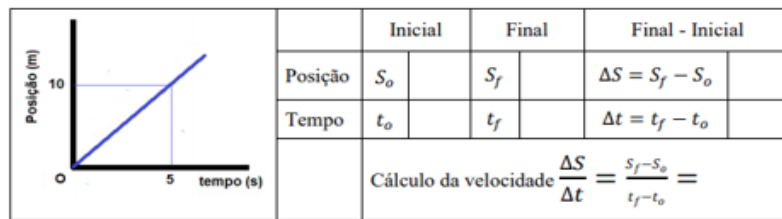
Metade dos estudantes identificou corretamente a aceleração nula, 33% destacaram a velocidade constante e 17% mencionaram o deslocamento proporcional ao tempo, demonstrando avanços significativos, ainda que com algumas dificuldades na articulação dos conceitos.

Atividade 3: Interpretação de Gráficos de Função Afim

Esta foi a atividade com o maior índice de acertos (83%). Os alunos interpretaram gráficos, relacionando a inclinação da reta à velocidade constante. Um estudante comentou: 'Pensei que dava para achar a diagonal e ver se batia com o tempo', demonstrando uma articulação espontânea entre conceitos matemáticos e físicos. Outro estudante afirmou: “A *inclinação mostra a velocidade, quanto maior, mais rápido.*” Evidenciando a compreensão da relação entre a inclinação da reta e a velocidade constante de maneira objetiva. A figura 6 evidencia a terceira atividade.

Figura 6.4 Sequência didática – terceira atividade**Atividade 3**

Encontre a velocidade média escalar, em cada situação para isso utilize os gráficos:



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse desempenho revelou a capacidade dos estudantes de estabelecer conexões entre os conteúdos de Matemática e Física, destacando o papel da Robótica Educacional como recurso mediador na construção de saberes significativos.

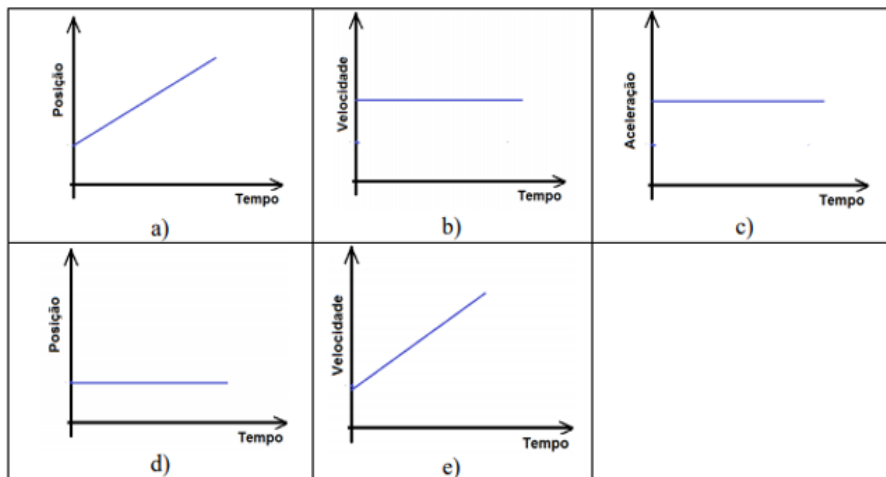
Atividade 4: Identificação do Gráfico de Velocidade Constante

Nesta fase, 40% dos estudantes apresentaram dificuldades na interpretação dos eixos e confundiram gráficos com representações geográficas. Esse resultado evidencia a necessidade de aprofundar o trabalho com representações gráficas nos conteúdos de Física e Matemática. Um aluno comentou: “Eu achei difícil entender o que cada eixo significava no gráfico, parecia com um mapa e eu não sabia interpretar”. A Figura 7 ilustra a terceira atividade.

Figura 7.5 Sequência didática – terceira atividade

Atividade 4

Qual dos gráficos representa um movimento com velocidade constante?



Fonte: Elaborado pelos autores.

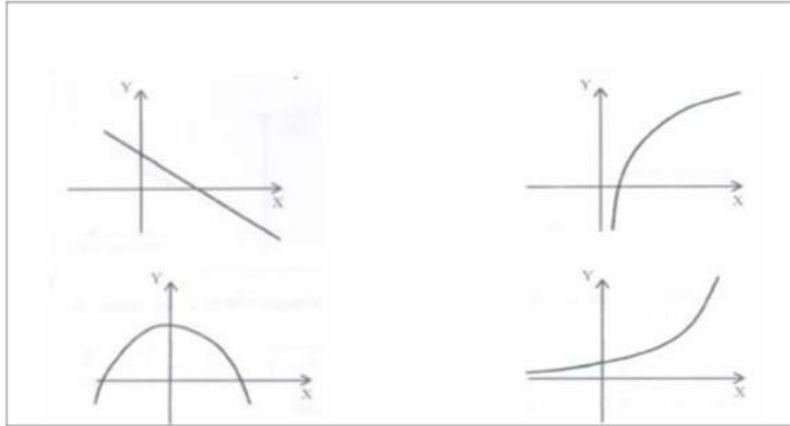
Tais dificuldades ressaltam a necessidade de aprofundar o trabalho com representações gráficas no ensino de Física e Matemática. O desempenho nessa atividade reforça a importância de estratégias pedagógicas que valorizem a leitura crítica e a interpretação de gráficos, ampliando a capacidade de abstração e análise dos estudantes.

Atividade 5: Relação entre MRU e Função Afim

Ao final, os estudantes relacionaram o MRU à função $f(x) = ax + b$, compreendendo os coeficientes 'a' e 'b' como velocidade e posição inicial, respectivamente. Todos os grupos realizaram essa associação de forma correta, consolidando os conhecimentos desenvolvidos. Um aluno comentou: “Agora ficou mais claro como o gráfico da reta representa a velocidade e a posição, eu consegui entender melhor como a matemática se aplica ao movimento.” A Figura 8 ilustra essa associação entre o MRU e a função linear.

Figura 8.6 Sequência didática – quinta atividade**Atividade 5**

Entre os gráficos abaixo, o único que representa uma função do tipo $y = ax + b$ é:



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses resultados validam a proposta metodológica e convergem com os estudos de autores como Bassanezi (2002), que destaca a modelagem como uma ponte entre teoria e realidade, e Valente (2015), que enfatiza as tecnologias digitais como mediadoras da aprendizagem ativa. A Robótica Educacional mostrou-se, portanto, um recurso potente para integrar os conteúdos de Física e Matemática, fortalecer o protagonismo estudantil e estimular a aprendizagem interdisciplinar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo investigar as contribuições da Robótica Educacional, aliada à Modelagem Matemática, para o ensino interdisciplinar de Física e Matemática, com ênfase nos conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e função afim. Os dados obtidos, incluindo observações, questionários e produções dos alunos, demonstram que a metodologia adotada favoreceu a visualização prática de conceitos abstratos, incentivou o trabalho colaborativo e contribuiu para o desenvolvimento do pensamento investigativo dos estudantes.

No entanto, as dificuldades observadas na interpretação de gráficos e na integração dos conceitos matemáticos com os fenômenos físicos sugerem que, embora o uso de robótica tenha sido bem-sucedido em muitos aspectos, ainda existem áreas que exigem intervenções pedagógicas mais focadas. A interpretação dos gráficos, por exemplo, poderia ser aprofundada com mais atividades práticas e explicações teóricas detalhadas.

A partir do desenvolvimento de uma sequência didática que envolveu a construção, programação e análise do movimento de robôs, observou-se um engajamento significativo dos estudantes nas atividades, com avanços na compreensão conceitual e na articulação entre teoria e prática.

Os dados obtidos por meio de observações, questionários e produções dos alunos indicam que a metodologia favoreceu a visualização de fenômenos físicos e matemáticos, incentivou a colaboração entre os pares e promoveu maior autonomia na resolução de problemas. O Gráfico 1, incluído neste trabalho, apresenta as percepções dos alunos sobre o produto educacional desenvolvido, evidenciando uma aceitação predominantemente positiva. Os estudantes destacaram o caráter lúdico e investigativo da proposta, além da clareza na relação entre prática e conteúdo teórico, aspectos que reforçam o potencial da abordagem interdisciplinar fundamentada em Robótica e Modelagem Matemática (Silva, 2018).

Esses achados estão em consonância com os estudos de Biembengut (2014), que enfatiza a capacidade da modelagem de contextualizar os conteúdos matemáticos, e com Stefanello et al. (2013) e Souza Júnior et al. (2015), que demonstram a eficácia da Robótica Educacional na construção de aprendizagens significativas em ambientes interdisciplinares. A presença do Teorema de Pitágoras em uma das atividades, por exemplo, revela como o raciocínio matemático emergiu de forma espontânea, evidenciando a integração entre conteúdos e a interdisciplinaridade.

No entanto, o estudo também evidenciou desafios, especialmente na interpretação de gráficos e na conexão entre dados matemáticos e conceitos físicos. Essas dificuldades sugerem a necessidade de intervenções pedagógicas mais personalizadas e de atividades complementares voltadas ao fortalecimento dessas habilidades. Além disso, a limitação da

pesquisa a um único contexto escolar e a um número reduzido de participantes restringe a generalização dos resultados.

A análise qualitativa, inicialmente baseada em observações e respostas abertas, poderá ser aprofundada em pesquisas futuras mediante o uso de técnicas mais sistemáticas de análise de conteúdo, com categorias definidas a priori e a posteriori (Bardin, 2011), além da utilização de softwares específicos que contribuam para maior rigor na interpretação dos dados.

A proposta metodológica adotada — que articula Robótica, Modelagem Matemática e práticas investigativas — está alinhada com as diretrizes contemporâneas que valorizam o protagonismo discente, a resolução de problemas e a aprendizagem significativa (Freire, 1996; Perrenoud, 2000). Espera-se que esta experiência possa inspirar outras práticas pedagógicas inovadoras e adaptáveis a diferentes realidades educacionais.

Por fim, reafirma-se o potencial das tecnologias educacionais, como a Robótica e a Modelagem Matemática, como ferramentas promotoras de um ensino mais dinâmico, contextualizado e alinhado às demandas do século XXI. Tais recursos não apenas contribuem para o domínio de conteúdos específicos, mas também para o desenvolvimento de competências essenciais, como pensamento crítico, criatividade e trabalho colaborativo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Geisla Aparecida de Carvalho: Concepção e desenvolvimento da pesquisa, coleta e análise dos dados, redação inicial e final do manuscrito.

Arlindo José de Souza Júnior: Orientação da pesquisa, revisão crítica do conteúdo intelectual e aprovação da versão final do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

ARDENGHI, M. J. **Ensino Aprendizagem do Conceito de Função: pesquisas realizadas no período de 1970 a 2005 no Brasil**. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

ARDUINO. Disponível em: <http://www.arduino.cc>. Acesso em: 19 abr. 2018.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edição 70, 2011.

CASTILHO, M. I. **Robótica na Educação: Com que objetivos?** Monografia de Conclusão de Curso de Pós-Graduação em Informática na Educação. Porto Alegre, 2002.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2010.

BIEMBENGUT, M. S. **30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais**. In: ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática Na Formação De Professores: Possibilidades E Limitações**. In: IX Congresso Nacional de Educação/III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 26 a 29 de outubro de 2009.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

CRUZ NETO, O. **O Trabalho de Campo como Descoberta e Criação**. In: MINAYO, M.; CRUZ, G. A História da Robótica até os Dias de Hoje. Disponível em: <https://cienciasetecnologia.com/robotica-historia/>. Acesso em: 20 set. 2019.

FAZENDA, I. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011 [1979].

HACHOUCHE, A. S. **Apostila Arduino básico. V 1.0**. Eletrogate, 2010. Disponível em: http://apostilas.eletrogate.com/Apostila_Arduino_Basico-V1.0-Eletrogate.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

LA TAILLE, Y. de. **O erro na perspectiva piagetiana**. In: AQUINO, J. G. **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. São Paulo: Summus, 1997.

McROBERTS, M. **Arduino básico**. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

SANTOS, M. F. A. **A Robótica Educacional e suas Relações com o Ludismo: por uma Aprendizagem Colaborativa**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: https://mestrado.prpg.ufg.br/up/97/o/Diss_040.pdf. Acesso em: 22 mar. 2019.

SOUZA J., A. J. de; BALDUÍNO, G. E.; SILVA, I. R. da. **Educação de Jovens e Adultos na Cultura Digital**. Informática na educação: teoria e prática, v. 17, n. 2, p. 167-176, jul./dez. 2014.

SOUZA J. A. J. de; MENEZES, D. C. de; MARIN, D. **Algumas discussões sobre as produções de futuros professores de matemática no contexto da cultura digital**. Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente-SP, v. 26, n. 2, p. 169-187, maio/ago. 2015.

STEFANELLO, D. R.; FILHO, J. A. B. L.; GUIMARÃES, I. A. S.; ALMEIDA, W. R. M. **A contribuição cognitiva da robótica educacional como ferramenta interdisciplinar no contexto do ensino superior – Salvador – Brasil**. In: Anais do congresso ABED, 2013. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2013/cd/categoriaf.htm>. Acesso em: 19 set. 2019.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).