

Do Código à Física: Uma Prática Interdisciplinar com Robótica no Ensino de Movimento em Plano Inclinado

Joana Felizardo da Silva
joana.f@gsuite.iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, Rio de Janeiro, BRA

Gustavo Gabriel Santos Silva
gabriel.gustavo@gsuite.iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, Rio de Janeiro, BRA

Rafael Pinheiro Barroso Filho
pinheiro.filho@gsuite.iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, Rio de Janeiro, BRA

Ianne Lima Nogueira
ianne.nogueira@iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, Rio de Janeiro, BRA

Ana Cecilia Soja
ana.soja@iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, Rio de Janeiro, BRA

Anderson Veiga da Silva
anderson.silva@iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, Rio de Janeiro, BRA

Abstract

Educational robotics has emerged as a relevant strategy to promote active learning and interdisciplinary integration in basic education, particularly in the learning of Physics and Computing concepts. In this context, this paper presents the planning of an interdisciplinary educational project aimed at integrating Physics, programming, and robotics in the study of kinematics, focusing on the motion of a body on an inclined plane. The proposal targets first-year students of a technical high school program in Informatics and involves the use of the LEGO® Mindstorms 51515 kit, Python programming, and a customized experimental setup developed through 3D printing. The planned activities are structured according to active learning principles, emphasizing problem-solving, experimentation, and computational thinking. As a work in progress, this paper discusses the theoretical foundations, methodological design, and pedagogical expectations of the project, highlighting its potential to enhance conceptual understanding, student engagement, and interdisciplinary learning in Physics education.

CCS Concepts

• **Applied computing** → **Education**; Computer-assisted instruction; • **Computer systems organization** → *Robotics*.

Keywords

Educational Robotics; Computational Thinking; Interdisciplinary Education; Physics Teaching; Active Learning; STEAM Education.

1 Introdução

Nas últimas décadas, a robótica educacional tem se consolidado como uma estratégia capaz de aproximar os estudantes de fenômenos científicos por meio da experimentação, da resolução de problemas e do pensamento computacional. [7], ao desenvolver a linguagem LOGO, já defendia que ambientes de aprendizagem mediados por tecnologia favorecem a construção ativa de conhecimento, permitindo que o aluno “pense sobre o próprio pensamento” ao programar e observar respostas do sistema. No contexto da educação científica, essa abordagem tem sido utilizada para tornar conceitos abstratos, como movimento, força e energia, mais acessíveis e significativos por meio da manipulação concreta de modelos robóticos.

As metodologias ativas, especialmente a Aprendizagem Baseada em Problemas, têm se destacado por favorecer o protagonismo estudantil, a investigação científica e a capacidade de resolução de problemas. [8] destaca que a ABP promove autonomia intelectual e integra conhecimento teórico e prático de forma estruturada, tornando-se especialmente eficaz em disciplinas que envolvem modelagem e experimentação, como a Física. Assim, metodologias que mobilizam análise, experimentação e programação ampliam substancialmente o potencial formativo no Ensino Médio.

Essa perspectiva encontra respaldo nas orientações da Base Nacional Comum Curricular, que enfatiza o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo, bem como a cultura digital e o uso de tecnologias como elementos estruturantes da formação do estudante [2]. A BNCC reforça a necessidade de propostas pedagógicas que articulem investigação, experimentação e uso de ferramentas digitais, estimulando competências gerais como resolução de problemas, argumentação e responsabilidade no processo de aprendizagem.

Indicadores educacionais reforçam a urgência desse debate. O relatório PISA 2018 revela que apenas cerca de 28% dos estudantes brasileiros atingem níveis considerados adequados em Ciências, e que práticas pedagógicas baseadas em experimentação e investigação têm impacto direto no desempenho dos alunos [5]. Pesquisas nacionais também reforçam a relevância da integração entre tecnologia, experimentação e aprendizagem ativa. Dados recentes do SAEB, divulgados pelo INEP, mostram que estudantes que utilizam recursos digitais no processo de aprendizagem apresentam médias de desempenho superiores, especialmente em Matemática, em comparação com aqueles que não têm acesso a práticas pedagógicas mediadas por tecnologia. Esses resultados indicam que a incorporação de ferramentas tecnológicas e atividades práticas no cotidiano escolar contribui para fortalecer o engajamento e favorecer a compreensão de conceitos abstratos [3].

O presente trabalho insere-se nesse contexto ao descrever o planejamento de um projeto interdisciplinar a ser desenvolvido com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio Integrado em Informática. A proposta articula conteúdos e práticas das disciplinas de Física, Programação e Robótica Educacional, favorecendo uma abordagem integrada do conhecimento e a construção de aprendizagens significativas. Nesse sentido, a iniciativa promove a articulação

entre robótica educacional, programação em Python e experimentação física, por meio da automação do estudo do movimento em plano inclinado utilizando o kit LEGO Mindstorms (51515).

Por fim, este artigo apresenta os fundamentos teóricos que orientam a proposta, descreve a concepção e o planejamento das atividades experimentais, e discute as perspectivas educacionais esperadas com a futura implementação do projeto. Como se trata de um trabalho em andamento, os resultados apresentados referem-se ao processo de elaboração, organização metodológica e potencial pedagógico da atividade, abrindo caminhos para análises posteriores.

2 Trabalhos relacionados

A primeira etapa deste projeto consistiu na realização de um levantamento bibliográfico sobre o uso de robótica educacional na compreensão de fenômenos físicos e no desenvolvimento do pensamento computacional no Ensino Médio. A revisão buscou identificar trabalhos que articulam programação, modelagem física e experimentação automatizada, servindo como base para a construção do planejamento apresentado neste estudo.

O primeiro estudo apresenta um quadro teórico para analisar a demanda cognitiva de tarefas de programação com robótica. [6] desenvolveu um framework que classifica tarefas de codificação robótica segundo o nível de raciocínio e pensamento crítico que elas envolvem, destacando que atividades robóticas com programação não apenas ensinam a lógica de código, mas também estimulam diferentes níveis de pensamento e raciocínio disciplinar. Essa integração entre programação e ciência cognitiva reforça a importância de projetar atividades em que os alunos não apenas programem o robô, mas também interpretem dados e formulem conclusões.

Outro trabalho recente, de [4], investiga a Robótica Educacional e o Pensamento Computacional como estratégia pedagógica para o ensino de lógica de programação e algoritmos em cursos técnicos, aproximando prática e teoria ao promover atividades teóricas e práticas com ferramentas digitais e kits robóticos. Os autores observaram que a articulação entre robótica e pensamento computacional torna o ensino mais dinâmico, colaborativo e atraente, aspectos fundamentais para projetos que visam estimular a aprendizagem de Física por meio da automação e da programação. Essa pesquisa sustenta a ideia de que atividades robóticas integradas com programação capacitam os estudantes não apenas a programar máquinas, mas a aprofundar conceitos científicos e resolver problemas reais, como acontece no estudo planejado do movimento em plano inclinado.

Em conjunto, esses trabalhos recentes indicam que a interseção entre programação, robótica e raciocínio científico pode ser explorada em ambientes educacionais para promover tanto aprendizagem conceitual, como por exemplo, noção de aceleração e velocidade em Física, quanto habilidades cognitivas de nível mais elevado, como análise de dados, solução de problemas e pensamento crítico. Essa fundamentação instrui e legitima o planejamento do projeto em andamento, que pretende unir tecnologia, experimentação e metodologia investigativa para favorecer a aprendizagem significativa no Ensino Médio.

3 Planejamento Metodológico

Este estudo caracteriza-se como um trabalho em andamento, cujo objetivo é apresentar o planejamento metodológico de uma intervenção pedagógica interdisciplinar ainda em fase de implementação. Assim, esta seção descreve o desenho da proposta educacional, os procedimentos planejados e a organização das atividades que serão posteriormente aplicadas e avaliadas em contexto escolar.

A intervenção foi concebida no âmbito deste planejamento, com o propósito de investigar o potencial do uso integrado da programação em Python e da robótica educacional na aprendizagem de conceitos fundamentais de Mecânica e Cinemática no Ensino Médio. O público-alvo será composto por 27 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio Integrado ao curso técnico em Informática. Os participantes serão organizados em sete grupos, de modo a favorecer o trabalho colaborativo durante as atividades práticas. A escolha da turma ocorre de forma intencional, considerando que sua ementa curricular contempla conteúdos de vetores, forças e movimento retilíneo uniformemente variado, assegurando alinhamento entre o experimento proposto e a base conceitual já trabalhada na disciplina de Física.

Para o desenvolvimento do aparato experimental, será utilizado o kit LEGO® MINDSTORMS 51515, selecionado devido à flexibilidade de montagem, precisão dos sensores e possibilidade de integração com linguagens de programação textuais. Com o objetivo de personalizar a prática e garantir reprodutibilidade metodológica, está prevista a produção, por meio de impressão 3D, de uma rampa de plano inclinado com ângulos fixos de 30°, 45° e 60°, conforme ilustrado na Figura 1, além de um corpo cúbico que deslizará pela superfície. O experimento será controlado por algoritmos desenvolvidos pelos próprios estudantes no ambiente Mindstorms, utilizando Python em substituição à programação em blocos, ampliando o nível de abstração e complexidade cognitiva da atividade.

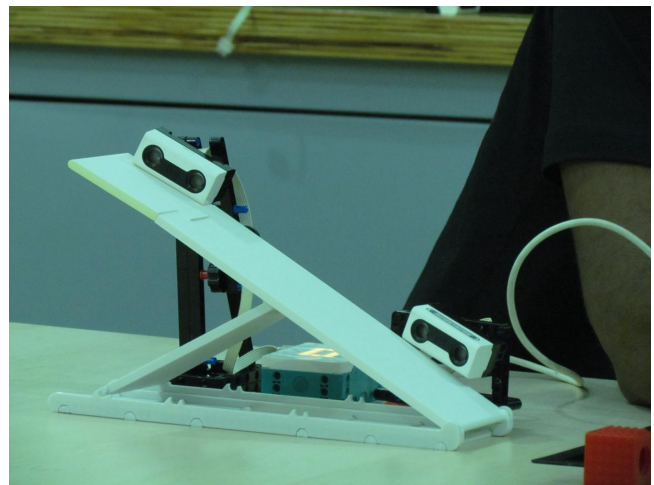


Figura 1: Protótipo da rampa de plano inclinado desenvolvido para o experimento proposto.

O percurso formativo será organizado em etapas sequenciais e progressivas, visando garantir a apropriação tecnológica antes da

aplicação dos conceitos físicos. Inicialmente, serão realizados encontros introdutórios destinados à familiarização dos estudantes com a sintaxe da linguagem Python no ambiente do software Mindstorms 51515. Em seguida, será ministrada uma aula conceitual abordando decomposição vetorial, força peso, componentes paralelas e perpendiculares e equações horárias do movimento, preparando os estudantes para compreender as grandezas envolvidas na análise do plano inclinado.

Na etapa investigativa prática, os estudantes deverão desenvolver, em grupo, um algoritmo capaz de operar dois sensores ultrassônicos: um responsável por detectar o cubo no ponto inicial da rampa e outro posicionado ao final da trajetória. O programa deverá registrar automaticamente o intervalo de tempo entre as duas detecções, armazenar os dados coletados e, a partir dessas informações, estimar a velocidade média do corpo em movimento. Essa atividade busca integrar programação, coleta automatizada de dados e análise cinemática, permitindo que os estudantes comparem resultados experimentais com previsões teóricas discutidas em sala de aula.

Para futura verificação da eficácia pedagógica da proposta, está previsto um desenho quasi-experimental, no qual o desempenho da turma participante da intervenção (grupo experimental) será comparado ao de uma segunda turma da mesma série, que seguirá o método tradicional expositivo (grupo controle). Em colaboração com a docente responsável pela disciplina de Física, será elaborado um instrumento avaliativo padronizado composto por situações-problema relacionadas ao plano inclinado, forças e movimento retilíneo.

Após a implementação da intervenção e aplicação do instrumento avaliativo, pretende-se realizar uma análise comparativa de desempenho entre os grupos, considerando critérios como acurácia conceitual, resolução de problemas, interpretação de gráficos e coerência entre cálculos teóricos e resultados numéricos. Essa análise buscará identificar possíveis diferenças significativas entre os grupos e verificar se a integração entre robótica educacional e programação contribui para maior compreensão conceitual em conteúdos de Cinemática e Mecânica.

4 Resultados Esperados

Espera-se que a implementação do experimento automatizado de plano inclinado favoreça uma compreensão mais aprofundada das relações entre tempo, deslocamento e velocidade no estudo da Cinemática. A utilização de sensores ultrassônicos e da coleta automática de dados deverá ampliar a precisão dos registros experimentais, reduzindo interferências associadas à medição manual e permitindo múltiplas repetições da atividade. Dessa forma, os estudantes poderão estabelecer comparações mais consistentes entre os resultados teóricos obtidos por meio das equações horárias e os dados experimentais coletados pelo algoritmo desenvolvido em Python, fortalecendo a articulação entre modelagem matemática e fenômeno físico observado.

Além do aprofundamento conceitual, a proposta tende a contribuir para o desenvolvimento integrado de competências científicas e tecnológicas. Ao articular programação, análise de dados e modelagem matemática, os estudantes poderão fortalecer habilidades relacionadas à lógica algorítmica, interpretação de gráficos, formulação de hipóteses e validação de resultados com base em evidências. Estudos indicam que a integração entre robótica e programação

tem sido associada ao aprimoramento do raciocínio científico e do pensamento crítico [6], sugerindo que a atividade poderá promover avanços semelhantes no contexto investigado.

No delineamento comparativo previsto, espera-se que o grupo experimental apresente desempenho superior no instrumento avaliativo, especialmente em itens que demandem interpretação de dados, análise gráfica, compreensão das relações entre grandezas físicas e articulação entre teoria e prática. A literatura aponta que atividades mediadas por tecnologia tendem a favorecer maior engajamento e consolidação conceitual [1], o que pode se refletir em diferenças de desempenho entre os grupos analisados. Caso essa hipótese se confirme após a implementação da intervenção, será possível sustentar que experiências investigativas com robótica educacional contribuem para a consolidação de conceitos fundamentais de Mecânica, conforme sugerem [9, 10], ampliando as possibilidades de integração entre Física e Computação no Ensino Médio.

5 Considerações Finais

O presente estudo apresentou o planejamento de uma proposta interdisciplinar que integra robótica educacional, programação em Python e experimentação física como estratégia para o ensino de Cinemática no Ensino Médio. Fundamentada no construcionismo [7] e alinhada às orientações da BNCC [2], a proposta busca articular investigação, tecnologia e modelagem matemática em uma abordagem integrada.

Embora a intervenção ainda esteja em fase de implementação, o delineamento metodológico indica potencial para promover aprendizagem significativa e fortalecer o pensamento científico e computacional. A futura aplicação do instrumento avaliativo permitirá verificar empiricamente se a integração entre robótica, programação e experimentação se traduz em ganhos conceituais mensuráveis, contribuindo para o debate sobre o uso de tecnologias educacionais no ensino de Ciências.

Referências

- [1] Gwen Nugent; Bradley Barker; Nick Grandgenett; Valarie Adamchuk. 2010. The Impact of Educational Robotics on Student STEM Learning, Attitudes, and Workplace Skills. *Journal of Educational Technology Society* (2010).
- [2] Brasil. Ministério da Educação. 2018. Base Nacional Comum Curricular. *Documento oficial – MEC* (2018).
- [3] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). 2023. Resultados do SAEB 2023. *INEP – Relatório Técnico* (2023).
- [4] Carlos César Cardoso; Thais Viana dos Santos; Valdemar dos Santos Mendonça Neto. 2025. Robótica Educacional e Pensamento Computacional: uma estratégia pedagógica para o ensino de Algoritmos e Lógica de Programação no ensino técnico. *Educitec – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico* (2025).
- [5] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2019. PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. *OECD Publishing* (2019).
- [6] Andrew Bloodworth; Ashley Conner; Christopher Miller; Luis Franco; Timothy Foutz; Richard Hill. 2023. Robotics and Coding: A Framework for Examining Cognitive Demand. *Journal of Technology Education* (2023).
- [7] Seymour Papert. 1980. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- [8] John R. Savery. 2015. Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning* (2015).
- [9] Daniel P. Miller; Illah R. Nourbakhsh; Roland Siegwart. 2008. Robotics for Education. *Springer Handbook of Robotics* (2008).
- [10] Moshe Barak; Yehudit Zadok. 2009. Robotics Projects and Learning Concepts in Science, Technology and Problem Solving. *Learning and Instruction* (2009).