



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF-
POLO 04**

ROMÁRIO ANTÔNIO SOUSA DA SILVA

**A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS PARA O ENSINO DE FÍSICA:
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM SOBRE AS LEIS DE NEWTON
A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL**

MANAUS - AM

2025

ROMÁRIO ANTÔNIO SOUSA DA SILVA

**A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS PARA O ENSINO DE FÍSICA:
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM SOBRE AS LEIS DE NEWTON
A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Dissertação apresentada ao Polo 04 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Amazônia (IFAM) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM) como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Denilson da Silva Borges

MANUAUS - AM

2025

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

S586a Silva, Romário Antônio Sousa da.

A aprendizagem baseada em projetos para o ensino de física: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre as leis de Newton a partir da robótica educacional / Romário Antônio Sousa da Silva. – Manaus, 2025.
136 p. : il. color.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2025.
Orientador: Prof. Dr. Denilson da Silva Borges.

1. Física – ensino. 2. Aprendizagem. 3. Leis de Newton. I. Borges, Denilson da Silva. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

CDD 530.07

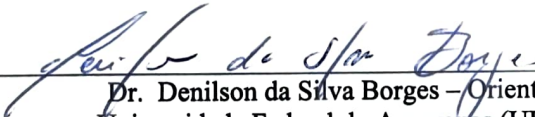
ROMÁRIO ANTÔNIO SOUSA DA SILVA

**“A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS PARA O ENSINO DE FÍSICA:
uma sequência de Ensino-Aprendizagem sobre as Leis de Newton a partir da Robótica
Educativa”**


Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 04 UFAM e IFAM como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. **Área de Concentração:** Ensino de Física. **Linha de Pesquisa:** Física no Ensino Médio

Aprovada em 22 de agosto de 2025.


BANCA EXAMINADORA



Dr. Denilson da Silva Borges – Orientador
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)



Dr. Minos Martins Adão Neto – Membro Titular Interno
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)



Dr. Deniz dos Santos Mota – Membro Titular Externo
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

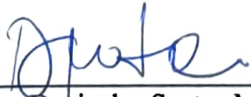
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 4

Ata da 80ª Defesa de Dissertação


Aos vinte e dois dias do mês de agosto, do ano de dois mil e vinte e cinco, às 09h00, no Auditório José Leitão - UFAM, ocorreu a Defesa da Dissertação do mestrando **Romário Antônio Sousa da Silva**, intitulada: **A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM SOBRE AS LEIS DE NEWTON A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL**, do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 4 das Instituições de Ensino Superior: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A Banca Examinadora foi composta pelo Prof. Dr. Denilson da Silva Borges (UFAM), Prof. Dr. Deniz dos Santos Mota (UFAM) e Prof. Dr. Minos Martins Adão Neto ((UFAM). O Professor Doutor Denilson da Silva Borges, Presidente, deu início aos trabalhos, convidando os membros a comporem a Banca Examinadora. O Presidente fez a leitura dos procedimentos para defesa de dissertação, e convocou o mestrando para fazer a exposição de seu trabalho que, em seguida, foi arguido pelos membros da Banca Examinadora. Após a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se privativamente e decidiu pela aprovação do trabalho. Ao final, os presentes foram chamados para tomarem conhecimento do resultado da avaliação, o Presidente da banca comunicou ao interessado que feitas às devidas correções na dissertação, conforme sugestão da banca Examinadora, o discente é obrigado a entregar, na secretaria do polo 4, até sessenta (60) dias após a data da defesa, uma (01) via impressa e encadernada no formato capa dura, e uma via(01) digital em formato PDF, para os trâmites necessários à concessão do diploma, conforme Resolução N°.47 – CONSUP/IFAM de 13 de julho de 2015. Nada mais havendo a tratar, foi lavrado a presente Ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos presentes.



Prof. Dr. Denilson da Silva Borges
Presidente - UFAM



Prof. Dr. Deniz dos Santos Mota
Membro Externo - UFAM



Prof. Dr. Minos Martins Adão Neto
Membro Interno - UFAM

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Roseni Sousa da Silva e Manoel Mário Matoso da Silva, que sempre acreditaram no poder transformador da educação. Agradeço profundamente pelo incentivo constante aos estudos, pelo apoio incondicional e pelos valores que me ensinaram ao longo da vida. Sem vocês, este sonho não teria se concretizado.

Com amor e gratidão eterna.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força, saúde e sabedoria durante toda essa caminhada.

À minha esposa, Daniela Silva, por todo amor, apoio e paciência nos momentos difíceis. Você esteve ao meu lado em cada etapa, isso fez toda a diferença.

Ao meu irmão, Romagno Silva, que mesmo à distância, sempre me apoiou nas decisões importantes e me incentivou a seguir em frente.

Ao meu amigo e irmão de coração, Alexandre Jader, com quem compartilho a caminhada desde a graduação. Sua amizade, apoio e incentivo sempre foram importantes para mim ao longo dessa trajetória.

Aos colegas de turma, Denilson, Edney, Gadi, Graciane, Ismael, Joel, Jonylla, Ludimilson, Nelson, Rafael, Renan, Sandro e Walmir, pela parceria, amizade e troca de experiências ao longo do curso. Cada um contribui de forma única para essa caminhada.

Aos professores do MNPEF polo 04 – IFAM/UFAM, por todo o conhecimento e dedicação ao nosso aprendizado.

E um agradecimento especial ao meu orientador, Dr. Denilson da Silva Borges, pela paciência, apoio e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos vocês, meu muito obrigado!

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo avaliar a efetividade da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos aplicada ao ensino das três leis de Newton, utilizando a robótica educacional como ferramenta de mediação no processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual Professor Jorge Karam Neto, na cidade de Manaus-AM, buscando compreender como a integração entre teoria e prática, por meio da construção e programação de robôs, pode favorecer a aprendizagem dos conceitos fundamentais da dinâmica. O desenvolvimento do trabalho foi estruturado em quatro fases: análise, elaboração, implementação e avaliação. Na fase de análise, foram aplicados questionários diagnósticos para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e suas necessidades de aprendizagem em relação às leis de Newton. Com base nesses dados, foi elaborada uma sequência de ensino-aprendizagem fundamentada na Aprendizagem Baseada em Projetos, na qual os alunos, organizados em grupos, planejaram, montaram e programaram robôs capazes de participar de desafios práticos, como competições de cabo de guerra e sumô. Durante a implementação, os estudantes foram desafiados a aplicar conceitos de força, massa, aceleração e ação e reação na otimização do desempenho dos protótipos, integrando os conhecimentos físicos aos processos de montagem e programação dos dispositivos. A avaliação ocorreu de forma contínua, por meio de instrumentos de avaliação formativa, utilizando rubricas específicas que permitiram acompanhar a evolução dos alunos em critérios como compreensão dos conceitos, trabalho em equipe, aplicação dos dados e reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem. Além da avaliação formativa foi realizada uma avaliação final sobre as percepções dos alunos em relação as atividades realizadas. Os resultados demonstraram que a utilização da robótica educacional, aliada à metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos, proporcionou um ambiente de aprendizagem mais dinâmico colaborativo e significativo, contribuindo para uma melhor compreensão dos conceitos físicos e para o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento crítico, raciocínio lógico e resolução de problemas. Conclui-se que a abordagem adotada não apenas promoveu o fortalecimento dos conhecimentos de Física, mas também incentivou a autonomia, o protagonismo e o engajamento dos alunos, evidenciando que metodologias ativas integradas à tecnologia constituem uma estratégia eficaz para a melhoria do Ensino de Física, especialmente no ensino médio.

Palavras-chave: Ensino; Aprendizagem; Física.

ABSTRACT

This dissertation aims to evaluate the effectiveness of the Project-Based Learning methodology applied to the teaching of Newton's three laws, using educational robotics as a mediation tool in the teaching-learning process. The research was developed at the Professor Jorge Karam Neto State School, in the city of Manaus-AM, seeking to understand how the integration between theory and practice, through the construction and programming of robots, can favor the learning of the fundamental concepts of dynamics. The development of the work was structured in four phases: analysis, elaboration, implementation and evaluation. In the analysis phase, diagnostic questionnaires were applied to identify the students' prior knowledge and their learning needs in relation to Newton's laws. Based on these data, a teaching-learning sequence based on Project-Based Learning was developed, in which the students, organized in groups, planned, assembled and programmed robots capable of participating in practical challenges, such as tug-of-war and sumo wrestling competitions. During implementation, students were challenged to apply concepts of force, mass, acceleration, and action and reaction to optimize the performance of prototypes, integrating physical knowledge into the assembly and programming processes of devices. Assessment was carried out continuously, using formative assessment instruments, using specific rubrics that allowed monitoring the progress of students in criteria such as understanding of concepts, teamwork, application of data, and reflection on their own learning process. In addition to the formative assessment, a final assessment was conducted on students' perceptions of the activities performed. The results demonstrated that the use of educational robotics, combined with the Project-Based Learning methodology, provided a more dynamic, collaborative, and meaningful learning environment, contributing to a better understanding of physical concepts and the development of essential skills, such as critical thinking, logical reasoning, and problem-solving. It is concluded that the adopted approach not only promoted the strengthening of Physics knowledge, but also encouraged autonomy, protagonism and student engagement, demonstrating that active methodologies integrated with technology constitute an effective strategy for improving Physics teaching, especially in high school.

Keywords: Teaching; Learning; Physics.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 MECÂNICA DE NEWTON	11
2.1 HISTÓRIA DA MECÂNICA	11
2.2 AS LEIS DE NEWTON	13
2.2.1 PRIMEIRA LEI DE NEWTON.....	13
2.2.2 SEGUNDA LEI DE NEWTON.....	15
2.2.3 TERCEIRA LEI DE NEWTON	22
3 METODOLOGIAS ATIVAS (APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS)	25
3.1 FUNCIONAMENTO DA ABP: UMA PONTE ENTRE TEORIA E PRÁTICA ...	25
3.2 DIFERENÇAS ENTRE (ABL) E (ABP)	26
3.3 ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	27
3.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL	28
3.4.1 HISTÓRIA DA ROBÓTICA EDUCACIONAL	28
3.4.2 MICROCONTROLADOR ARDUINO	30
3.4.3 PROGRAMAÇÃO ATRAVÉS DO PICTOBLOX.....	33
4 REVISÃO DA LITERATURA	34
5 METODOLOGIA	38
5.1 FASE DE ANÁLISE	39
5.2 FASE DE ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SEA	40
5.3 FASE DE IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	44
5.3.1 INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO - ETAPA 1	45
5.3.2 FORMAÇÃO DAS EQUIPES E OFICINAS DE ROBÓTICA - ETAPA 2.....	46
5.3.3 PROGRAMAÇÃO E TESTAGEM DOS PROTÓTIPOS - ETAPA 3	48
5.3.4 COMPETIÇÕES (ROBÔ CABO DE GUERRA E ROBÔ SUMÔ) ETAPA 4.....	49
5.4 FASE DE AVALIAÇÃO	51
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS.....	74
APÊNDICE.....	77

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Física no contexto escolar contemporâneo apresenta inúmeros desafios, especialmente quando se busca tornar o processo de aprendizagem mais significativo, contextualizado e alinhado às necessidades do século XXI. Os métodos tradicionais, centrados na exposição teórica e na memorização de fórmulas, têm se mostrado insuficientes para promover o engajamento e o desenvolvimento efetivo das competências cognitivas, socioemocionais e tecnológicas dos estudantes. Nesse cenário, torna-se essencial repensar as práticas pedagógicas, incorporando metodologias que estimulem a participação ativa, o pensamento crítico, a colaboração e a capacidade de resolução de problemas.

A robótica educacional emerge como uma estratégia promissora no enfrentamento desses desafios, ao possibilitar a integração entre teoria e prática, favorecendo a compreensão de conceitos científicos por meio de experiências concretas. Aliada a isso, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) se apresenta como uma abordagem metodológica que coloca o estudante no centro do processo de construção do conhecimento, promovendo a investigação, a criatividade e o desenvolvimento de soluções para problemas reais. Segundo Bender (2014, p.15):

A ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa, ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas.

Nesse contexto, esta pesquisa se justifica pela necessidade de tornar o ensino das leis de Newton mais atrativo, dinâmico e significativo para os alunos do Ensino Médio. A escolha pela robótica como recurso pedagógico, em articulação com a ABP, fundamenta-se na sua capacidade de proporcionar um ambiente de aprendizagem colaborativo, no qual os estudantes são desafiados a planejar, construir e programar robôs que demonstrem, na prática, os princípios fundamentais da dinâmica. Tal proposta não apenas aproxima os conceitos teóricos da realidade dos alunos, como também desenvolve habilidades essenciais, como raciocínio lógico, pensamento computacional, trabalho em equipe e autonomia.

Nesse sentido, essa metodologia está alinhada com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino médio, que orienta a adoção de abordagens investigativas e o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem, com práticas e processos que fundamentam a produção de conhecimento científico e tecnológico (BRASIL, 2018).

O objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar o potencial da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), por meio da elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência de ensino-aprendizagem voltada à compreensão e aplicação prática das três leis de Newton, utilizando a robótica educacional como ferramenta mediadora.

De forma mais específica, este trabalho visa:

- Identificar os conhecimentos prévios e as necessidades de aprendizagem dos alunos no que se refere aos conceitos de força e movimento;
- Elaborar e desenvolver uma sequência de ensino-aprendizagem que integre os conceitos das três Leis de Newton com atividades práticas mediadas pela construção de protótipos robóticos;
- Implementar a sequência didática em ambiente escolar, promovendo a construção colaborativa de robôs que executem tarefas relacionadas aos princípios da inércia, da força e da ação e reação;
- Avaliar a aprendizagem dos estudantes, bem como a efetividade da proposta, por meio de instrumentos de avaliação formativa, análise de desempenho nas atividades e nas competições desenvolvidas.

Este trabalho está organizado em seis capítulos, além desta introdução. No Capítulo 2, são apresentados os fundamentos da Mecânica de Newton, com ênfase na contextualização histórica e na análise aprofundada das três Leis de Newton. Este capítulo fornece o suporte teórico necessário para compreender os conceitos que serão explorados nas atividades práticas, além de discutir a aplicação dessas leis tanto no contexto acadêmico quanto no cotidiano dos alunos.

O Capítulo 3 apresenta os pressupostos teóricos desta pesquisa, abordando as metodologias ativas com ênfase na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). São discutidos os fundamentos teóricos da ABP, suas etapas de implementação e suas distinções em relação a outras abordagens, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). O capítulo também contempla a robótica educacional, desde a sua origem nos princípios do construcionismo de Seymour Papert até sua aplicação no contexto escolar atual. São descritos os principais componentes utilizados, como o Microcontrolador Arduino, e ferramentas de programação por blocos, como o PictoBlox, além de discutir como essas tecnologias podem ser integradas ao Ensino de Física.

O capítulo 4 apresenta a revisão da literatura relacionada à utilização da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e da robótica educacional como estratégias

metodológicas no ensino de Física. São analisados estudos que evidenciam como essas abordagens têm sido aplicadas em ambientes escolares, destacando os autores, instituições, objetivos e resultados das pesquisas. O capítulo busca identificar as principais contribuições teóricas e práticas da literatura existente, oferecendo um panorama das tendências e lacunas que justificam esta investigação.

O Capítulo 5 trata da metodologia da pesquisa, apresentando o percurso metodológico adotado para a elaboração, implementação e avaliação da sequência de ensino-aprendizagem. São detalhadas as fases da pesquisa, que incluem a análise diagnóstica dos alunos, o desenvolvimento do projeto, a implementação das atividades práticas, avaliação formativa dos resultados com o uso de rubricas específicas e uma avaliação final sobre as percepções das atividades realizadas.

O capítulo 6, apresenta a análise dos dados obtidos durante a implementação da Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA). As informações foram coletadas por meio de três instrumentos principais: avaliação diagnóstica, respostas às questões norteadoras e rubricas de avaliação formativa. A discussão dos resultados é estruturada a partir das respostas das equipes, articuladas com os dados diagnósticos e com os referenciais teóricos abordados na revisão de literatura.

O trabalho se encerra com o Capítulo 7, que traz as considerações finais, nas quais são discutidos os resultados alcançados, as reflexões sobre o processo de ensino-aprendizagem desenvolvido e as contribuições da proposta para o Ensino de Física. Além disso, são apontadas possíveis limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras na área.

Diante disso, este trabalho busca contribuir não apenas para o aprimoramento das práticas pedagógicas no Ensino de Física, mas também para a formação de sujeitos mais autônomos, críticos e preparados para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea, na qual o domínio das tecnologias e a capacidade de resolver problemas complexos se tornam competências indispensáveis.

2 MECÂNICA DE NEWTON

Neste capítulo, serão abordados os principais conceitos relacionados à Mecânica de Newton, com ênfase nas Leis de Newton, que formam a base da dinâmica clássica. Inicialmente, será apresentada uma breve contextualização histórica, destacando a contribuição de Isaac Newton para a Física e a formulação de suas três leis fundamentais do movimento. Em seguida, discutiremos cada uma das leis em detalhes, explorando seus significados, aplicações e implicações no estudo dos movimentos e das forças. Além disso, serão apresentadas as principais equações derivadas dessas leis, fundamentais para a resolução de problemas práticos. Todo esse embasamento teórico será essencial para a compreensão e aplicação dos princípios físicos no desenvolvimento do projeto proposto.

2.1 HISTÓRIA DA MECÂNICA

Ao longo da história, a compreensão dos fenômenos relacionados ao movimento dos corpos e suas causas constituiu uma das principais preocupações da Física. Nos tempos antigos, antes do surgimento do método científico como o conhecemos hoje, esses estudos estavam inseridos no campo da Filosofia Natural. Pensadores da Antiguidade buscavam interpretar os comportamentos da natureza com base em princípios filosóficos e observações empíricas, muitas vezes sem distinção clara entre ciência, filosofia e metafísica.

Aristóteles (384–322 a.C.), um dos mais influentes filósofos da Grécia Antiga, foi um dos primeiros a sistematizar ideias sobre o movimento. Para ele, todo corpo tinha um lugar natural e tendia a repousar nesse local, movendo-se apenas quando estimulado por um agente externo. Essa explicação fazia sentido no contexto de sua época, uma vez que se baseava em uma visão qualitativa e teleológica do universo. Aristóteles acreditava que o movimento era resultado de uma passagem do estado de “potência” para o “ato”, ou seja, uma atualização de possibilidades que se concretizavam na realidade (AGUILERA – NAVARRO, 2008).

Essa concepção influenciou profundamente o pensamento ocidental por quase dois milênios, consolidando a ideia de que a Terra ocupava o centro do universo e permanecia imóvel, enquanto o Sol e os demais corpos celestes giravam ao seu redor. Essa visão geocêntrica foi sustentada não apenas por sua lógica filosófica, mas também por seu alinhamento com doutrinas religiosas que dominavam o pensamento europeu medieval.

Somente no século XVI, com os estudos do astrônomo Nicolau Copérnico, é que essa estrutura foi desafiada de forma mais sistemática. Copérnico propôs o modelo heliocêntrico, segundo o qual o Sol ocupava o centro do sistema planetário. Tal proposição representou uma ruptura significativa com a tradição aristotélica, abrindo espaço para uma nova concepção de movimento no universo.

No entanto, foi somente no século XVII que a física do movimento começou a ser tratada de maneira mais rigorosa, principalmente com os trabalhos de Galileu Galilei (1564–1642). Galileu é frequentemente considerado o fundador da ciência moderna, pois introduziu a experimentação como método de investigação e utilizou a linguagem matemática para descrever os fenômenos naturais. Seu estudo dos corpos em queda livre e do movimento uniformemente acelerado, realizado por meio de experimentos com planos inclinados, foi essencial para romper com a física qualitativa aristotélica e estabelecer as bases da cinemática.

Segundo Chaves (2005), Galileu foi o primeiro a propor uma abordagem sistemática para descrever o movimento dos corpos de forma quantitativa, elaborando leis que relacionavam tempo, velocidade e aceleração. Essa nova abordagem teve forte impacto na forma como o conhecimento científico passou a ser produzido, marcado por uma atitude crítica, empírica e matematizada.

É importante ressaltar que Galileu também contribuiu para a mudança de paradigma ao propor que a força não é necessária para manter o movimento, mas sim para alterá-lo. Tal conceito seria posteriormente refinado por Isaac Newton (1642–1727), que reconheceu a importância dos trabalhos de Galileu e os utilizou como base para o desenvolvimento de suas próprias teorias.

Newton, ao publicar em 1687 a obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, estabeleceu as leis fundamentais da mecânica clássica, conhecidas como as Leis de Newton. Nessa obra, ele formulou também a Lei da Gravitação Universal, que descreve a força de atração entre dois corpos em função de suas massas e da distância entre eles. Como destaca Chaves (2005), Newton elaborou grande parte de suas ideias fundamentais no período de isolamento durante a peste negra, entre 1665 e 1666, quando se retirou para a fazenda da família após concluir seus estudos em Cambridge.

Para desenvolver as implicações matemáticas de suas leis, Newton criou o Cálculo Diferencial e Integral, instrumento necessário para lidar com grandezas contínuas e variações instantâneas. Embora o filósofo e matemático alemão Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716)

tenha desenvolvido o cálculo de forma independente, ambos os trabalhos contribuíram decisivamente para o avanço da ciência moderna.

A mecânica newtoniana, assim, consolidou-se como um marco na história da ciência, fornecendo uma estrutura teórica robusta para explicar o movimento dos corpos em contextos terrestres e celestes. Segundo Chaves (2005), a consolidação dessa teoria representou não apenas um avanço técnico, mas também uma transformação profunda no modo de compreender a natureza baseada na universalidade das leis físicas e na previsibilidade dos fenômenos por meio da Matemática.

2. 2 AS LEIS DE NEWTON

Neste tópico, apresentaremos uma explicação concisa das Leis de Newton, utilizando como base as definições originais formuladas por Isaac Newton em sua obra clássica *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (comumente conhecida como *Principia*). Além da análise do texto original, utilizaremos também como embasamento teórico as interpretações e explicações desenvolvidas por renomados autores da área de Física, como David Halliday, Robert Resnick, Paul Tipler, Jearl Walker e Moysés Nussenzveig. Esses autores contribuem com abordagens mais modernas e didáticas, amplamente utilizadas no ensino superior. Paralelamente, será feita uma análise comparativa com a forma como as Leis de Newton são apresentadas em livros didáticos do Ensino Médio, destacando as diferenças na linguagem, na profundidade conceitual e nas estratégias pedagógicas utilizadas para facilitar a compreensão dos alunos nesse nível de ensino.

2. 2. 1 PRIMEIRA LEI DE NEWTON

Em nosso cotidiano, é comum experimentarmos situações nas quais o movimento do corpo parece escapar ao nosso controle, especialmente ao caminhar sobre superfícies muito lisas, como um piso encerado ou coberto por sabão. Nesses casos, sentimos dificuldade para parar ou mudar de direção, o que pode causar escorregões e quedas. Isso ocorre devido à redução significativa do atrito entre os pés e o chão, elemento essencial para a frenagem e o controle dos movimentos.

Segundo Halliday (2010), Galileu acreditava inicialmente que era necessária a aplicação contínua de uma força, como um empurrão ou puxão, para manter um objeto em

movimento com velocidade constante. No entanto, após diversas observações e experimentos, tanto ele quanto Newton perceberam que os corpos tendem a parar não por ausência de força, mas sim pela presença de forças de atrito. Quanto maior o atrito, maior será a taxa com que um objeto perde sua velocidade.

Galileu concluiu que, se fosse possível eliminar todas as forças externas atuando sobre um objeto, especialmente o atrito, esse objeto continuaria se movendo indefinidamente com velocidade constante. Essa propriedade foi mais tarde formulada por Newton em sua Primeira Lei do Movimento, conhecida como Princípio da Inércia.

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2010), essa lei foi inicialmente idealizada por Galileu e aperfeiçoada por Newton, que a formulou da seguinte maneira:

1ª Lei: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a mudar esse estado por forças aplicadas sobre ele.

Ao analisar esse enunciado, podemos compreender que a Primeira Lei trata do comportamento de partículas que não sofrem a ação de forças resultantes. No entanto, mesmo que não esteja explícito, Newton considera que esse movimento ocorre em relação a um referencial específico, chamado referencial inercial. Esse tipo de referencial é caracterizado pela ausência de interação com a partícula em análise, ou seja, um corpo só pode ser considerado “livre” ou “isolado” em relação a um referencial que não exerça influência sobre ele.

A Primeira Lei é, portanto, uma generalização experimental sobre o comportamento dos corpos. Se um corpo se move com velocidade constante, isso indica que ou não há forças atuando sobre ele, ou que todas as forças se anulam mutuamente. Caso a velocidade do corpo varie, seja em sua magnitude ou em sua direção é sinal de que uma força resultante não nula está presente, provocando aceleração.

Um exemplo cotidiano que ilustra esse conceito é o momento em que um trem ou ônibus inicia seu movimento. A aceleração inicial é, muitas vezes, tão pequena que quase não a percebemos. Isso pode nos levar à ilusão de que a estação está se afastando, enquanto nós permanecemos em repouso. Conforme explicado por Resnick (2010), não há como distinguir, nesse caso, se somos nós que nos movemos ou se é a estação. O que importa é que, na ausência de uma força resultante perceptível, não há mudança no estado de movimento.

A Primeira Lei de Newton, portanto, só é válida quando aplicada a referenciais inerciais. Podemos considerar a Terra como um referencial aproximadamente inercial apenas quando desconsideramos os seus movimentos astronômicos (como a rotação e a translação).

De maneira semelhante, o Princípio da Inércia pode ser observado quando um passageiro, dentro de um carro em movimento constante, solta uma bola para cima. Em vez de a bola cair para trás, como muitos poderiam imaginar, ela retorna à mão do passageiro. Isso acontece porque, ao ser lançada para cima, a bola mantém a mesma velocidade horizontal do carro, evidenciando que, na ausência de forças externas horizontais, o movimento da bola permanece constante nesse sentido. Esse fenômeno reforça a ideia de que, em um referencial inercial, a tendência dos corpos é manter seu estado de movimento, a menos que uma força os obrigue a mudá-lo.

Outro exemplo que ilustra o princípio da Inércia é quando um veículo está se deslocando com velocidade constante e freia bruscamente, os passageiros tendem a ser projetados para frente. Isso ocorre porque seus corpos estavam em movimento e, de acordo com a inércia, tendem a continuar nesse estado, mesmo que o carro tenha parado. Essa reação é um reflexo direto da Primeira Lei de Newton, pois os corpos resistem à mudança de estado de movimento até que uma força externa (como o cinto de segurança ou o painel do carro) atue sobre eles.

2. 2. 2 SEGUNDA LEI DE NEWTON

A Primeira Lei de Newton nos ajuda a compreender o comportamento de um corpo quando nenhuma força age sobre ele ou quando a força resultante é igual a zero. No entanto, ainda não foi abordado o que ocorre quando há uma força resultante diferente de zero atuando sobre o corpo. Um exemplo simples dessa situação é o ato de empurrar um carrinho de supermercado, fazendo com que ele mude sua velocidade devido à aplicação dessa força.

É possível perceber que, ao se aplicar uma força maior sobre um objeto, a aceleração adquirida por ele também aumenta. Assim, podemos concluir, como fez Newton, que a aceleração é diretamente proporcional à força que atua sobre o corpo. Quanto à massa, objetos com menor massa tendem a apresentar maior aceleração sob a mesma força aplicada (HALLIDAY, 2010).

A Segunda Lei de Newton, frequentemente chamada de "Princípio Fundamental da Dinâmica", estabelece a relação entre força e movimento. Suponha que, em determinado instante, uma partícula de massa m possua uma velocidade representada por \vec{v} , estando sob a influência de uma força \vec{F} . Nesse momento, a quantidade de movimento (ou momento linear) da partícula é dada por $\vec{p} = m \vec{v}$.

A quantidade de movimento é um conceito essencial, já que a atuação de uma força externa sobre um corpo provoca modificações nessa grandeza. A variação da quantidade de movimento está diretamente ligada à intensidade da força aplicada: quanto maior a força, maior será a alteração.

A quantidade de movimento de um corpo só permanece constante na ausência de forças externas. Quando há variação ao longo do tempo, essa mudança é expressa pela derivada da quantidade de movimento em relação ao tempo:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (1)$$

ou

$$\vec{F} = \frac{d}{dt} (m\vec{v})$$

Logo,

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dm}{dt} \quad (2)$$

Considerando que a aceleração da partícula é dada por:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Podemos reescrever a expressão acima:

$$\vec{F} = m\vec{a} + \vec{v} \frac{dm}{dt} \quad (3)$$

A expressão anterior nos indica, que a força resultante atuando sobre uma partícula só se manifesta em determinadas condições. Primeiramente, a presença de uma força está relacionada a uma variação da quantidade de movimento da partícula. Isso significa que haverá uma força atuando se ocorrer uma mudança na velocidade ao longo do tempo, ou seja, se a partícula estiver acelerando ou desacelerando. Além disso, a força também pode surgir quando

há uma variação na massa da partícula durante o tempo considerado, como pode ocorrer em sistemas abertos, por exemplo, no caso de um foguete que perde massa à medida que consome combustível. Por fim, a força resultante também estará presente se ambas as variáveis velocidade e massa sofrerem variações simultaneamente.

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2010), “a taxa de variação temporal da quantidade de movimento de uma partícula é igual à força resultante que age sobre ela”. Isso reforça a ideia de que a força está diretamente associada à mudança do momento linear, seja por variação de velocidade, de massa, ou de ambas. Portanto, a expressão revela que a força não está necessariamente associada apenas à aceleração, mas também pode estar ligada à mudança da massa, dependendo do sistema analisado.

Quando a massa de uma partícula permanece constante ao longo do tempo;

$$\frac{dm}{dt} = 0$$

e a expressão da 2ª Lei de Newton (2) assume sua forma mais conhecida,

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (4)$$

que também pode ser expressa de maneira mais simplificada, como se encontra nos livros didáticos,

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (5)$$

Se considerarmos o caso em que \vec{v} é constante no tempo,

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = 0 \quad (6)$$

e, em princípio, ficamos com,

$$\vec{F} = \vec{v} \frac{dm}{dt}$$

Podemos observar que sendo \vec{v} constante, de acordo com a última expressão. Apareceria uma força na partícula desde que $\frac{dm}{dt} \neq 0$. Entretanto, isto contraria a primeira Lei de Newton. Se uma partícula tem velocidade constante, terá movimento retilíneo e uniforme e se essa constante for igual a zero, a partícula estará em repouso, o que nos leva a dizer que $\vec{F} = 0$.

Então o que podemos dizer a respeito do segundo membro da Lei de Newton que estamos tratando? Simplesmente o seguinte: se a partícula tem $V = \text{constante}$, necessariamente $\frac{dm}{dt} = 0$. Não foi observada experimentalmente a ocorrência de uma partícula que tivesse velocidade constante e simultaneamente sua massa variasse no tempo. O fato de a velocidade da partícula ser constante acarreta necessariamente massa constante no tempo.

$$\vec{F} = \frac{d}{dt} (m\vec{v})$$

e, quando a massa é constante.

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

nos indica que, se uma partícula estiver submetida à ação de várias forças, a resultante de todas as forças, que indicaremos por \vec{F} , será $m \frac{d\vec{v}}{dt}$, ou seja,

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

A resultante se refere a forças externas.

Uma aplicação direta da Segunda Lei de Newton pode ser observada no caso de uma partícula de massa m liberada nas proximidades da superfície da Terra. Supondo que essa partícula sujeita apenas à força gravitacional, ou seja, desconsiderando a resistência do ar, ela se moverá em direção ao solo, ao longo de uma trajetória retilínea que aponta para o centro da Terra. Nesse movimento, a partícula experimenta uma aceleração constante, correspondente à aceleração da gravidade, representada por \vec{g} .

A responsável por essa aceleração é a força gravitacional \vec{p} , exercida pela Terra sobre a partícula. Conforme indicado na equação (8), essa força é a causa do movimento acelerado da partícula em direção ao solo.

$$\vec{p} = m\vec{g} \quad (7)$$

que usualmente chamamos de peso da partícula.

A Segunda Lei de Newton é considerada a formulação experimental mais significativa da física do movimento. Conforme apresentado por Newton em sua obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (ou simplesmente *Principia*), essa lei pode ser enunciada da seguinte forma:

2ª Lei: A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é feito na direção da linha direita em que essa força está aplicada.

No *Principia*, Newton define força com base na variação da quantidade de movimento, e a Segunda Lei surge, nesse contexto, como uma formulação dessa definição. Contudo, não se trata apenas de uma construção teórica. A aplicabilidade da Segunda Lei está na relação observável entre força e aceleração, sendo esta última uma grandeza mensurável, associada à variação da velocidade. O que torna a Segunda Lei mais do que uma simples definição é sua dependência das chamadas leis de força, que derivam de observações experimentais sobre as interações entre corpos como, por exemplo, a força gravitacional, a força elástica e a força de atrito.

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2010), “a taxa de variação temporal da quantidade de movimento de uma partícula é igual à força resultante que age sobre ela”, reforçando o caráter empírico dessa lei, que conecta teoria e experiência.

Nesse contexto, a aceleração é uma forma de descrever matematicamente como a velocidade de um objeto varia com o tempo. A partir do conhecimento da aceleração atuante, é possível prever, por meio de técnicas de integração, tanto a velocidade quanto a posição do corpo em instantes futuros.

De acordo com Walker (2016), a força peso é o módulo da força necessária para impedir que o corpo caia livremente, medida em relação ao solo. Vamos considerar um corpo que tem aceleração \vec{a} nula em relação ao solo, considerado como referencial inercial. Duas

forças atuam sobre o corpo: uma força gravitacional \vec{F}_g dirigida para baixo, e uma força para cima, de módulo P , que a equilibra.

Duas forças atuam sobre esse corpo, a força gravitacional \vec{F}_g , dirigida verticalmente para baixo, e uma força de contato para cima, de módulo P , que equilibra a força gravitacional. Essa força de reação, normalmente exercida por uma superfície de apoio, impede que o corpo acelere em direção ao solo. Aplicando a Segunda Lei de Newton ao eixo vertical y , adotando o sentido positivo para cima, temos a seguinte relação:

$$\text{Fres. } y = ma_y \quad (8)$$

Nessa situação, a equação se torna

$$P - F_g = m(0) \quad (9)$$

De acordo com esta equação supondo que o solo é um referencial inercial temos que o peso de um corpo P é igual ao módulo F_g da força gravitacional que age sobre o corpo:

$$\vec{p} = m\vec{g}$$

A equação (7) relaciona o peso P com a massa m do corpo.

Força normal, iremos primeiramente observar uma situação mostrada da figura 1, em que um bloco de massa m pressiona uma mesa para baixo, deformando-a, por causa da força gravitacional \vec{F}_g

a que o bloco está sujeito. A mesa por sua vez empurra o bloco para cima com uma força normal \vec{F}_N . As forças \vec{F}_g e \vec{F}_N são as únicas forças que atuam sobre o bloco, e ambas são verticais. Assim aplicando a Segunda Lei de Newton para o bloco, tomando o eixo y com o sentido positivo para cima (Fres. $y = ma_y$), assume a forma

$$F_N - F_g = ma_y \quad (10)$$

substituindo \vec{F}_g por mg , obtemos

$$F_N - mg = ma_y \quad (11)$$

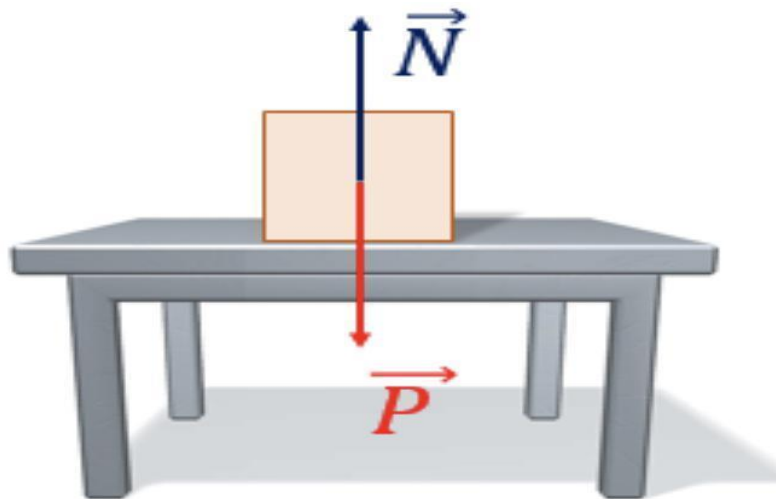
O módulo da força normal é, portanto:

$$F_N = mg + ma_y = m(g + a_y) \quad (12)$$

Se a mesa e o bloco estiverem acelerados em relação ao solo, $a_y = 0$ e de acordo com a equação anterior:

$$F_N = mg \quad (13)$$

Figura 1 – Bloco que repousa sobre uma mesa



Fonte: Google imagem

Segundo Nussenzveig (2002), um bloco que repousa sobre uma superfície horizontal e ao qual se aplica uma força \mathbf{F} também horizontal. A experiência mostra que, se formos aumentando gradualmente $|\mathbf{F}|$ a partir de zero, o bloco não entra em movimento enquanto $|\mathbf{F}|$ não atinge um valor crítico, que chamaremos de \mathbf{F}_e . A figura 2, mostra as forças atuando sobre o bloco enquanto ele permanece em equilíbrio: verticalmente, a força-peso \mathbf{P} do bloco e a normal \mathbf{N} , se equilibram,

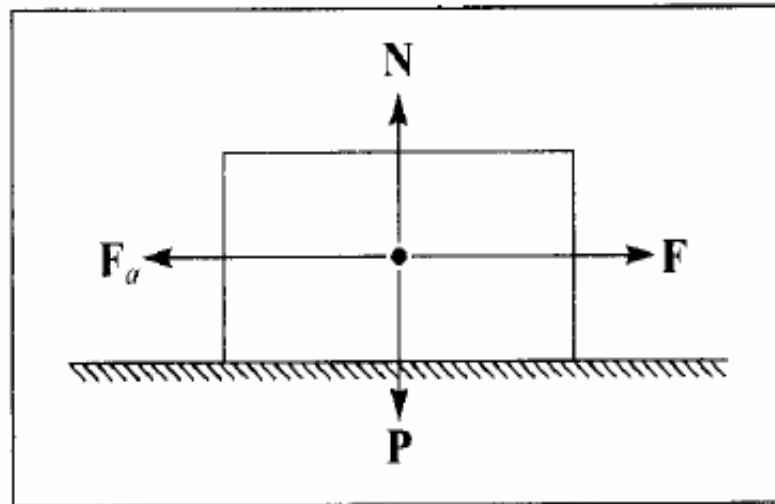
$$|\mathbf{N}| = |\mathbf{P}|$$

e, horizontalmente, a força \mathbf{F} tem de ser equilibrada pela reação tangencial do plano, a força de atrito \mathbf{F}_a :

$$\mathbf{F}_a = -\mathbf{F}, \text{ para } |\mathbf{F}| < \mathbf{F}_e$$

Note que, enquanto para $|\mathbf{F}| < \mathbf{F}_e$, a força de atrito se ajusta automaticamente para equilibrar \mathbf{F} .

Figura 2 – Bloco em repouso em uma superfície horizontal.



Fonte: Nussenzveig (2002).

2. 2. 3 TERCEIRA LEI DE NEWTON

Newton observou que, sempre que dois corpos interagem por meio de uma força, a força exercida por um deles sobre o outro possui a mesma intensidade, mas atua em direção oposta à força recebida em resposta.

3ª LEI: *A cada ação sempre se opõe uma reação igualitária: ou, a ação mútua de dois corpos uns sobre os outros é sempre igual, e direcionado para partes contrárias. Se você pressionar uma pedra com o dedo, o dedo também será pressionado pela pedra.*

A Terceira Lei de Newton, frequentemente chamada de *lei da ação e reação*, é considerada a mais surpreendente entre as três leis do movimento. A contribuição notável de Newton, conforme destacado por Tipler (2010), foi perceber que, sempre que dois corpos interagem, cada um exerce sobre o outro uma força de mesma intensidade, porém em direções opostas. De forma concisa, essa lei pode ser enunciada da seguinte maneira: *"Quando dois corpos interagem, as forças que eles exercem mutuamente são iguais em módulo e opostas em sentido."*

Para estabelecê-la consideremos duas partículas isoladas do resto do universo, ou seja, somente interagindo entre si.

Sejam \vec{p}_1 e \vec{p}_2 as quantidades de movimento das partículas num instante t . A quantidade de movimento \vec{P}_S do sistema das duas partículas no instante t é, de acordo com a equação

$$\vec{p}_s = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots + \vec{p}_n = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i \quad (11)$$

$$\vec{p}_s = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \quad (12)$$

Sejam \vec{p}'_1 e \vec{p}'_2 as respectivas quantidades de movimento das mesmas partículas nos instantes t' . Nesse instante a quantidade de movimento \vec{p}'_s do sistema das duas partículas é:

$$\vec{p}'_s = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \quad (13)$$

Observemos que, devido à interação entre as duas partículas, a quantidade de movimento de cada uma delas se modifica no intervalo de tempo $\Delta t = t' - t$. Porém, como o sistema está isolado, por hipótese, a quantidade de movimento do sistema se conserva, isto é:

$$\vec{p}_s = \vec{p}'_s \text{ ou } \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \quad (14)$$

Onde,

$$\begin{aligned} \vec{p}'_2 - \vec{p}_2 &= -(\vec{p}'_1 - \vec{p}_1) \\ \therefore \Delta \vec{p}_2 &= -\Delta \vec{p}_1 \end{aligned} \quad (15)$$

Onde $\Delta \vec{p}_2$ e $\Delta \vec{p}_1$ são as variações de momento das partículas 1 e 2, respectivamente, em consequência da colisão. Essas variações acontecem durante um intervalo de tempo Δt (extremamente curto) que dura o processo de colisão.

$$\frac{\Delta \vec{p}_2}{\Delta t} = -\frac{\Delta \vec{p}_1}{\Delta t}$$

No limite de Δt tendendo a zero, temos:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{p}_2}{\Delta t} = - \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{p}_1}{\Delta t}$$

e da derivada, podemos escrever:

$$\frac{d\vec{p}_2}{dt} = - \frac{d\vec{p}_1}{dt}$$

Mas $\frac{d\vec{p}_2}{dt}$ e $\frac{d\vec{p}_1}{dt}$, segundo a definição dinâmica geral de força, representam as forças agentes nas partículas 2 e 1 respectivamente, no intervalo de tempo dt . Sendo o sistema isolado, a força em cada partícula deve-se somente à presença da outra. Portanto:

$$\frac{d\vec{p}_2}{dt} = \vec{F}_{21} = \text{força na partícula 2 devido à partícula 1.}$$

$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} = \vec{F}_{12} = \text{força na partícula 1 devido à partícula 2.}$$

Resultando então:

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} \tag{16}$$

A equação 16 representa matematicamente a Terceira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Ação e Reação. Conforme explicado por Walker (2016), essa lei estabelece que, quando duas partículas interagem, as forças que surgem dessa interação possuem a mesma intensidade, atuam na mesma direção, porém em sentidos opostos. Em outras palavras, pode-se afirmar que a toda ação corresponde uma reação igual e contrária.

Observe que esta lei exclui a possibilidade de ação isolada. Notamos que se tivermos um sistema de partículas, a resultante \vec{F}_{int} das forças internas é nula, pois pela lei da Ação e Reação elas se interagem entre si, estando ausentes forças externas, a partícula 1 exerce uma força \vec{F}_{21} sobre a partícula 2 e esta exerce uma força $-\vec{F}_{12}$ sobre a partícula 1.

3 METODOLOGIAS ATIVAS (APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS)

O cenário educacional contemporâneo exige a superação de métodos tradicionais centrados na figura do professor como único detentor do saber. As metodologias ativas surgem como uma resposta a essa demanda, propondo uma abordagem centrada no estudante, que assume o papel de protagonista do processo de aprendizagem (MORAN, 2015).

Dentre essas metodologias, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), prática educacional que conecta o ensino à realidade, promovendo investigação, resolução de problemas e desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais (BASSI; DUTRA; MASSON, 2014).

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma metodologia ativa de ensino cujo foco está na proposição e resolução de problemas, por meio de projetos desenvolvidos pelos estudantes. Essa prática promove a aprendizagem colaborativa, o envolvimento e a aplicação prática de saberes interdisciplinares (HERNÁNDEZ, 2000).

Por meio da ABP, os alunos são incentivados a desenvolver habilidades como pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas e trabalho em equipe. Além disso, a metodologia favorece a construção de competências alinhadas às demandas do mercado de trabalho e ao desenvolvimento pessoal dos estudantes (TRAVERSINI; MOURA; SILVA, 2018).

3.1 FUNCIONAMENTO DA ABP: UMA PONTE ENTRE TEORIA E PRÁTICA

A metodologia da ABP funciona como uma ponte entre a escola e o mundo real, onde os estudantes trabalham em grupos para investigar temas complexos, desenvolver soluções e criar produtos ou protótipos que respondam a desafios reais. Em todas as etapas do processo, aplicam conhecimentos de diferentes áreas, favorecendo a interdisciplinaridade (MORAN; MASSON; BACICH, 2018).

O papel do professor é o de mediador e orientador, promovendo autonomia, colaborando na formulação de hipóteses, na definição de métodos e na validação das fontes utilizadas (DEWEY, 1979).

3.2 DIFERENÇAS ENTRE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.

Apesar de frequentemente confundidas, a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – *Problem-Based Learning*) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), apresentam diferenças importantes (FILATRO, 2023), conforme exposto no Quadro 1.

Tabela 1 – Comparativo entre a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)

Critério	PBL	ABP
Foco principal	Solução teórica de problema	Produto final
Produto final	Resolução do problema	Protótipo, apresentação, relatório
Estrutura	Mais estruturada	Aberta a múltiplas abordagens
Natureza do problema	Específica e definida Ampla e interdisciplinar	Ampla e interdisciplinar
Objetivo pedagógico	Análise, pesquisa, raciocínio lógico	Criatividade, colaboração, prática
Papel do professor	Mediador e guia	Orientador e facilitador
Colaboração	Trabalho com divisão de papéis	Discussão e proposição conjunta
Aplicação prática	Foco na compreensão conceitual	Produto aplicável ao mundo real
Exemplos típicos	Casos clínicos, dilemas empresariais	Aplicativos, campanhas, eventos

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Filatro (2023).

3.3 ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

A implementação eficaz da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) exige uma estrutura metodológica bem definida, capaz de orientar a prática docente e proporcionar um ambiente de aprendizagem significativo. A seguir, apresenta-se de forma organizada algumas etapas para sua aplicação, onde pode ser adaptada a diferentes níveis e modalidades de ensino.

A primeira etapa consiste na definição do tema ou problema central do projeto. Este deve ser relevante, desafiador e próximo da realidade vivida pelos estudantes, a fim de despertar sua curiosidade e promover o envolvimento com a aprendizagem. Quanto maior a conexão com o cotidiano discente, mais significativa tende a ser a experiência de aprendizagem (HERNÁNDEZ, 2000).

Em seguida, é necessário estabelecer os objetivos de aprendizagem. Esses objetivos devem ser claros, mensuráveis e alinhados ao currículo escolar, orientando o desenvolvimento de competências específicas e facilitando a avaliação dos resultados obtidos ao longo do processo (TRAVERSINI; MOURA; SILVA, 2018).

A terceira etapa refere-se ao planejamento do projeto, que é fundamental para definir as etapas, o cronograma, os recursos necessários, os papéis dos envolvidos e as responsabilidades atribuídas a cada integrante do grupo. Esse planejamento detalhado contribui para garantir a viabilidade e o rigor pedagógico do projeto (FILATRO, 2023).

A formação de grupos constitui a quarta etapa do processo. A divisão de tarefas e a definição de papéis específicos entre os membros do grupo favorecem o desenvolvimento de competências socioemocionais, como empatia, liderança e senso de responsabilidade habilidades fundamentais no contexto educacional e profissional contemporâneo (MORAN; MASSON; BACICH, 2018).

A quinta etapa compreende a apresentação inicial do projeto aos estudantes. É essencial que o desafio ou problema seja claramente exposto, assim como os resultados esperados. Essa clareza inicial contribui para estabelecer um senso de propósito coletivo e engajar os estudantes desde o início da atividade.

A orientação da pesquisa corresponde à sexta etapa. Nessa fase, o professor assume o papel de mediador do conhecimento, auxiliando os estudantes na formulação de hipóteses e no uso de métodos de busca e validação de fontes confiáveis. Trata-se de uma etapa essencial para garantir a consistência e a profundidade da investigação (DEWEY, 1979).

A sétima etapa é dedicada à realização da apresentação final. O compartilhamento dos resultados com a comunidade escolar amplia o senso de responsabilidade dos alunos e proporciona experiências autênticas de exposição pública, aproximando-os das exigências e práticas do mundo do trabalho.

Por fim, a oitava etapa corresponde à avaliação do projeto. Nessa fase, devem ser considerados tanto o processo quanto o produto final, com base em critérios previamente definidos. A participação ativa dos próprios estudantes no processo avaliativo estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e da autorreflexão sobre sua própria aprendizagem (FILATRO, 2023).

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) configura-se como uma metodologia ativa que favorece um ensino mais significativo, ao estabelecer conexões diretas entre os conteúdos escolares e os desafios do mundo contemporâneo. Sua aplicação exige planejamento cuidadoso, mediação docente qualificada e intencionalidade pedagógica bem definida. No entanto, os benefícios observados tais como o aumento do engajamento discente, a promoção da interdisciplinaridade e o desenvolvimento integral dos estudantes são amplamente reconhecidos na literatura educacional (MORAN, 2015).

3.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL

Neste capítulo falaremos um pouco da história da robótica educacional e sua importância para a educação, além de falar um pouco sobre o Microcontrolador Arduino uma ferramenta que nos últimos anos vem sendo muito utilizado em projetos educacionais outra ferramenta que também iremos falar, é a Plataforma Pictoblox que é utilizado para a programação de Microcontroladores.

3.4.1 HISTÓRIA DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

A robótica educacional tem se destacado como uma metodologia inovadora que alia tecnologia e educação na promoção de aprendizagens significativas. Essa abordagem envolve o uso de dispositivos robóticos e elementos de programação em atividades escolares, favorecendo o desenvolvimento de competências como pensamento lógico, criatividade e resolução de problemas. O processo de construção e manipulação de robôs permite ao

estudante atuar ativamente na produção do conhecimento, contribuindo para um ensino mais dinâmico e contextualizado.

O ponto de partida para a robótica educacional remonta às ideias do matemático e educador Seymour Papert, que propôs, na década de 1980, a teoria do construcionismo. Inspirado nos estudos de Jean Piaget, com quem trabalhou durante sua formação, Papert argumentava que os indivíduos aprendem melhor quando estão engajados na construção de artefatos concretos que tenham significado pessoal (PAPERT, 1980). Essa construção pode ocorrer tanto no plano físico quanto no digital, desde que envolva processos ativos de experimentação, erro e descoberta.

Com base nessas ideias, Papert idealizou a linguagem de programação LOGO, projetada para que crianças pudessem desenvolver raciocínio matemático e computacional a partir da movimentação de uma tartaruga virtual. Ao programar essa tartaruga, os alunos aprendiam conceitos matemáticos de forma aplicada, construindo hipóteses e testando resultados, o que caracterizava um ambiente de aprendizagem construcionista (PAPERT, 1985).

Nas décadas seguintes, os princípios propostos por Papert foram sendo integrados a tecnologias mais sofisticadas. Um exemplo relevante foi a criação do LEGO Mindstorms, lançado comercialmente em 1998, resultado de uma parceria entre o MIT e a empresa LEGO. O kit permitia aos estudantes montarem estruturas robóticas e programá-las para realizar tarefas específicas, favorecendo a interdisciplinaridade entre conteúdos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

No Brasil, o uso pedagógico da robótica começou a ganhar força no início dos anos 2000, com a incorporação de kits tecnológicos em escolas públicas e privadas. De acordo com Menezes e Santos (2002), a introdução desses recursos proporcionou aos docentes novas possibilidades de ensino, permitindo o desenvolvimento de projetos interativos e alinhados às diretrizes da educação contemporânea.

A consolidação da robótica educacional no Brasil tem ocorrido de forma gradual, impulsionada por políticas públicas, iniciativas institucionais e projetos de extensão universitária. Conforme destaca Almeida (2018), a robótica tem sido vista como uma estratégia eficaz para integrar teoria e prática no processo de ensino, tornando as aulas mais atrativas e contribuindo para o engajamento dos estudantes em temas científicos e tecnológicos.

Silva e Andrade (2020) ressaltam que a aplicação de projetos de robótica nas escolas brasileiras favorece a formação de competências essenciais para o século XXI, como a

autonomia, a criatividade e o trabalho colaborativo. Esses autores também apontam que a robótica pode ser uma ferramenta importante na promoção da inclusão, ao permitir que estudantes com diferentes estilos e ritmos de aprendizagem participem ativamente das atividades escolares.

3.4.2 MICROCONTROLADOR ARDUINO

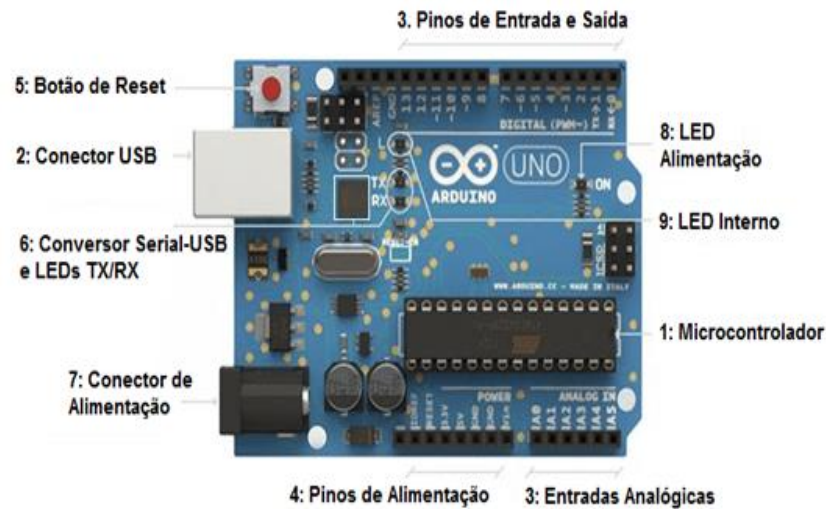
O Arduino surgiu na Itália, no ano de 2005, criado por pesquisadores que queriam desenvolver um dispositivo eletrônico de baixo custo para que as pessoas pudessem desenvolver suas experiências de forma simples e barata. O Arduino é uma plataforma de código aberto, possibilitando que as pessoas que a utilizam possam contribuir para a evolução do dispositivo.

O Arduino é uma plataforma de hardware livre e de fácil manuseio, que tem como objetivo proporcionar uma forma acessível de prototipagem eletrônica, sendo especialmente voltada para iniciantes, como estudantes sem experiência prévia em programação ou circuitos eletrônicos. De acordo com Araújo (2017), “o Arduino possibilita que usuários com pouca ou nenhuma vivência em eletrônica desenvolvam projetos interativos de forma prática e eficiente, sendo amplamente adotado em ambientes educacionais”.

O Microcontrolador Arduino é uma placa multifuncional utilizada na área da automação, educacional e entre outras áreas, o principal objetivo do Microcontrolador Arduino é desenvolver projetos eletrônicos, visando facilitar a criação de projetos interativos de forma fácil, barata e flexível.

Existem diversos modelos de placas da plataforma Arduino, cada uma projetada para diferentes tipos de projeto e necessidades. A figura 3 apresenta uma versão recente e acessível do Arduino, chamada Arduino UNO:

Figura 3 – Placa Arduino UNO



Fonte: Google Imagem

A placa Arduino possui um plugue de conexão USB que permite a conexão com um computador. Além disso, contém várias saídas que permitem a conexão com outros dispositivos, como motores, sensores e outros atuadores. As placas Arduino podem ser energizadas por um computador através do plugue USB, por uma bateria de 9V ou por outro tipo de fonte de alimentação. Eles podem ser controlados pelo computador, ou então podem ser programados pelo computador e em seguida, desconectados, permitindo assim trabalharem independentemente do computador. O projeto Arduino é aberto, isso significa que qualquer pessoa pode construir ou melhorar projetos (MONK, 2013).

O Arduino funciona como um cérebro que por meio dos sensores recebe todas as informações do meio externos e com esses resultados faz a sua interpretação e envia os comandos para motores, reles, buzzer e outros. Como podemos ver na figura abaixo.

Figura 4 – Funcionamento do Microcontrolador Arduino



Fonte: Autor (2024).

Os microcontroladores estão presentes na vida das pessoas, no interior de suas casas, seja no controle remoto, no brinquedo de controle remoto e até mesmo no contato direto com os alunos em sala de aula, lá estão os microcontroladores revolucionando as relações de ensino aprendizagem.

O Microcontrolador Arduino muitas vezes estudado na robótica educacional conhecida também como robótica pedagógica ou simplesmente robótica educativa é um recurso significativo para o processo de construção do conhecimento ao explorar variados conteúdos do currículo escolar. De acordo com COSCARELLI 2002 (p.44) “o aluno é sujeito de sua própria aprendizagem, capaz de vivenciar situações desafiadoras dos pontos de vista cognitivo e social”.

Nessa perspectiva o Microcontrolador Arduino tem o objetivo de estimular o aluno ao pensamento computacional a partir da programação, pesquisar e internalizar os conceitos para melhor aprendizado do conteúdo escolar, assim possibilitando o aluno a interação com a realidade para tornar-se capaz de solucionar problemas, estimulando sobretudo o raciocínio lógico e a criatividade.

Para Almeida (2000), o professor ao mediar a aprendizagem do aluno possibilita que ele construa seu conhecimento dentro de um ambiente que o desafie e o motive. Ao criar situações para a construção de um robô como instrumento de cultura, para assim promover o pensar, favorecendo o desenvolvimento do aluno.

Para Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011, p. 1), a utilização de uma metodologia experimental possibilita uso de técnicas e análise de dados experimentais nas aulas de Física. Nesse sentido, essa metodologia desenvolvida com e para os alunos do Ensino Médio, permite ao professor/aluno/pesquisador acesso rápido e em quantidade de dados que podem ser processados, tabulados e convertidos em gráficos com facilidade a partir de planilhas.

A utilização do Microcontrolador Arduino como uma ferramenta educacional vem crescendo nos últimos anos, e a utilização dessa ferramenta é grande aliada do professor no processo de ensino aprendizagem, para o estímulo do educando no Ensino de Física. De acordo com HECKLER (2007), as animações e simulações são consideradas por muitos, a solução dos vários problemas que os docentes de Física enfrentam em sala de aula ao tentar expor conteúdos complexos. Além disso, estimula o raciocínio lógico da criança e do adolescente, fazendo que essa ferramenta seja indispensável no processo de aprendizagem significativa.

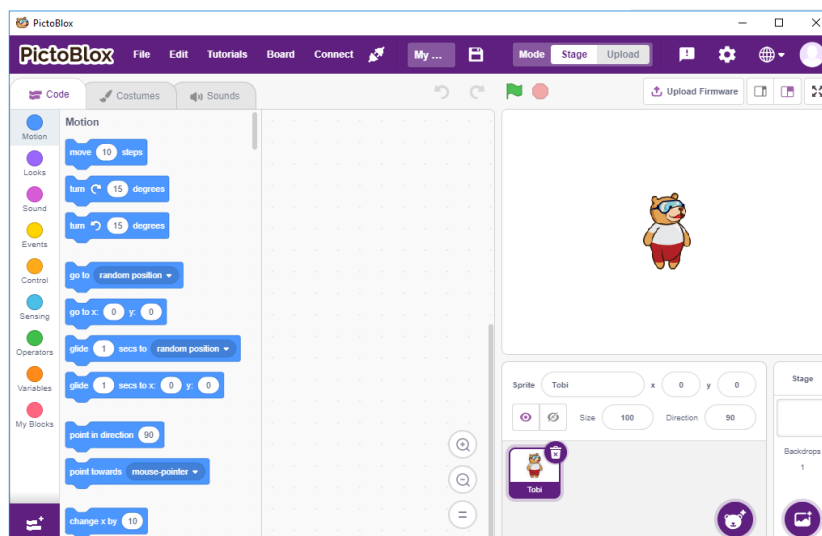
A aprendizagem significativa ocorre quando envolve uma interação entre o novo material de aprendizagem que se ancora em outras ideias relevantes, claras preexistentes na

estrutura cognitiva, dando origem a ideias verdadeiras e estáveis (AUSUBEL, 2003). A questão é como utilizarmos essa ferramenta no meio escolar de maneira a mostrar aos alunos que aprender além de útil, pode ser agradável.

3.4.3 PROGRAMAÇÃO ATRAVÉS DO PICTOBLOX

O PictoBlox é um software de programação baseado nos métodos de programação em blocos como o Scratch, seu ambiente de programação funciona de forma simples e agradável arrastando e soltando os blocos um abaixo do outro, como se fossem quebra-cabeças. De acordo com Valente (2016), o uso de blocos para escrever os códigos elimina os erros que podem ocorrer ao escrever códigos em linguagens de programação tradicionais, fazendo com que o aluno fique concentrado no problema em questão desenvolvendo assim habilidades como o raciocínio lógico e resolução de problemas, habilidade essas essenciais no mundo atual.

Figura 5 – Ambiente de programação do aplicativo PictoBlox



Fonte: Google Imagem

Uma das principais vantagens do PictoBlox é a sua versatilidade, estando disponível tanto para computadores quanto para dispositivos móveis, incluindo smartphones e tablets. A versão para smartphones, disponível para os sistemas Android e iOS, apresenta uma interface adaptada à tela sensível ao toque, possibilitando que os usuários programem de maneira intuitiva e prática, mesmo sem acesso a um computador tradicional. Essa portabilidade amplia

as possibilidades de aplicação do ensino de programação, especialmente em contextos em que o acesso a laboratórios de informática é limitado.

Figura 6 – Pictoblox para Android



Fonte: Google imagem

A aplicação do PictoBlox no ensino, especialmente através da sua versão para smartphones, viabiliza metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), ao permitir que estudantes criem soluções práticas para problemas reais com autonomia e criatividade. Dessa forma, o uso do PictoBlox contribui para o desenvolvimento de competências fundamentais do século XXI, como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a colaboração e a comunicação.

4 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura que contempla uma seleção de trabalhos acadêmicos desenvolvidos recentemente, os quais tiveram como foco principal a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e do uso da Robótica Educacional com a utilização do Arduino no ensino de Física, no contexto da educação básica. O objetivo desta revisão é identificar tendências metodológicas, estratégias didáticas e possíveis lacunas nas práticas pedagógicas que associam metodologias ativas ao ensino de conceitos fundamentais da Física. Os Estudos foram selecionados a partir de buscas realizadas em plataformas acadêmicas, como a SciELO, O Google Acadêmico e a Revista do professor de Física,

priorizando relatos de experiência e revisões que evidenciam a integração entre tecnologia e aprendizagem ativa. A intenção não é comparar ou hierarquizar os trabalhos, mas compreender suas contribuições, especificidades e contextos de aplicação, de modo a enriquecer o embasamento teórico e prático da presente pesquisa.

A seguir, apresentamos os trabalhos selecionados com uma breve análise de cada um deles:

- I. Robótica educacional no ensino de Física: construção e aplicação de carrinhos de controle remoto para abordagem do conteúdo de Dinâmica – Forças e as Leis de Newton

Autor: Maicon Teixeira de Matos

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – 2021

A proposta consiste na construção de carrinhos com Arduino, integrados a uma sequência didática investigativa sobre dinâmica. O trabalho evidencia que os alunos demonstraram maior interesse e compreensão dos conceitos físicos envolvidos, como força, massa e aceleração, a partir da experimentação prática com tecnologia acessível. O trabalho reforça a importância do protagonismo discente, da aprendizagem ativa e da tecnologia acessível como pilares para uma educação científica mais significativa.

- II. Aprendizagem Baseada em Projetos: mediando o ensino de temas de Física por meio do Microcontrolador

Autor: Hernani Batista da Cruz

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – 2022

Este trabalho de mestrado apresenta uma proposta pedagógica baseada na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), utilizando microcontroladores Arduino como ferramenta de mediação para o ensino de conteúdos de Física no Ensino Médio. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública e envolveu alunos na construção de projetos práticos que integravam conceitos físicos, como força, movimento e energia com programação e montagem de circuitos eletrônicos.

A proposta metodológica valorizou a interdisciplinaridade, o trabalho colaborativo e a resolução de problemas reais, com forte ancoragem em metodologias ativas. O autor destaca

que a utilização do Arduino favoreceu a motivação dos alunos, proporcionando maior envolvimento com os conteúdos abordados, além de estimular a autonomia e o pensamento crítico.

III. Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de Física: uma revisão da literatura

Autores: Pasqualetto, Veit & Araújo

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – 2017

A pesquisa apresenta uma revisão sistemática de trabalhos que aplicaram a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) em Física, revelando a diversidade metodológica nas abordagens, mas também a escassez de referenciais teóricos consistentes. O estudo aponta que, embora a ABP esteja crescendo, ainda falta investigações mais robustas sobre aprendizagem conceitual. O trabalho fornece uma base importante para pesquisadores e professores interessados em explorar a ABP de maneira mais consciente e planejada.

IV. A utilização da plataforma Arduino como recurso didático no ensino de Eletrodinâmica

Autores: Edson P. da Silva & Marcos A. T. Lira

Publicado em: Revista do Professor de Física, v. 6, n. Especial, 2022

O artigo descreve a aplicação do Arduino em atividades de eletrodinâmica, com foco em circuitos elétricos e análise de dados. Utilizou questionários e observação direta, demonstrando ganho de compreensão conceitual e maior engajamento dos alunos. O diferencial deste estudo é a ênfase no caráter investigativo da atividade, aliando tecnologia e experimentação. Além disso, os autores destacam que o uso do Arduino contribuiu para democratizar o acesso à experimentação científica em contextos escolares que não possuem laboratórios tradicionais. O artigo reforça o potencial da robótica como aliada no processo de ensino aprendizagem de Física, mesmo em temas que exigem maior abstração, como a eletrodinâmica.

V. Ensino de Física por investigação: usando o Arduino como ferramenta educacional

Autor: Tiago Admiral

Publicado em: Revista do Professor de Física, v. 4, n. 1, 2020

A proposta utilizou sensores ligados ao Arduino para controlar e monitorar a temperatura de aquários, aplicando conceitos sobre calor. O projeto foi estruturado em etapas e seguiu a lógica da Aprendizagem Baseada em Projetos. Os resultados demonstraram um impacto positivo na autonomia dos alunos e na construção significativa de conhecimentos científicos. A proposta apresenta-se como um exemplo de como a robótica pode ser aplicada além da Mecânica, abrangendo conteúdos de Termodinâmica e ampliando o repertório didático de professores de Física.

VI. Aprendizagem Baseada em Projetos e feira de ciências: Uma Associação motivadora para o aprendizado de Física

Autor: Ricardo Tobias de Assis

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – 2019

A pesquisa desenvolveu um projeto integrando a Aprendizagem Baseada em Projetos com a participação dos alunos em feiras de ciências. O estudo mostrou que os alunos se engajaram com os temas de Física Moderna e apresentaram avanços significativos em testes de conteúdo após a experiência com a metodologia de projetos. O trabalho contribui para a discussão sobre o papel das feiras como espaços formativos e mostra como a ABP pode ser articulada com eventos escolares para potencializar a aprendizagem.

VII. Proposta de utilização de um acelerômetro acoplado ao Arduino como alternativa de ensino de Física

Autor: Fernando Sauer

Instituição: Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – 2021

Neste trabalho, um acelerômetro foi acoplado ao Arduino para investigar Movimentos acelerados, permitindo aos alunos observarem experimentalmente os efeitos das forças sobre os corpos. A prática foi bem recebida e favoreceu a compreensão da Segunda Lei de Newton. A principal contribuição do trabalho está em demonstrar que, com poucos recursos, é possível viabilizar uma prática pedagógica significativa, capaz de aliar teoria e prática no ensino das Leis de Newton.

VIII. Materiais didáticos para o ensino de Física no nível fundamental por meio de plataformas eletrônicas

Autor: Fábio Lombardo Evangelista

Publicado em: Revista do Professor de Física, v. 3, n. 3, 2022

Voltado ao Ensino Fundamental II, o trabalho propõe o uso de robôs 3D controlados por Arduino integrando conceitos de Física e programação. A metodologia baseada em projetos favoreceu a aprendizagem ativa e a integração de saberes entre alunos de diferentes séries. O trabalho se destaca por trazer a robótica para o contexto da educação básica de forma prática e acessível, ampliando o repertório metodológico dos professores. Além disso, evidencia que projetos integradores podem promover a aprendizagem significativa ao articular saberes científicos, tecnológicos e sociais em atividades contextualizadas.

Os trabalhos destacados ao longo desta revisão mostram que a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) tem se consolidado como uma alternativa promissora, capaz de tornar o ensino mais significativo, participativo e contextualizado. Essa Abordagem favorece a autonomia dos estudantes Segundo Hernández, Ventura e González (2022), a Aprendizagem Baseada em Projetos contribui significativamente para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, promovendo maior engajamento e protagonismo no processo de aprendizagem. o pensamento crítico e a aplicação prática dos conhecimentos científicos, dialogando diretamente com as demandas de uma geração que já chega à escola conectada e habituada à resolução de problemas em múltiplas linguagens.

Dessa forma, reforçamos a importância da utilização de metodologias ativas nesta dissertação que propõe uma sequência de ensino-aprendizagem estruturada em Aprendizagem Baseada em Projetos, voltada ao ensino das Leis de Newton com o suporte da robótica educacional. Trata-se de uma contribuição relevante e alinhada com as diretrizes da Base Comum Curricular (BNCC), que busca uma educação por competências e habilidades, e com as necessidades reais das escolas públicas brasileiras.

5 METODOLOGIA

A construção deste produto educacional foi guiada pela necessidade de oferecer aos professores uma proposta prática, criativa e alinhada às demandas contemporâneas da educação. O produto foi estruturado para ser de fácil implementação, oferecendo suporte

técnico e pedagógico aos docentes e garantindo que a sequência de ensino-aprendizagem seja uma experiência transformadora tanto para os professores quanto para os alunos.

Este trabalho, de natureza qualitativa, foi desenvolvido na Escola Estadual Professor Jorge Karam Neto localizada no bairro Tancredo Neves, zona leste da cidade de Manaus – AM. A turma que participou da pesquisa foi uma turma do 1º Ano do Ensino Médio regular, composta por 25 alunos, onde apenas 20 alunos participaram de todas as etapas de implementação da SEA. Para realização deste trabalho foi utilizado metodologias ativas que são atividades de aprendizagem pela ação. Segundo Filatro (2023):

Enquanto as atividades de aprendizagem pela atenção giram em torno de ações como “assistir”, “ler” e “aprender”, nas atividades de aprendizagem pela ação os alunos realizam ações como “debater”, “investigar”, “explorar” e “experimental”. Nesse último caso, os conteúdos educacionais, os recursos didáticos e as ferramentas tecnológicas têm uma dimensão mais prática e exigem que os alunos façam coisas, especialmente quando se reúnem em grupos ou turmas.

Dentre as atividades de aprendizagem pela ação, utilizamos a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

A aprendizagem por meio de projetos promove a construção do conhecimento de forma interdisciplinar, ao integrar diferentes áreas do saber em torno de um tema central. Por essa razão, a robótica educacional surge como uma alternativa interessante para tornar o ensino de Física mais dinâmico e significativo. Segundo Filatro (2023), a aprendizagem baseada em projetos é especialmente interessante em aprendizagens voltadas para a prática, em que os alunos desejam encontrar aplicações concretas para o que é aprendido.

O desenvolvimento deste trabalho foi estruturado em quatro fases, cuidadosamente planejadas para garantir a organização do processo e a progressão das atividades de forma coerente e eficiente. As fases que compõem este trabalho são apresentadas a seguir:

- Análise;
- Elaboração e desenvolvimento;
- Implementação;
- Avaliação.

5.1 FASE DE ANÁLISE

Para a fase de análise foi utilizado um questionário para identificar quais eram as necessidades de aprendizagem, os conhecimentos prévios dos alunos e levantar as

potencialidades e as restrições do contexto no qual as necessidades de aprendizagem estavam inseridas. Segundo Filatro (2023), quanto mais bem compreendidos forem esses aspectos, maiores serão as chances de chegarmos a uma solução educacional adequada. Na imagem a seguir podemos observar os alunos realizando a avaliação diagnóstica.

Figura 7 – Avaliação diagnóstica



Fonte: Autor (2024).

Na fase de análise, aplicou-se uma avaliação diagnóstica por meio de um questionário composto por questões de múltipla escolha, que relacionavam os conceitos de Física ao cotidiano dos alunos e abordavam também tópicos de robótica educacional, com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as Leis de Newton e identificar o nível de familiaridade e interesse com a robótica educacional como ferramenta de aprendizado em Física.

Para Filatro (2023), a avaliação diagnóstica ocorre antes de um curso, uma disciplina ou um programa iniciar (ou mesmo durante seu planejamento) e visa ao diagnóstico das necessidades de aprendizagem e dos conhecimentos prévios dos alunos, para fins de ajuste do planejamento, da organização em turmas ou grupos e até mesmo da personalização de percursos.

5.2 FASE DE ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SEA

Após a conclusão da fase de análise, obtivemos um conjunto de informações que serviram como base para a construção da Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA). Esses

Subsídios permitiram compreender de forma mais clara as demandas específicas da turma, bem como as potencialidades e limitações do ambiente escolar. A partir desse diagnóstico, tornou-se possível estruturar um planejamento sólido, orientado para promover uma aprendizagem significativa e alinhada às necessidades reais dos estudantes.

A fase de elaboração e desenvolvimento da SEA foi marcada pela definição de diretrizes que norteariam todo o processo educacional. Esse momento envolveu tanto a formulação do planejamento geral da proposta quanto a organização dos elementos da sequência de ensino-aprendizagem. Dessa forma, buscou-se assegurar a coerência entre os objetivos de aprendizagem, os conteúdos selecionados e as práticas metodológicas que seriam adotadas.

Foram estabelecidos objetivos de aprendizagem claros e compatíveis com as competências e habilidades previstas nos documentos oficiais, como a BNCC, garantindo assim a articulação entre teoria e prática. Em paralelo, definiram-se as estratégias de avaliação, de modo a verificar não apenas o alcance dos objetivos, mas também a qualidade do processo formativo dos alunos.

Outro aspecto relevante consistiu na escolha das atividades de aprendizagem, planejadas para favorecer a construção de conhecimentos de forma ativa, participativa e investigativa. A definição das formas de interação entre estudantes e o professor também foi considerada fundamental, uma vez que a troca de experiências e o diálogo constituem elementos centrais para o desenvolvimento das competências.

Além disso, a organização estrutural dos conteúdos recebeu atenção especial, visando proporcionar uma progressão lógica e coerente entre os temas abordados. As mídias e ferramentas selecionadas foram escolhidas de acordo com sua pertinência pedagógica, seu potencial de engajamento e sua viabilidade no contexto escolar analisado.

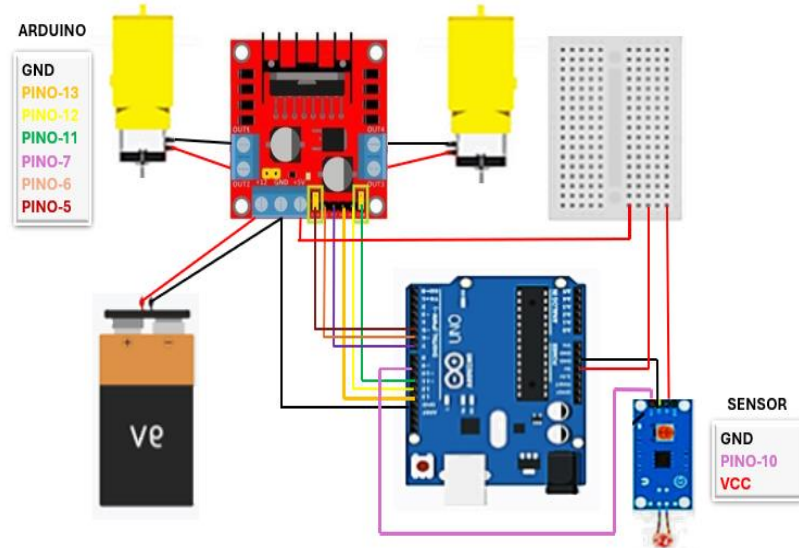
Por fim, foi elaborado um cronograma detalhado, contemplando a carga horária estimada e a distribuição temporal das atividades. Esse planejamento permitiu que a SEA fosse organizada de forma equilibrada, garantindo o cumprimento das metas estabelecidas e o respeito ao tempo disponível para o desenvolvimento do trabalho em sala de aula.

Quadro Organizacional da SEA

AULAS	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	HABILIDADES DESENVOLVIDAS
1 ^a 48 min	Introdução e problematização.	Aula introdutória sobre a robótica educacional e apresentação da pergunta-problema.	EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
2 ^a 48 min	Formação das equipes e oficinas de robótica.	Montagem dos robôs utilizando o Microcontrolador Arduino.	EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas;
3 ^a 48 min	Programação e testagem dos protótipos	Programação dos robôs para competir nos desafios propostos.	EM13CNT308: Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
4 ^a 48 min	Competição e avaliação final.	Realização das competições de robô cabo de guerra e robô sumô.	

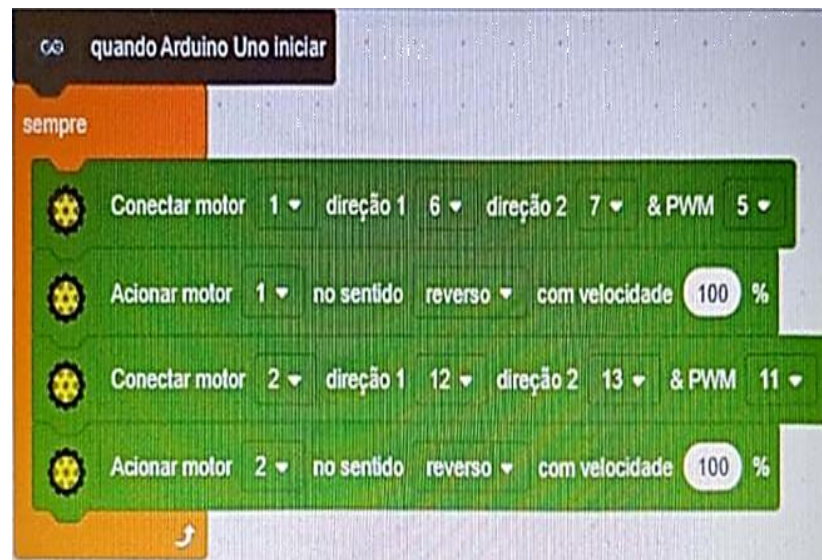
Fonte: Autor (2024).

Figura 8 – Esquema de montagem



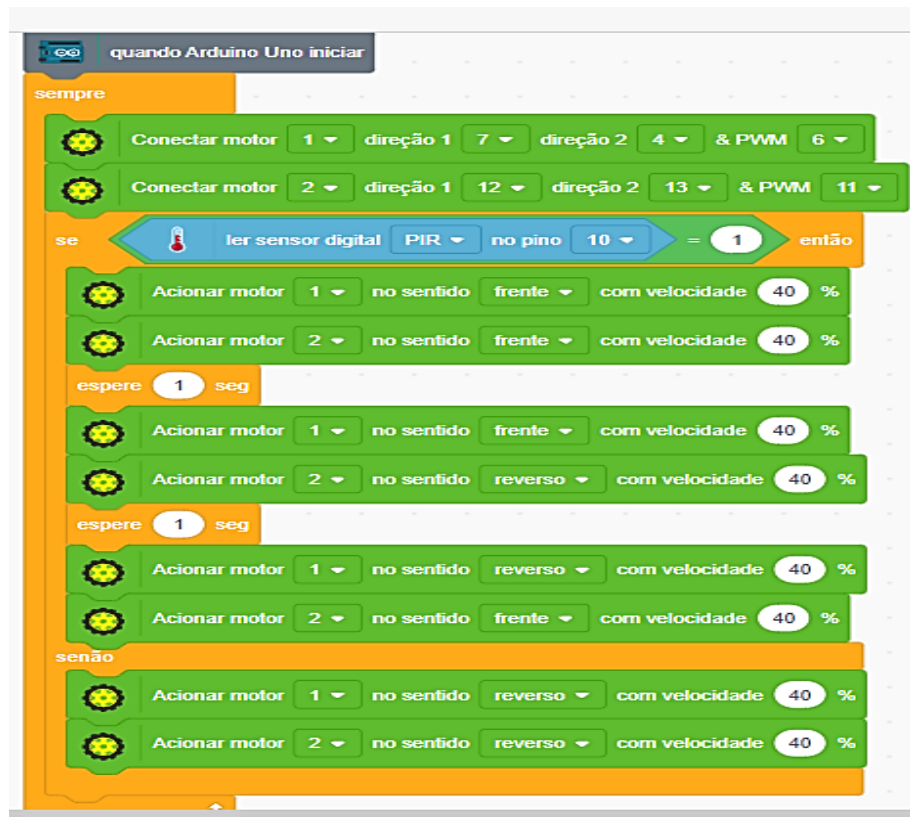
Fonte: Autor (2024).

Figura 9 – Programação robô cabo de guerra



Fonte: Autor (2024).

Figura 10 – Programação robô sumo



Fonte: Autor (2024).

5.3 FASE DE IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

A fase de implementação correspondeu ao momento em que a ação educacional foi efetivamente realizada. Nessa fase, os materiais didáticos previamente desenvolvidos foram aplicados em sala de aula com o objetivo de apoiar e enriquecer as experiências de aprendizagem planejadas, promovendo a integração entre teoria e prática no processo de ensino – aprendizagem através de atividades de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

A Aprendizagem Baseada em Projetos estimula o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas, preparando os alunos para os desafios do mundo contemporâneo.

Na fase de implementação, os principais protagonistas são os alunos, que vivenciam as experiências de aprendizagem propostas, e os profissionais responsáveis pelo suporte pedagógico, técnico e administrativo, como professores, tutores e equipes de apoio (FILATRO, 2023).

A fase de implementação foi dividida em quatro etapas:

Etapa 1 – Introdução e problematização;

Etapa 2 – Formação das equipes e oficinas de robótica;

Etapa 3 – Programação e testagem dos protótipos;

Etapa 4 – Competições (robô cabo de guerra e robô sumô).

5.3.1 INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO - ETAPA 1

Na etapa 1, da fase de implementação, foi levado em consideração os planos de aula e o quadro organizacional das atividades para a implementação da (SEA), onde ocorreu uma aula introdutória sobre robótica educacional como podemos ver na figura 11, em seguida foi apresentado as atividades propostas através de vídeos e imagens sobre competições de robótica educacional (robô cabo de guerra e robô sumô) como podemos ver na figura 12.

Figura 11 – Aula introdutória



Fonte: Autor (2024).

Figura 12 – Competição de robótica



Fonte: Google imagem

Ainda na etapa 1, foi apresentado uma pergunta-problema: “Como utilizar as três Leis de Newton para construir robôs, de maneira que esses protótipos consigam o melhor desempenho nas competições propostas?”.

Logo em seguida, foi firmado um contrato didático entre o professor e os alunos, no qual se definiu quando, onde e como o problema seria explorado. O professor também

contextualizou a problematização, levantando questões relevantes com o objetivo de provocar os alunos na busca por possíveis soluções, como podemos observar a seguir:

- Como a massa do robô influencia sua capacidade de empurrar ou resistir?
- O que acontece quando dois robôs de massas diferentes colidem?
- Como o atrito entre rodas e o solo influencia o desempenho do robô?
- Em que situações a Terceira Lei de Newton se manifesta nas competições?
- É melhor ter um robô rápido ou forte? Como a 2ª Lei ajuda a pensar essa decisão?

5.3.2 FORMAÇÃO DAS EQUIPES E OFICINAS DE ROBÓTICA - ETAPA 2

A segunda etapa da fase de implementação, foi realizada na biblioteca da escola, tendo em vista que a instituição não dispõe de laboratórios específicos de Ciências ou de Informática. Para viabilizar a atividade, o espaço da biblioteca foi reorganizado de modo a atender às necessidades do trabalho em grupo. Foram dispostas quatro mesas, cada uma equipada com um kit de robótica completo, previamente preparado para otimizar o tempo de montagem.

Cada kit era composto por: um par de motores de corrente contínua (DC), uma placa Arduino, um sensor infravermelho, um par de rodas acopláveis aos motores, uma ponte H (driver de controle de motores), uma protoboard, uma bateria de 9 volts, um conjunto de jumpers (macho/macho e macho/fêmea), um rodízio giratório (também conhecido como roda boba) e um chassi de acrílico. Importante destacar que o uso do chassi de acrílico era opcional, sendo permitido aos alunos explorarem outros materiais disponíveis para a construção da estrutura do robô, incentivando a criatividade e a reutilização de recursos.

Os kits foram previamente selecionados e parcialmente montados, com os jumpers já soldados nos motores e sensores, com o objetivo de agilizar o processo inicial e permitir que os alunos concentrassem seus esforços na integração dos conceitos físicos em especial as Três Leis de Newton com as etapas práticas de montagem e operação dos robôs. Dessa forma, buscou-se promover a articulação entre teoria e prática, favorecendo a compreensão dos princípios da dinâmica aplicados ao desempenho dos protótipos desenvolvidos. Além disso, foram disponibilizados esquemas de montagem com instruções visuais, a fim de auxiliar os alunos no processo de construção e conexão dos componentes eletrônicos. A seguir podemos

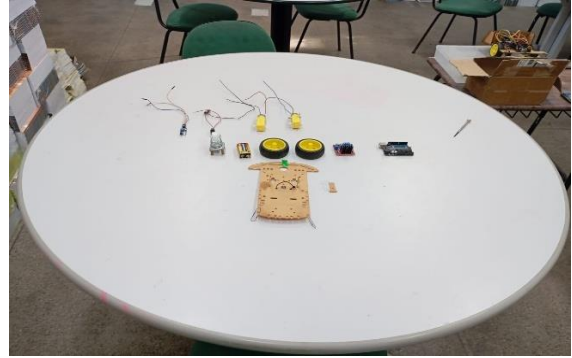
observar nas imagens como foi organizado o espaço e os equipamentos para a etapa 2 da fase de implementação da SEA.

Figura 13 – Divisão dos kits



Fonte: Autor (2024).

Figura 14 – Kits parcialmente montados



Fonte: Autor (2024).

Na etapa 2 da fase de implementação, os alunos foram organizados em quatro equipes de 5 componentes com o propósito de compreender e propor soluções para a pergunta-problema inicialmente apresentada. Nesse processo, os grupos elaboraram hipóteses e refletiram criticamente sobre os conteúdos a serem explorados. As investigações foram conduzidas com base em fontes confiáveis, tanto físicas quanto digitais. Concluída essa fase da pesquisa, cada equipe reuniu-se para analisar coletivamente as possíveis soluções. Somente após a análise coletiva que iniciou o planejamento e à montagem dos robôs, como podemos observar nas imagens abaixo.

Figura 15 – Organização das equipes



Fonte: Autor (2024).

Figura 16 – Análise das possíveis soluções



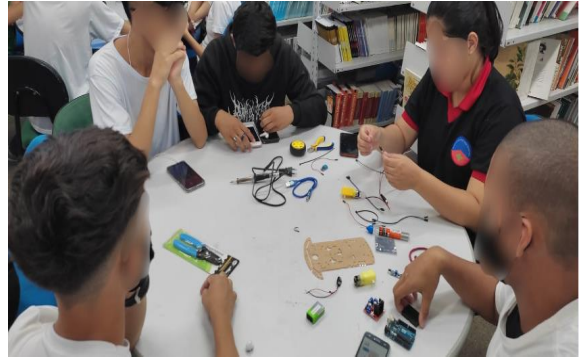
Fonte: Autor (2024).

Figura 17 – Planejamento e montagem



Fonte: Autor (2024).

Figura 18 – Planejamento e montagem



Fonte: Autor (2024).

Durante a atividade, os estudantes também foram encorajados a utilizar materiais alternativos para o design estrutural dos robôs, desde que respeitassem os princípios estabelecidos no projeto. Esse direcionamento visava estimular a aplicação prática de conceitos físicos, contribuindo para a maximização do desempenho dos robôs nas competições propostas.

5.3.3 PROGRAMAÇÃO E TESTAGEM DOS PROTÓTIPOS - ETAPA 3

A etapa 3 teve como principal objetivo a aplicação dos conceitos de força e movimento no contexto da programação dos robôs por meio da plataforma PictoBlox. É importante destacar que, nesta etapa, os alunos não desenvolveram os códigos de forma autônoma. Considerando que o PictoBlox utiliza uma linguagem de programação baseada em blocos, foram previamente selecionadas as sequências de comandos que os estudantes deveriam utilizar. Essa decisão pedagógica teve como finalidade otimizar o tempo disponível e direcionar o foco para a compreensão dos conceitos físicos envolvidos.

Durante a atividade, os alunos realizaram a montagem dos blocos de programação previamente definidos e, em seguida, passaram a realizar alterações específicas nos parâmetros, como a velocidade dos motores e a intensidade da força aplicada pelos robôs. Tais modificações permitiram observar, de forma prática, os efeitos dessas variáveis no desempenho dos robôs.

Além disso, foi realizada a medição da massa de cada robô, etapa fundamental para a compreensão da relação entre massa, força e aceleração, conforme descrito pela Segunda Lei de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$). Com o auxílio de balanças digitais, cada grupo calculou a massa total de seu robô, considerando todos os componentes eletrônicos e estruturais utilizados. Os valores

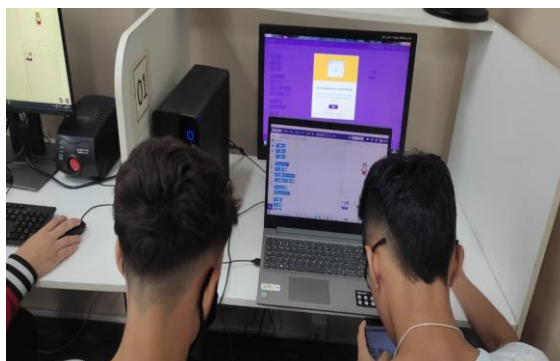
obtidos foram registrados e utilizados para análises posteriores, com o intuito de refletir sobre como a massa influencia diretamente na aceleração dos robôs, bem como sua capacidade de realizar curvas ou parar de maneira eficiente. As imagens a seguir ilustram o desenvolvimento e a organização desta etapa do processo.

Figura 19 – Programação Pictoblox



Fonte: Autor (2024).

Figura 20 – Programação Pictoblox



Fonte: Autor (2024).

Figura 21 – Checagem da programação



Fonte: Autor (2024).

Figura 22 – Verificação da massa dos robôs



Fonte: Autor (2024).

Essa abordagem possibilitou aos alunos relacionarem diretamente os conceitos teóricos da Física com os efeitos práticos observados nos experimentos, promovendo uma aprendizagem ativa e contextualizada.

5.3.4 COMPETIÇÕES (ROBÔ CABO DE GUERRA E ROBÔ SUMÔ) ETAPA 4

A etapa 4 da sequência de ensino-aprendizagem foi dedicada à realização das competições entre os robôs construídos pelas equipes, bem como à avaliação final sobre as

percepções dos participantes sobre diversos aspectos da experiência educacional. Essa etapa representou o ápice do projeto, na qual os estudantes puderam testar suas hipóteses, validar suas construções e observar, de maneira concreta, a aplicação das Leis de Newton no desempenho dos robôs.

As competições foram divididas em dois desafios principais: Robô Cabo de Guerra e Robô Sumô, ambos cuidadosamente organizados para assegurar condições equitativas e favorecer a análise crítica dos resultados por parte dos alunos.

Desafio 1 – Robô Cabo de Guerra

Neste desafio, dois robôs eram posicionados em extremidades opostas de uma faixa central demarcada no chão. Um cordão era amarrado entre os dois robôs, e o objetivo era arrastar o oponente para fora de uma linha delimitada. A competição foi estruturada em sistema de duelos eliminatórios, com cada confronto tendo duração máxima de 1 minutos.

Durante o cabo de guerra, os alunos foram orientados a observar e registrar aspectos como:

- A força de tração exercida por cada robô;
- O impacto da massa e da aderência ao solo no desempenho;
- A eficácia da distribuição de peso e da estabilidade estrutural;
- A manifestação da Terceira Lei de Newton (ação e reação) na interação entre os robôs e o solo.

As equipes eram incentivadas a fazer ajustes estratégicos entre as rodadas, como redistribuição de massa, alteração de velocidade ou modificação do atrito com o solo, sempre baseadas em discussões científicas.

Desafio 2 – Robô Sumô

Inspirado no sumô robótico, esse desafio exigia que os robôs empurrassem o adversário para fora de um círculo delimitado no chão, simulando uma arena. Cada rodada

tinha o tempo máximo de 1 minuto, com pontuação atribuída às equipes que conseguissem empurrar completamente o adversário para fora da área.

Foram analisados os seguintes aspectos como:

- Força de atrito entre as rodas e o piso da arena;
- Distribuição de massa;
- Momento linear;
- Transferência de quantidade de movimento nas colisões;

Cada equipe participou de pelo menos duas rodadas de sumô, o que proporcionou tempo para reavaliar o desempenho do protótipo e fazer modificações com base nos resultados obtidos. A seguir temos algumas imagens das competições:

Figura 23 – Desafio 1 (Cabo de guerra)



Fonte: Autor (2024).

Figura 24 – Desafio 2 (Robô sumô)



Fonte: Autor (2024).

5.4 FASE DE AVALIAÇÃO

A avaliação da aprendizagem foi conduzida de maneira integrada à avaliação da sequência de ensino-aprendizagem, permitindo uma compreensão mais ampla e coerente do desenvolvimento dos estudantes. As avaliações foram planejadas de forma articulada, considerando os mesmos objetivos pedagógicos, o que garantiu maior alinhamento entre o que foi ensinado e o que se esperava que os alunos aprendessem.

A avaliação da aprendizagem foi realizada durante toda a SEA através da avaliação formativa. A avaliação formativa tem como propósito central acompanhar o desenvolvimento

dos estudantes ao longo de um determinado período, por meio da coleta e análise de dados referentes à sua participação e desempenho (FILATRO, 2023).

A avaliação formativa pode ser realizada por exemplo, por meio de questões abertas, rubricas e portfólios. Para a sequência de ensino e aprendizagem proposta, foi utilizado as rubricas como ferramenta de avaliação pois, segundo Filatro (2023), as rubricas são especialmente adequadas para a avaliação da aprendizagem pela ação, como ocorre no caso da aprendizagem baseada em problemas e na aprendizagem baseada em projetos.

A avaliação formativa por rubricas é uma estratégia altamente eficaz no contexto da aprendizagem baseada em projetos, pois possibilita o acompanhamento contínuo do processo de aprendizagem, permitindo que o professor identifique, ao longo das etapas do projeto, os avanços, dificuldades e necessidades específicas de cada estudante. Dessa forma, a avaliação formativa por rubricas está alinhada aos princípios da aprendizagem baseada em projetos, pois valoriza o processo, favorece a construção colaborativa do conhecimento e contribui para o desenvolvimento integral dos estudantes (FILATRO,2023).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados da Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA). Os dados foram coletados por meio de três instrumentos: a avaliação diagnóstica inicial, as respostas às questões norteadoras (respondidas pelas equipes de forma oral após as competições dos robôs) e as rubricas de avaliação formativa, aplicadas ao longo das atividades.

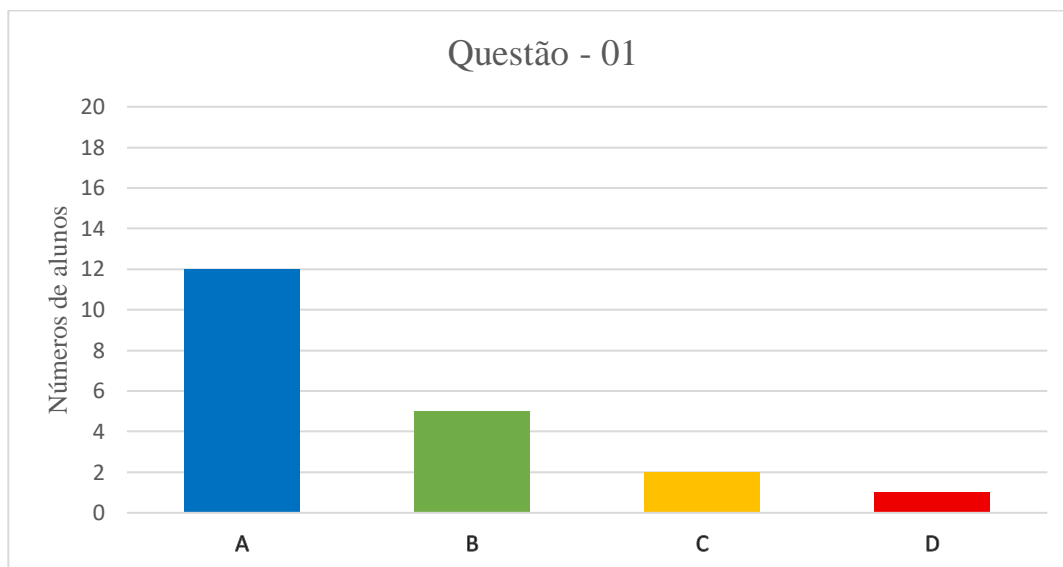
A seguir estão representados os resultados da avaliação diagnóstica através de gráficos. A avaliação diagnóstica foi de múltipla escolha contendo quatro alternativas, o conteúdo da avaliação foi dividido entre 6 questões sobre as três leis de Newton relacionadas ao cotidiano dos alunos e 4 sobre robótica educacional para identificar o nível de familiaridade e interesse com a robótica educacional como ferramenta de aprendizado em Física.

Parte 1 – Leis de Newton e o Cotidiano

1. Quando você está dentro de um ônibus parado e ele começa a se mover de repente, você tende a ir para trás. Isso acontece devido à:

- a) Terceira Lei de Newton
- b) Primeira Lei de Newton

- c) Segunda Lei de Newton
- d) Lei da Gravitação Universal

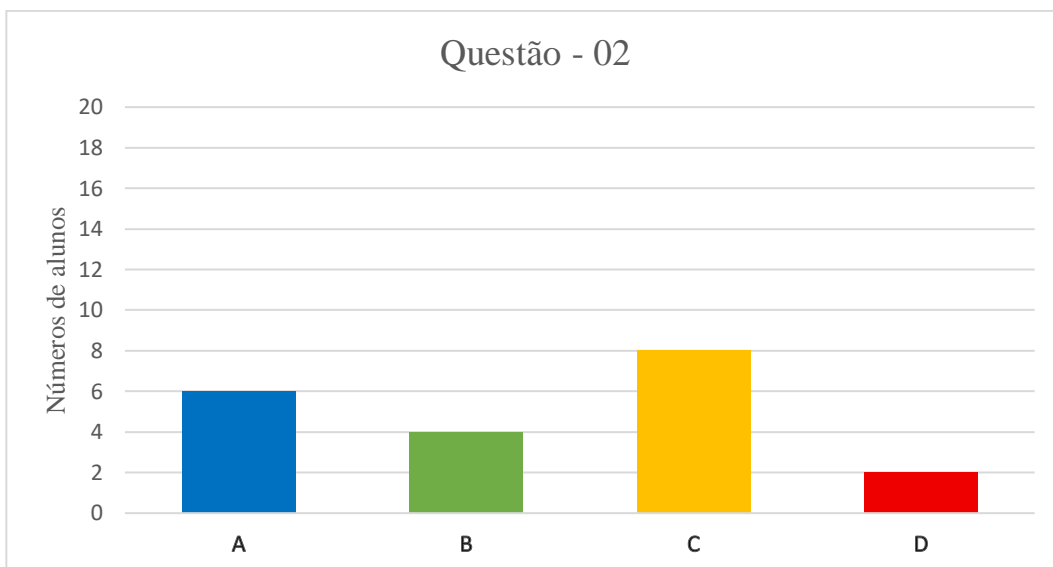


Fonte: Autor (2024)

Análise: Muitos alunos confundem o conceito de inércia com ação e reação. A tendência do corpo em permanecer parado/movendo-se é da 1ª Lei, não da 3ª.

2. Do ponto de vista quantitativo, por que é mais fácil empurrar um carrinho de supermercado vazio do que um carrinho cheio? A que lei de Newton essa situação está relacionada?

- a) Primeira Lei de Newton
- b) Terceira Lei de Newton
- c) Segunda Lei de Newton
- d) Lei da gravitação universal

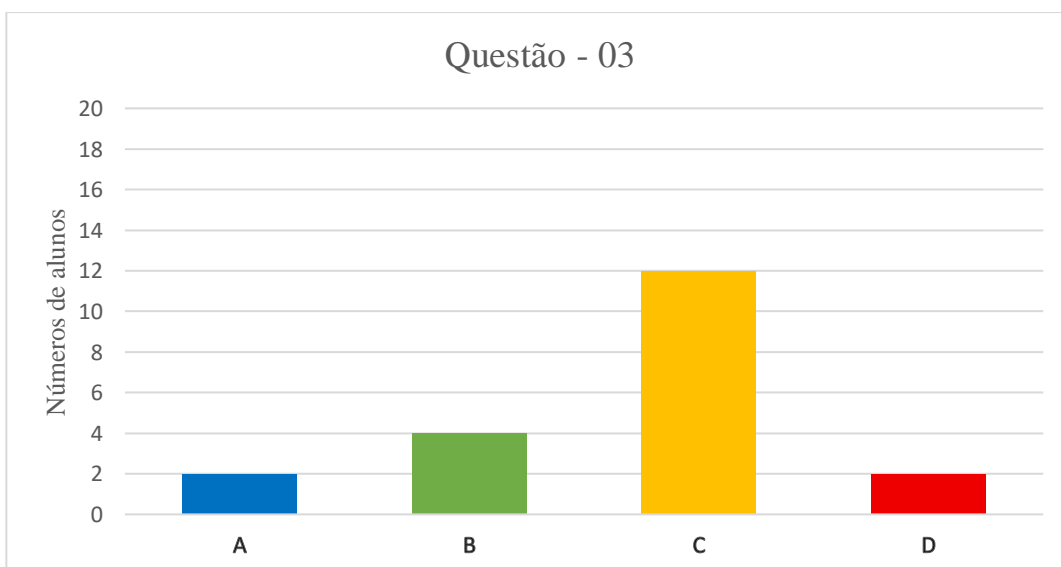


Fonte: Autor (2024)

Análise: A maioria acertou, mas há confusão entre leis que explicam resistência ao movimento (1^a) e aquelas que envolvem massa e aceleração (2^a).

3. Quando você chuta uma bola, ela se move para frente e seu pé sente uma força para trás. Esse fenômeno é explicado por:

- a) Primeira Lei de Newton
- b) Segunda Lei de Newton
- c) Terceira Lei de Newton
- d) Lei da gravitação universal

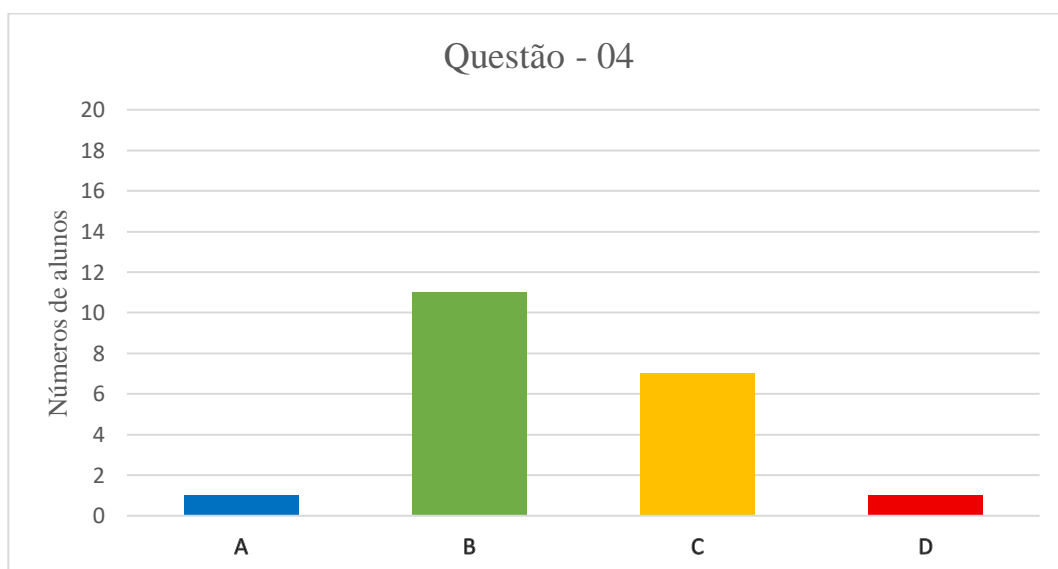


Fonte: Autor (2024)

Análise: Bom nível de compreensão da 3ª Lei — ação e reação. A maioria dos alunos acertaram a questão, demonstrando bom entendimento sobre o assunto.

4. Um objeto em repouso tende a permanecer em repouso, e um objeto em movimento tende a continuar em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força atue sobre ele. Essa descrição refere-se a:

- a) Segunda Lei de Newton
- b) Lei da Ação e Reação
- c) Primeira Lei de Newton
- d) Lei da gravitação universal



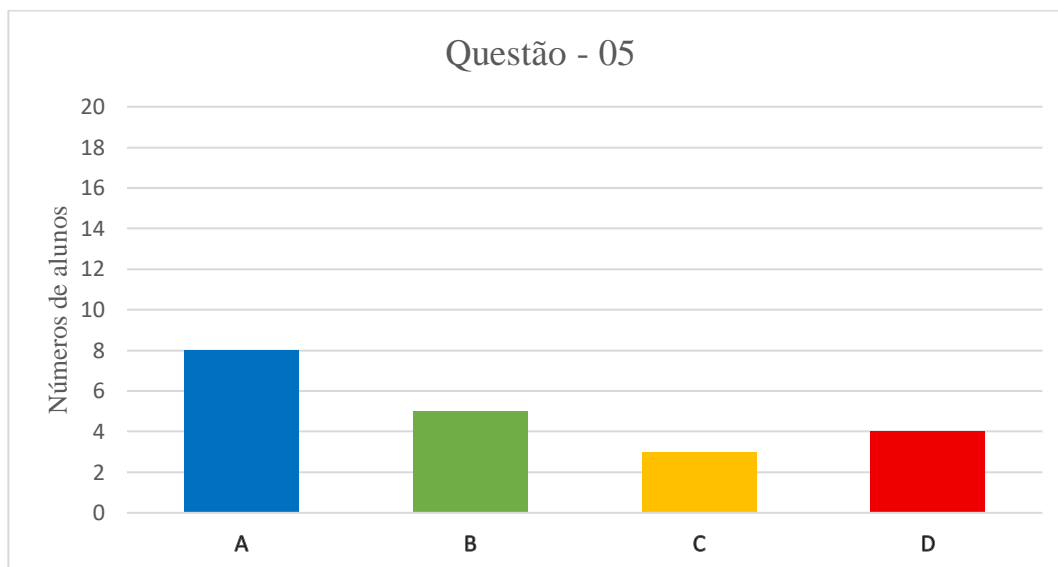
Fonte: Autor (2024)

Análise: Altamente confuso para os alunos. Muitos associam a descrição da 1ª Lei à 3ª, demonstrando necessidade de reforçar os nomes e definições.

5. Se duas pessoas aplicam forças iguais e opostas em um jogo de cabo de guerra, e a corda não se move, podemos dizer que:

- a) A força resultante é igual a zero
- b) As forças se anulam devido à Terceira Lei de Newton

- c) Existe uma força desequilibrada no sistema
- d) A Lei da Gravidade impede o movimento

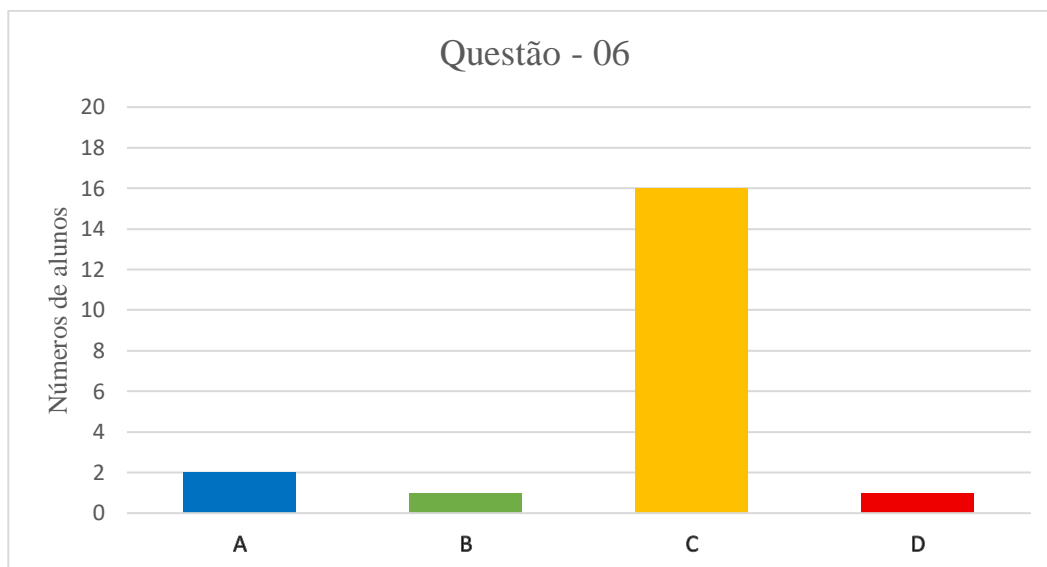


Fonte: Autor (2024)

Análise: A maioria dos alunos escolheram a alternativa A, que está correta, indicando boa compreensão do conceito de equilíbrio de forças. No entanto, um número significativo de alunos escolheu as alternativas incorretas (B, C e D), especialmente a B, o que pode indicar uma confusão entre a Terceira Lei de Newton e o conceito de força resultante nula.

6. Quando um carro freia bruscamente, o corpo dos passageiros tende a continuar em movimento para frente. O cinto de segurança evita que eles sejam arremessados. Esse exemplo está relacionado principalmente a qual princípio da Física?

- a) A Segunda Lei de Newton
- b) A Terceira Lei de Newton
- c) A Primeira Lei de Newton
- d) A Lei da Gravitação Universal



Fonte: Autor (2024)

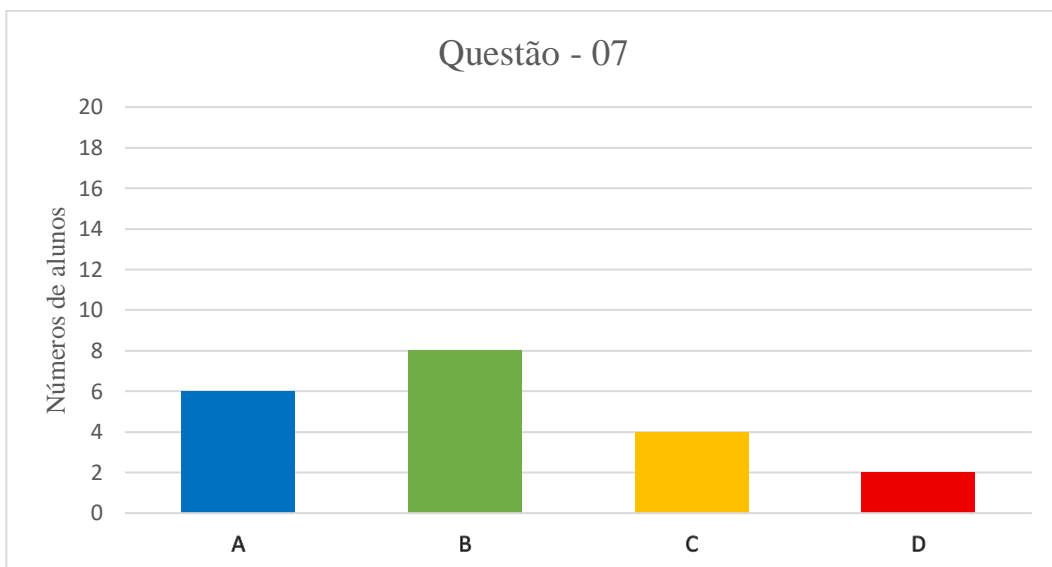
Análise: Excelente desempenho. A maioria reconhece a inércia do corpo durante a frenagem de um automóvel.

Parte 2 – Robótica Educacional

Esta parte explora a familiaridade e o interesse dos alunos por tecnologias aplicadas à aprendizagem como é o caso da robótica educacional.

7. Você já ouviu falar sobre robótica educacional?

- a) Sim, já participei de atividades com robótica
- b) Sim, mas nunca participei de nenhuma atividade
- c) Não tenho certeza do que é
- d) Nunca ouvi falar

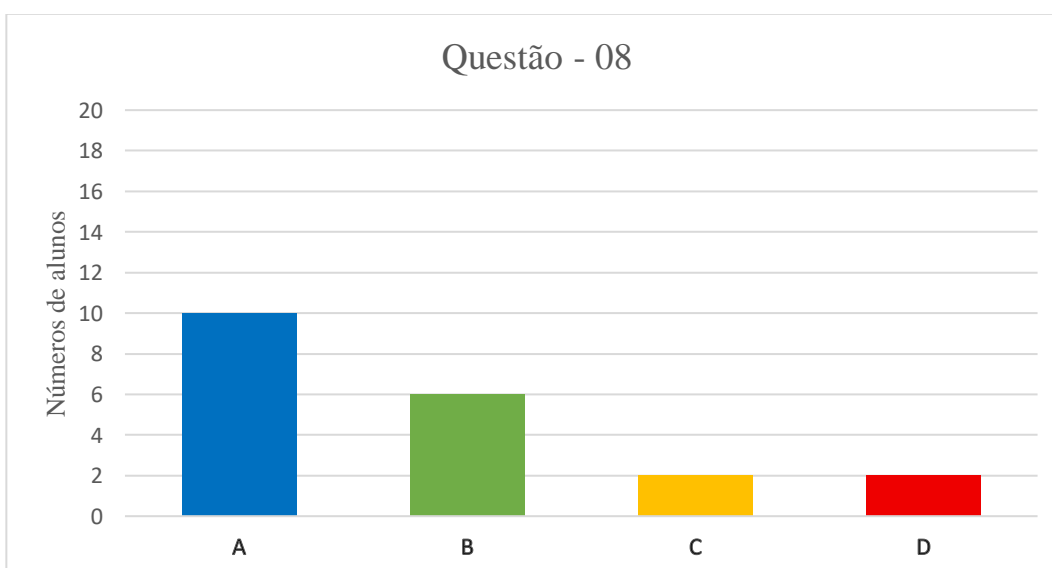


Fonte: Autor (2024)

Análise: A maioria conhece o conceito, mas mais da metade nunca teve experiências práticas. Há espaço para introdução de atividades.

8. Você gostaria de aprender Física através de projetos com robótica educacional?

- a) Sim, acho que seria interessante e divertido
- b) Talvez, dependendo de como for a atividade
- c) Não tenho muito interesse
- d) Não, prefiro métodos tradicionais

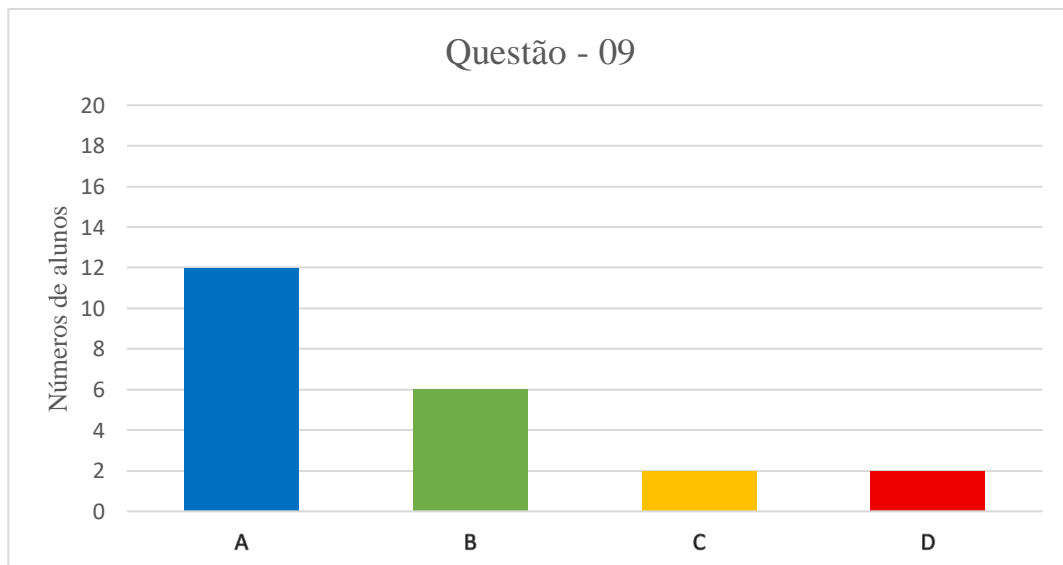


Fonte: Autor (2024)

Análise: Forte motivação para uso de robótica em sala de aula. Ferramenta promissora para engajar os alunos.

9. Na sua opinião, a robótica pode ajudar no entendimento de conteúdos como as Leis de Newton?

- a) Sim, porque permite ver na prática os conceitos
- b) Talvez, mas não sei como funcionaria
- c) Não vejo relação entre robótica e Física
- d) Nunca pensei sobre isso

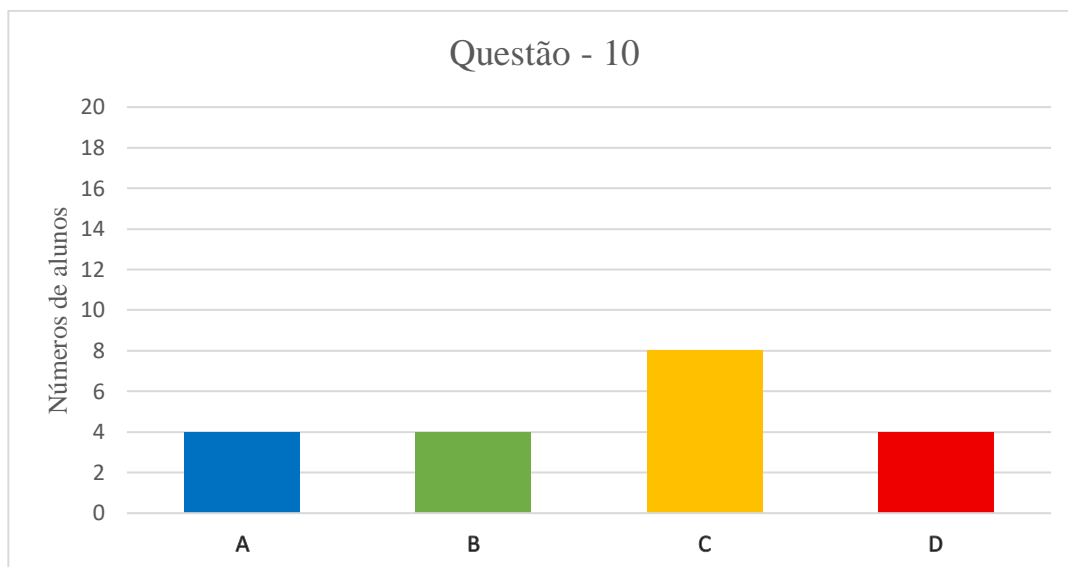


Fonte: Autor (2024)

Análise: Maioria vê a robótica como recurso útil para aprender Física, reforça a importância de integrar teoria e prática.

10. Você já teve alguma aula prática de Física com experimentos que envolviam tecnologia, como robôs, sensores ou simulações digitais?

- a) Sim, e gostei muito
- b) Sim, mas não achei tão interessante
- c) Não, mas gostaria de ter
- d) Não, e não tenho interesse



Fonte: Autor (2024)

Análise: 40% nunca tiveram, mas gostariam de atividades com tecnologia, o que sugere potencial para enriquecer o currículo com práticas inovadoras.

As discussões a seguir estão organizadas com base nas respostas das questões norteadoras, articuladas com os resultados da avaliação diagnóstica e com a revisão de literatura realizada nesse trabalho.

- **Como a massa do robô influencia sua capacidade de empurrar ou resistir?**

Equipe A: *“Nosso robô tinha mais massa que o dos outros grupos. Percebemos que ele empurrava com mais facilidade e também resistia melhor quando era empurrado.”*

Equipe B: *“O robô da gente era leve e rápido, mas na hora de empurrar ele escorregava. Foi aí que entendemos que só velocidade não adianta se não tiver massa para aplicar força.”*

Equipe C: *“A gente tentou equilibrar massa e aceleração. Fizemos testes e vimos que aumentando a massa, conseguimos mais tração, o que ajudou muito no cabo de guerra.”*

Equipe D: *“No início, achamos que deixar o robô mais leve era melhor, mas ele não tinha força. Depois que colocamos mais peso, ele passou a empurrar melhor.”*

Os dados da avaliação diagnóstica mostraram que muitos alunos inicialmente associavam a dificuldade de movimentar corpos apenas à inércia (1ª Lei), com baixa compreensão da relação entre força, massa e aceleração. Após a intervenção, as respostas evidenciam internalização da Segunda Lei de Newton, demonstrando compreensão sobre o

assunto, conforme relatado por Matos (2021) e Cruz (2022), que destacam o ganho conceitual proporcionado por experimentações práticas com robôs programáveis.

- **O que acontece quando dois robôs de massas diferentes colidem?**

Equipe A: *“Nosso robô era mais pesado e sempre conseguia empurrar os mais leves nas colisões. Eles até saíam da pista.”*

Equipe B: *“Fizemos vários testes e vimos que mesmo os dois empurrando com a mesma força, o robô mais leve era quem mais se movia. A gente entendeu que era por causa da diferença de massa.”*

Equipe C: *“Durante a colisão, os dois sofrem força, mas quem tem mais massa se move menos. Aprendemos isso na prática.”*

Equipe D: *“Vimos que as forças eram iguais, mas os efeitos eram diferentes por causa da massa. Isso ajudou a entender melhor a Terceira Lei Newton.”*

Na avaliação diagnóstica, os alunos demonstraram dificuldade em reconhecer a ação e reação como forças simultâneas e equivalentes. Muitos confundiam o fenômeno com força resultante. A partir da atividade prática, foi possível observar que compreenderam que, mesmo com forças iguais, os efeitos podem ser diferentes dependendo das massas envolvidas. Tal aprendizagem é reforçada por Pasqualetto et al. (2017), que enfatizam que a ABP permite que os alunos visualizem as interações físicas de forma concreta e significativa, superando as limitações da abstração teórica.

- **Como o atrito entre rodas e o solo influencia o desempenho do robô?**

Equipe A: *“Usamos pneus de borracha com mais aderência, e isso ajudou muito. O robô não escorregava.”*

Equipe B: *“No começo, usamos rodas lisas e o robô derrapava. Depois trocamos e vimos a diferença. O atrito foi essencial.”*

Equipe C: *“Nos testes, percebemos que se aumentássemos o peso, aumentava o atrito com o chão, então o robô empurrava melhor.”*

Equipe D: *“Nós percebemos que quanto maior o atrito dos pneus com o solo, melhor era o desempenho dos robôs nas competições.”*

A avaliação diagnóstica revelou que os alunos não relacionavam diretamente a força de atrito com o desempenho prático de sistemas mecânicos. Após a SEA, as equipes reconheceram a importância do atrito estático, compreendendo que ele é essencial para a propulsão e a resistência ao movimento. Silva & Lira (2022) destacam que esse tipo de investigação experimental permite aplicar conteúdos tradicionalmente abstratos, como atrito e força normal, em contextos tangíveis e investigativos.

- **Em que situações a Terceira Lei de Newton se manifesta nas competições?**

Equipe A: *“Na hora que o robô empurra o outro, ele também é empurrado para trás. Isso é a reação.”*

Equipe B: *“Nos empurrões, sentimos que mesmo tentando empurrar, o nosso também era afetado. A força voltava.”*

Equipe C: *“As rodas do robô empurram o chão pra trás, e o chão empurra o robô pra frente. É por isso que ele anda, senão ele ficava parado no lugar.”*

Equipe D: *“Quando o robô empurra com força, se não tiver tração, ele escorrega para trás. Aí entendemos que a força volta para ele.”*

A avaliação diagnóstica indicou confusões recorrentes entre a Terceira Lei de Newton e os conceitos de força resultante. Após a SEA, os estudantes passaram a identificar com clareza a relação entre ação e reação, compreendendo que ambas ocorrem simultaneamente, em corpos diferentes e sentidos opostos. Conforme Hernani (2022), o aprendizado por meio da robótica permite aos alunos testarem hipóteses e observar reações físicas em tempo real, o que potencializa a internalização de conceitos complexos da Dinâmica.

- **É melhor ter um robô rápido ou forte? Como a Segunda Lei ajuda a pensar essa decisão?**

Equipe A: *“Na competição de sumô, percebemos que ser rápido ajuda, mas só se tiver força. Senão, bate e volta.”*

Equipe B: *“A gente focou na força e se saiu melhor. Robôs leves eram rápidos, mas fracos.”*

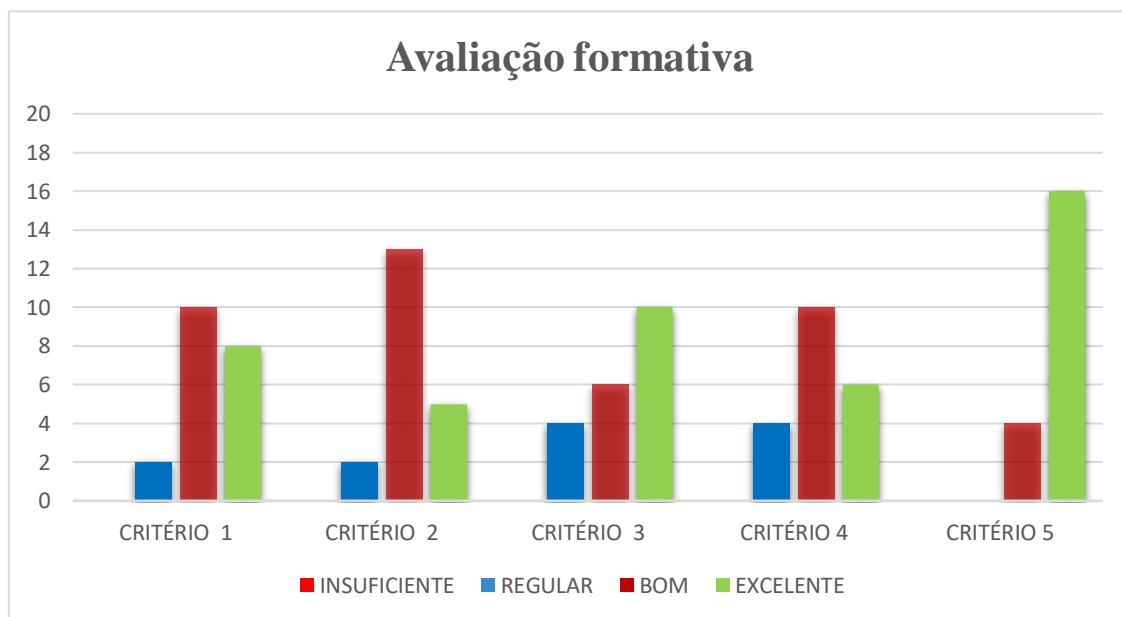
Equipe C: *“Depende da prova. No cabo de guerra, força é melhor. No sumô, ter velocidade com equilíbrio também ajuda.”*

Equipe D: “Usamos a ideia da 2ª Lei: força depende da massa e da aceleração. Tentamos equilibrar os dois.”

Nas questões da avaliação diagnóstica que abordavam diretamente a Segunda Lei de Newton, observou-se confusão entre os conceitos de força, massa e aceleração. No entanto, após a SEA, os alunos demonstraram entendimento relacional entre essas grandezas, evidenciando que a construção de robôs proporcionou a vivência prática. Sauer (2021) também mostra que experimentos com a robótica educacional favorecem a tomada de decisões baseadas em dados físicos reais, articulando teoria e prática.

O gráfico a seguir apresenta os dados obtidos a partir das rubricas de avaliação formativa estruturada em cinco critérios: (1) Compreensão do problema e aplicação das Leis de Newton, (2) Trabalho em equipe e colaboração, (3) Análise e uso de dados, (4) Participação nas competições e estratégias de desempenho, e (5) Autoavaliação e reflexão sobre a aprendizagem. Cada critério foi avaliado segundo quatro níveis de desempenho: *Insuficiente*, *Regular*, *Bom* e *Excelente*.

Gráfico; Avaliação formativa por rubricas



Fonte: Autor (2024)

A análise do critério "Compreensão do problema e aplicação das Leis de Newton" revela que 90% dos alunos atingiram os níveis "bom" ou "excelente", com 10 e 8 estudantes, respectivamente, demonstrando uma sólida compreensão conceitual e a capacidade de relacionar os fundamentos das Leis de Newton ao contexto aplicado. Apenas dois alunos foram avaliados como "regulares", indicando uma leve dificuldade na articulação entre teoria e

prática. Este resultado é bastante positivo, evidenciando que a maioria da turma compreende e aplica adequadamente os princípios físicos abordados.

Em relação ao "Trabalho em equipe e colaboração", a maioria dos estudantes também obteve desempenhos satisfatórios: 13 foram classificados como "bom" e 5 como "excelente", enquanto apenas dois apresentaram desempenho "regular". Esses dados apontam para um ambiente colaborativo funcional, no qual a maior parte dos discentes contribuiu de forma produtiva para a dinâmica em grupo. No entanto, o número relativamente baixo de alunos no nível "excelente" pode sugerir a necessidade de estratégias pedagógicas que incentivem uma participação mais proativa e o desenvolvimento da liderança colaborativa.

No critério "Análise e uso de dados (massa, força, aceleração)", observou-se um avanço significativo, com metade da turma (10 alunos) avaliada como "excelente", evidenciando domínio na análise e interpretação de dados relacionados à dinâmica do movimento. Seis estudantes foram classificados como "bom" e quatro como "regular", e a ausência de desempenhos "insuficientes" reforça que todos os alunos estão, em maior ou menor grau, engajados no processo de apropriação dos conhecimentos envolvidos.

Quanto à "Participação nas competições e estratégias de desempenho", verificou-se que a maioria da turma participou ativamente das atividades práticas, com 10 alunos avaliados como "bom" e 6 como "excelente". Quatro estudantes, entretanto, apresentaram desempenho "regular", o que pode indicar dificuldades na aplicação de estratégias baseadas em conceitos físicos durante as competições. Esses dados sugerem que, apesar da participação ativa, ainda há espaço para aprimorar a intencionalidade nas decisões estratégicas adotadas durante as tarefas práticas.

Por fim, o critério "Autoavaliação e reflexão sobre a aprendizagem" apresentou os melhores resultados, com 16 estudantes avaliados como "excelente" e os quatro restantes como "bom", não havendo registros de desempenhos "regulares" ou "insuficientes". Esse desempenho revela que os alunos foram capazes de refletir criticamente sobre o próprio processo de aprendizagem, indicando que o ambiente educacional proporcionado favoreceu a autorreflexão, o reconhecimento dos próprios avanços e a identificação de dificuldades.

A avaliação da aprendizagem é um processo complexo que vai além de apenas testar, verificar ou medir os conhecimentos do aluno ao final de uma disciplina ou curso. Ela deve estar integrada a uma abordagem mais ampla, que também inclua a análise da eficácia da solução educacional adotada. (FILATRO, 2023).

A avaliação da proposta de solução educacional deve acontecer tanto ao longo do seu desenvolvimento quanto ao final do processo. Da mesma forma que na avaliação da aprendizagem, a avaliação da Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) precisa estar diretamente alinhada aos objetivos estabelecidos para a resolução da pergunta-problema. (FILATRO, 2023).

Assim como na avaliação de aprendizagem a avaliação da solução educacional (produto educacional), estava alinhada com os objetivos da solução proposta. Nós usamos como referência para essa avaliação os resultados adquiridos sobre as necessidades educacionais na fase de análise. O quadro organizacional e os planos de aula de cada etapa da SEA contribuíram para o resultado.

Segundo Filatro (2023), para saber se a proposta educacional teve exido é preciso responder as seguintes questões:

- Os objetivos de aprendizagem definidos correspondem com as necessidades de aprendizagem identificadas na fase de análise?
- Os materiais, as ferramentas e os recursos convergem para os objetivos de aprendizagem?
- As atividades e os conteúdos propostos proporcionam orientação e prática, bem como feedback, síntese e revisão?
- Os instrumentos de avaliação são suficientes para o alcance dos resultados?

Para responder a essas questões, foi realizado um processo de avaliação pautado em uma análise qualitativa da participação individual e coletiva dos alunos, considerando a qualidade e a variedade dos comentários, como forma de indicar o nível de envolvimento nas atividades e a compreensão do conteúdo relacionado às três Leis de Newton.

Ao término do evento educacional, foi aplicado um questionário de avaliação de satisfação, conforme sugerido por Andrea Filatro (2023) em *Design Instrucional para Professores*. Esse instrumento teve como objetivo coletar percepções dos participantes sobre diversos aspectos da experiência educacional, incluindo a proposta metodológica adotada, a adequação dos recursos didáticos utilizados, as condições do ambiente físico e a duração das atividades. Além disso, o questionário abordou outros elementos relevantes para a análise da

eficácia da SEA, permitindo uma compreensão abrangente da satisfação dos alunos com o processo de aprendizagem.

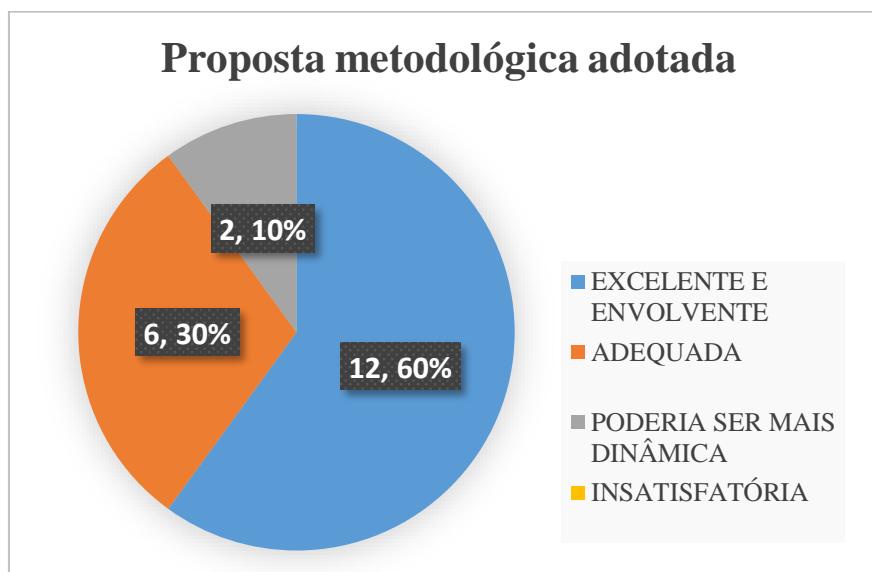
Figura 25 – Avaliação Final



Fonte: Autor (2024).

O questionário de avaliação aplicado ao término da SEA permitiu compreender de forma abrangente as percepções dos participantes sobre diferentes aspectos da experiência vivenciada. A análise dos dados revela uma tendência positiva em relação à metodologia, aos recursos utilizados e à experiência geral, ao mesmo tempo em que aponta oportunidades relevantes de aprimoramento.

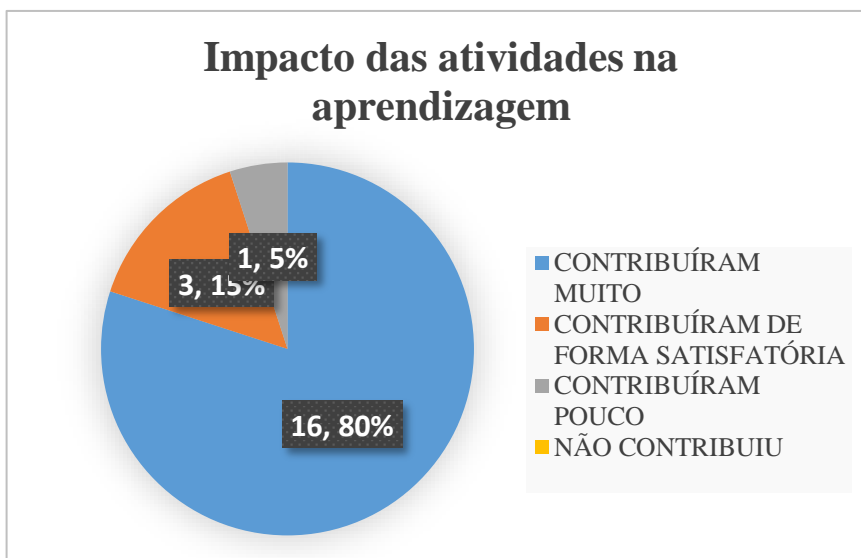
A seguir temos o gráfico da pergunta relacionada a proposta metodológica:



Fonte: Autor (2024).

No que se refere à proposta metodológica adotada, observa-se um alto nível de aprovação por parte dos participantes: 12 alunos (60%) a consideraram “excelente e envolvente”, enquanto outros 6 (30%) classificaram-na como “adequada”. Apenas dois participantes sugeriram que a metodologia “poderia ter sido mais dinâmica”, e nenhum a classificou como insatisfatória. Esse resultado indica que a abordagem didático-metodológica foi, em grande parte, bem recebida e alinhada às expectativas do público-alvo.

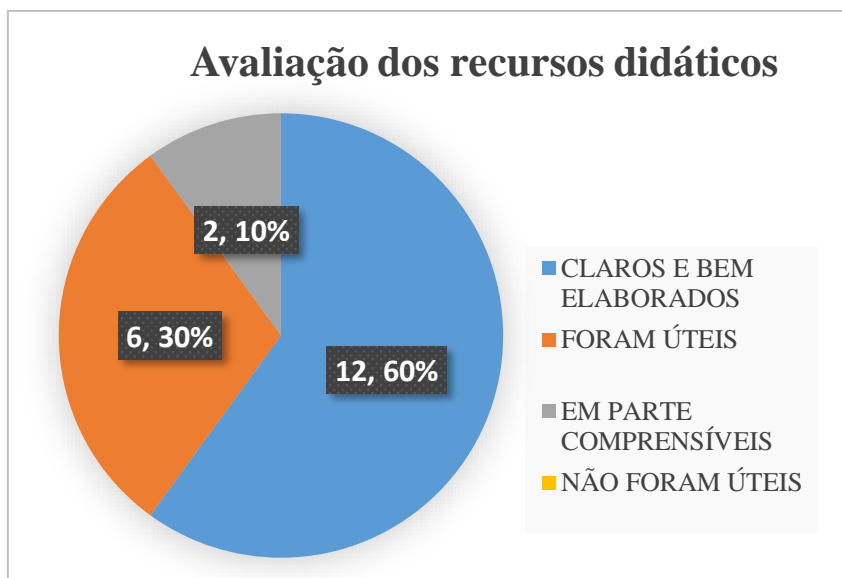
A seguir temos o gráfico da pergunta relacionada ao impacto das atividades na aprendizagem:



Fonte: Autor (2024).

Quanto ao impacto das atividades na aprendizagem, a maioria expressiva dos participantes (80%) afirmou que “contribuíram muito” para o seu processo de aprendizagem. Três alunos (15%) afirmaram que contribuíram de forma satisfatória, e apenas um aluno (5%) apontou que contribuíram pouco. Esses dados sugerem que a metodologia não apenas foi percebida como adequada, mas também teve um efeito positivo direto na aprendizagem significativa dos envolvidos.

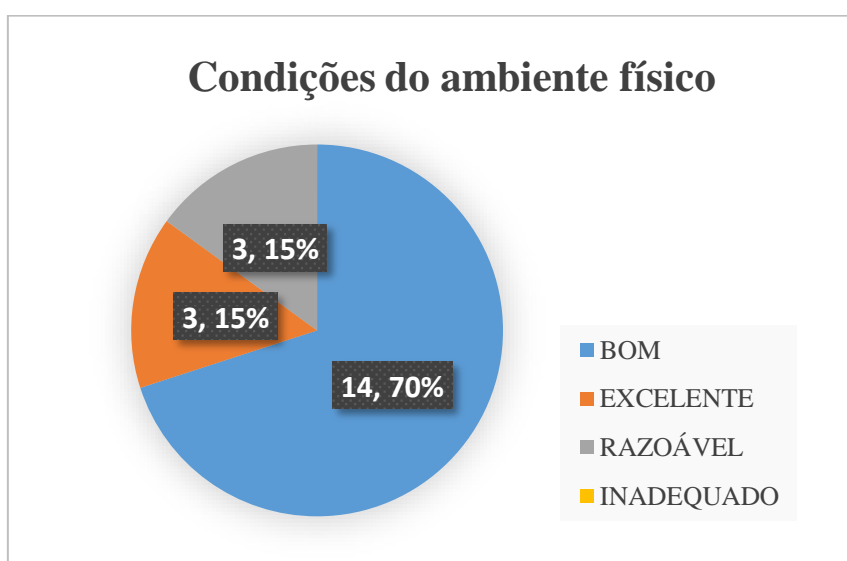
A seguir temos o gráfico da pergunta relacionada a avaliação dos recursos didáticos:



Fonte: Autor (2024).

A avaliação dos recursos didáticos também apresentou resultados positivos. A maioria dos alunos considerou os materiais “claros e bem elaborados” (60%) ou “muito úteis e de alta qualidade” (30%). Apenas dois alunos (10%) os classificaram como “em parte compreensíveis”, e nenhum participante os considerou “pouco úteis ou confusos”. Isso demonstra a eficácia dos recursos no suporte ao processo instrucional, destacando a relevância da seleção e clareza dos materiais apresentados.

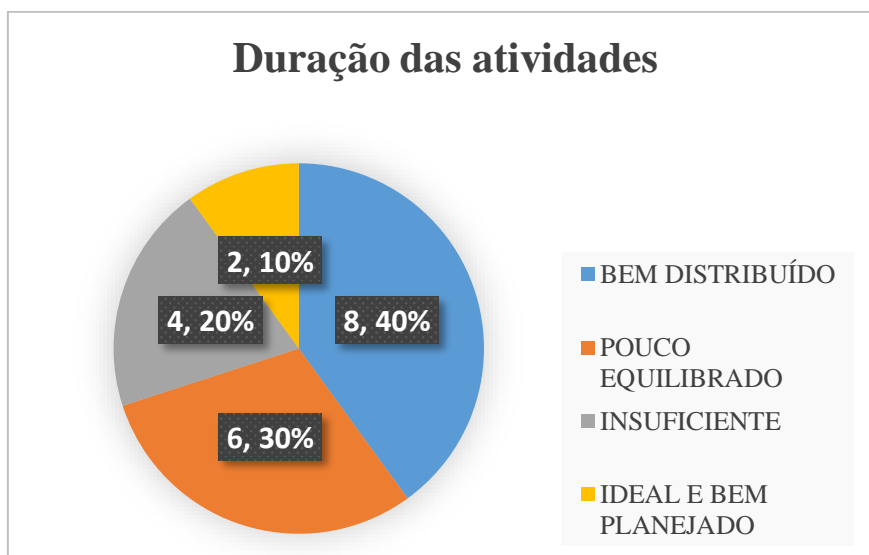
A seguir temos o gráfico da pergunta relacionada as condições do ambiente físico:



Fonte: Autor (2024).

As condições do ambiente foram majoritariamente bem avaliadas, 70% dos alunos classificaram o ambiente como “bom” e 15% como “muito bom”. Apenas três alunos (15%) o consideraram “razoável”, e nenhum o classificou como “inadequado”. Esses dados indicam que o espaço onde ocorreu a atividade ofereceu condições satisfatórias para o desenvolvimento das ações propostas.

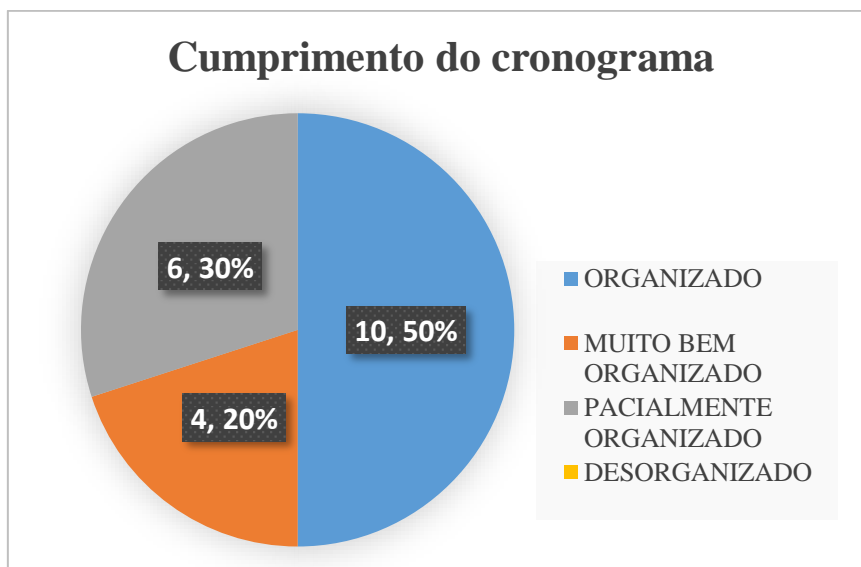
A seguir temos o gráfico da pergunta relacionada a percepção sobre a duração das atividades:



Fonte: Autor (2024).

A percepção dos alunos sobre o tempo destinado às atividades foi mais heterogênea. Apenas dois alunos (10%) consideraram o tempo “ideal e bem planejado”, enquanto a maior parte dividiu-se entre “bem distribuído” (40%) e “pouco equilibrado” (30%). Quatro alunos (20%) o classificaram como “insuficiente”. Esse resultado aponta para a necessidade de ajustes no planejamento temporal, garantindo maior fluidez e adequação entre o tempo disponível e a carga de conteúdo/atividades.

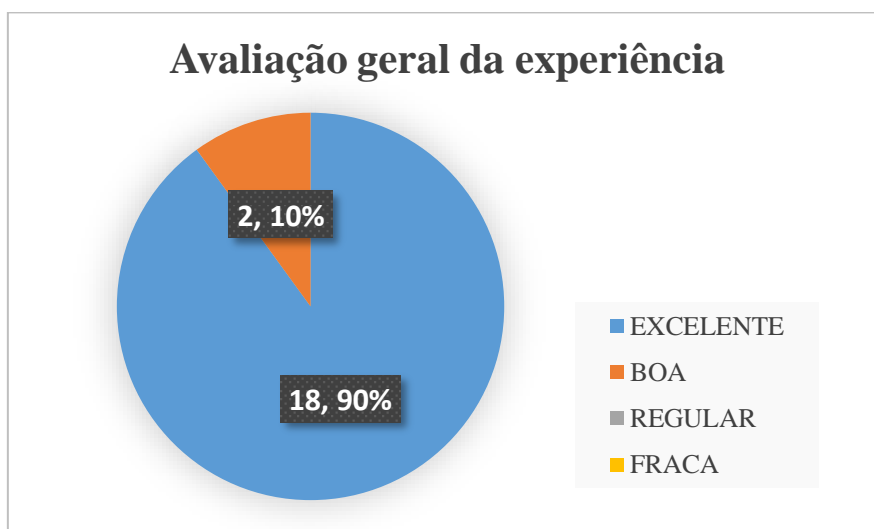
A seguir temos o gráfico das respostas da pergunta relacionada ao cumprimento do cronograma:



Fonte: Autor (2024).

Em relação ao cumprimento do cronograma, a maioria (50%) avaliou como “organizado” e 20% como “muito bem-organizado”. No entanto, seis participantes (30%) indicaram que o cronograma foi “parcialmente organizado”, o que pode estar relacionado à percepção de tempo pouco equilibrado mencionada anteriormente.

A seguir temos o gráfico das respostas da pergunta relacionada a avaliação geral da experiência:

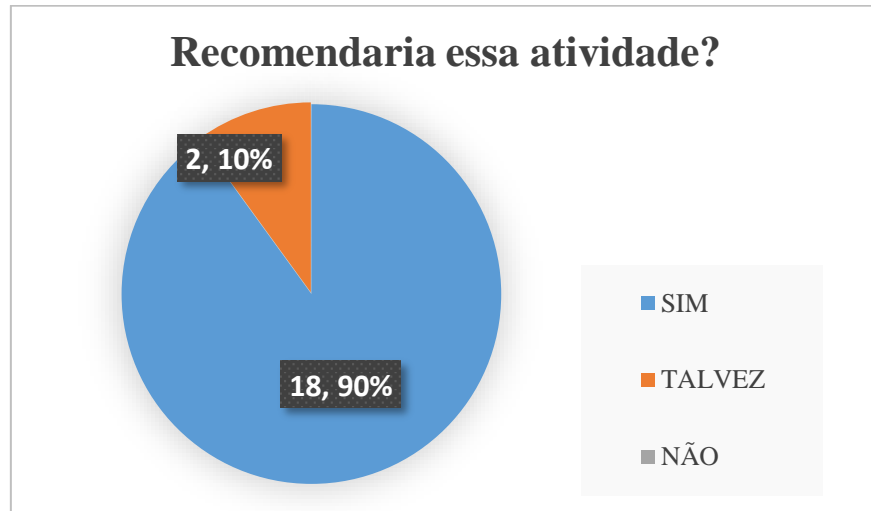


Fonte: Autor (2024).

A avaliação geral da experiência foi extremamente positiva, 90% dos participantes a

consideraram “excelente” e os demais 10% a classificaram como “boa”. Nenhum aluno a avaliou como fraca ou regular.

A seguir temos o gráfico das respostas da pergunta “Recomendaria essa atividade”:



Fonte: Autor (2024).

Além disso, 90% dos respondentes afirmaram que recomendariam o evento para outras pessoas, enquanto apenas dois alunos demonstraram dúvida ("talvez").

Os resultados indicam que a Sequência de Ensino-Aprendizagem foi capaz de satisfazer de maneira significativa as expectativas dos alunos, oferecendo uma experiência positiva tanto no que diz respeito à qualidade do conteúdo quanto à forma como as atividades foram organizadas e realizadas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção deste produto educacional foi guiada pela necessidade de oferecer aos professores uma proposta prática, criativa e alinhada às demandas contemporâneas da educação. Para isso, desenvolveu-se uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) de fácil implementação, que proporcionasse suporte técnico e pedagógico aos docentes, promovendo uma experiência de ensino-aprendizagem significativa e transformadora tanto para professores quanto para alunos.

Dentre as metodologias adotadas, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) destacou-se como um caminho eficaz para fomentar o aprendizado ativo e interdisciplinar. A

utilização da robótica educacional no ensino de Física mostrou-se uma estratégia promissora para tornar os conteúdos mais dinâmicos e relevantes. De acordo com Filatro (2023), a ABP é especialmente apropriada em contextos de aprendizagem voltados para a prática, nos quais os estudantes buscam aplicações concretas do que aprendem, o que reforça a pertinência da abordagem adotada neste trabalho.

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o potencial da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos por meio da elaboração, desenvolvimento, aplicação e avaliação de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem voltada à compreensão e à aplicação prática das três leis de Newton, utilizando a robótica educacional. Com base na metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), desenvolveu-se uma proposta pedagógica interdisciplinar que buscou promover a aprendizagem significativa, a autonomia discente e a articulação entre teoria e prática.

No que se refere aos objetivos específicos, todos foram plenamente contemplados ao longo da pesquisa. O primeiro objetivo, de identificar as necessidades de aprendizagem e os conhecimentos prévios dos alunos, foi alcançado por meio de uma avaliação diagnóstica, a qual possibilitou reconhecer as concepções alternativas dos estudantes e o nível de familiaridade com a robótica educacional. Esse diagnóstico forneceu subsídios fundamentais para o delineamento da proposta pedagógica.

O segundo objetivo, de elaborar e desenvolver uma Sequência de Ensino-Aprendizagem integrando os conceitos das Leis de Newton às atividades baseadas em projetos, foi cumprido com a construção de um plano de ação estruturado em quatro aulas. As atividades propostas contemplaram a montagem de protótipos, o uso do Microcontrolador Arduino e a programação via plataforma PictoBlox, favorecendo o envolvimento dos discentes em situações desafiadoras e contextualizadas.

O terceiro objetivo, relativo à implementação da proposta por meio da construção e operação de robôs que demonstrassem na prática os princípios da inércia, da força resultante e da ação e reação, foi concretizado com êxito. As competições entre os robôs nas modalidades cabo de guerra e sumô proporcionaram aos alunos a oportunidade de testar hipóteses, observar fenômenos físicos e aplicar os conceitos trabalhados em aula, consolidando a aprendizagem por meio da experimentação.

No quarto objetivo, voltado à avaliação das contribuições da Aprendizagem Baseada em Projetos como estratégia de ensino-aprendizagem, foi atendido por meio da utilização de rubricas formativas e de uma avaliação final focada nas percepções dos alunos acerca da

atividade realizada. Os dados obtidos revelaram avanços significativos na compreensão das Leis de Newton, na capacidade de análise de dados experimentais, no trabalho colaborativo e na autorreflexão sobre o processo de aprendizagem. A maioria dos estudantes apresentou desempenho classificado como “bom” ou “excelente” nos critérios avaliados, evidenciando a efetividade da abordagem adotada.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a Aprendizagem Baseada em Projetos, quando integrada à robótica educacional, constitui uma metodologia eficaz e motivadora para o ensino de Física. Além de facilitar a apropriação de conceitos abstratos, como as Leis de Newton, essa abordagem contribui para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais alinhadas às demandas da educação contemporânea.

Por fim, destaca-se que, embora os resultados tenham sido amplamente positivos, alguns elementos, como o ajuste temporal das atividades e a personalização dos recursos didáticos às necessidades individuais dos alunos, ainda demandam atenção. O uso do questionário como ferramenta de escuta ativa reforça a importância de manter a avaliação formativa como um processo contínuo de aprimoramento institucional.

REFERÊNCIAS

- ADMIRAL, Tiago. **Ensino de Física por investigação: usando o Arduino como ferramenta educacional**. Revista do Professor de Física, v. 4, n. 1, p. 25-36, 2020.
- AGUILERA - NAVARRO, Valdir Casaca. **Uma pequena história do movimento**. 2008.
- ALMEIDA, M. E. **Informática e formação de professores**. Volume 1. Brasília: Editora Parma, 2000.
- ALMEIDA, Maria de Fátima. **A robótica educacional no Brasil: avanços e desafios**. Revista Brasileira de Educação Tecnológica, v. 10, n. 2, 2018.
- ARAÚJO, Rafael. **Arduino: conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2017.
- ASSIS, Ricardo Tobias de. **Aprendizagem baseada em projetos e feira de ciências: uma associação motivadora para o aprendizado de Física**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BASSI, B. M.; DUTRA, J. S.; MASSON, G. A. **Metodologias ativas para a educação: uma abordagem teórico-prática**. São Paulo: Atlas, 2014.
- Bender, W. N. (2014). **Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: PENSO.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CAVALCANTE, M. A., TAVOLARO, C. R. C.e MOLISANI, E. **Física com Arduino para iniciantes**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503 (2011).
- CHAVES, A.; SHELLARD, R.C. **Física para o Brasil: pensando o futuro**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.
- COSCARELLI, C. V. **Educação a Distância: mitos e verdades**. Revista Presença Pedagógica. Belo Horizonte, jan. / fev., 2002.
- CRUZ, Hernani Batista da. **Aprendizagem baseada em projetos: mediando o ensino de temas de física por meio do microcontrolador**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2022.
- DEWEY, J. **Experiência e educação**. São Paulo: Nacional, 1979.
- EVANGELISTA, Fábio Lombardo. **Materiais didáticos para o ensino de Física no nível fundamental por meio de plataformas eletrônicas**. Revista do Professor de Física, v. 3, n. 3, p. 40-52, 2022.

FILATRO, ANDREA. **Design Institucional Para Professores**. São Paulo, Editora Senac, 2023.

GROOVER, Mikell P. **Introdução à robótica industrial**. São José dos Campos: INPE, 1988.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. Vol. I. [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2016.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: mecânica**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. v. 1.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat; GONZÁLEZ, Salvador. **Aprendizagem baseada em projetos: uma proposta para a organização do currículo por projetos de trabalho**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022.

MATOS, Maicon Teixeira de. **Robótica educacional no ensino de Física: construção e aplicação de carrinhos de controle remoto para abordagem do conteúdo de Dinâmica – Forças e as Leis de Newton**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. **Legos Mindstorms. Dicionário Interativo da Educação Brasileira – Educa Brasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2002.

MONK, S. **Programação com Arduino**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais significativa**. In: MORAN, J. M.; MASSON, G. A.; BACICH, L. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. In: BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2015.

NUSSENZVEIG, Herch Moyses. **Curso de Física Básica: Mecânica**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

OLIVEIRA, Edvanilson Santos de; PEREIRA, Patrícia Sândalo. **Robôs humanoides na educação: um mapeamento sistemático**. **Informática na Educação: teoria & prática**, v. 23, n. 1, p. 1-20, 2020.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

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

PASQUALETTO, R.; VEIT, E. A.; ARAÚJO, I. S. **Aprendizagem baseada em projetos no ensino de Física: uma revisão da literatura**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

SANTOS, Roberto de Araújo; SILVA, Maria Deusa Ferreira da; ANDRADE, Alessandra Oliveira. **Robótica educacional: uma jornada histórica. Anais do Simpósio Temático Interdisciplinar**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2023

SAUER, Fernando. **Proposta de utilização de um acelerômetro acoplado ao Arduino como alternativa de ensino de Física**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2021.

SILVA, Edson P. da; LIRA, Marcos A. T. **A utilização da plataforma Arduino como recurso didático no ensino de eletrodinâmica**. Revista do Professor de Física, v. 6, n. Especial, p. 1-10, 2022.

SILVA, João Carlos; ANDRADE, Ana Paula. **Robótica educacional: potencialidades e desafios na educação básica brasileira**. Cadernos de Educação, v. 23, n. 1, 2020.

TIPLER, P; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2010, v 1.

TRAVERSINI, C. M.; MOURA, R. H.; SILVA, K. A. **Aprendizagem baseada em projetos: teoria e prática no contexto educacional brasileiro**. Curitiba: Appris, 2018.

V. HECKLER, M.F.O. SARAIVA e K.S. OLIVEIRA FILHO. **Ótica no Ensino Médio**. Hipermídia de Apoio ao Professor de Física n. 7 (IF da UFRGS, Porto Alegre, 2005).

V. HECKLER. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

VALENTE, J. A. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. 2005. Tese (Livre Docência) Departamento de Multimeios, Mídia e Comunicação, Instituto de Artes (IA), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

APÊNDICES

SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA AS TRÊS LEIS DE NEWTON A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF-
POLO 04**

PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA AS TRÊS LEIS DE
NEWTON A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL**

AUTORES: Romário Antônio Sousa da Silva, Denilson da Silva Borges

Manaus – AM
2025

Romário Antônio Sousa da Silva

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM SOBRE AS LEIS DE NEWTON A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 04 – UFAM / IFAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Caro(a) Colega,

É com grande entusiasmo que compartilho com você o produto educacional intitulado "SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA AS TRÊS LEIS DE NEWTON A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL". Como professor de Física, minha intenção é fornecer a você ferramentas e métodos práticos que integrem teoria e prática de maneira envolvente e educativa. Permita-me me apresentar: sou um educador apaixonado por Física e tecnologia, com experiência no ensino médio e desenvolvimento de projetos educacionais que utilizam a robótica educacional como uma ponte entre conceitos teóricos e sua aplicação prática. Minha motivação é facilitar a compreensão dos estudantes e tornar o aprendizado uma experiência memorável e transformadora.

A Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) é composta por quatro planos de aula interconectados, desenvolvidos para proporcionar uma experiência completa e prática no ensino das três Leis de Newton. Cada plano de aula é cuidadosamente elaborado para abordar diferentes aspectos das Leis de Newton, desde a compreensão teórica até a aplicação prática através da construção e programação de robôs utilizando o Microcontrolador Arduino. Nossa principal meta é que os alunos compreendam e apliquem as três Leis de Newton para explicar o movimento dos corpos e as forças atuantes.

Ao longo das aulas, os alunos irão utilizar, identificar e descrever as três Leis de Newton, relacionar as leis de Newton com situações cotidianas, montar e programar robôs utilizando conceitos de força e movimento, e participar de competições que desafiam suas habilidades e compreensão dos conceitos estudados.

Espero que este produto educacional se torne uma ferramenta valiosa em sua prática docente, enriquecendo as aulas de Física e tornando o aprendizado sobre as Leis de Newton

uma experiência envolvente e significativa para os alunos. Minha expectativa é que, através dessa abordagem prática e interativa, os alunos desenvolvam uma compreensão mais profunda dos conceitos de Física e se sintam inspirados a explorar mais sobre ciência e tecnologia. Convido você a explorar esta Sequência de Ensino-Aprendizagem com entusiasmo e mente aberta. Juntos, podemos transformar o Ensino de Física e inspirar a próxima geração de cientistas, engenheiros e quem sabe futuros professores de Física.

Com os melhores cumprimentos,

Prof. Romário Antônio Sousa da Silva.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 FUNDAMENTOS E CONCEITOS METODOLÓGICOS PARA A SEA	6
2.1 Funcionamento da ABP: Uma ponte entre teoria e prática	6
2.2 Diferenças entre aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem baseada em projetos.	6
2.3 Robótica Educacional.....	7
2.4 Microcontrolador Arduino.....	9
2.5 Programação através do Pictoblox	12
3. UMA VISÃO GERAL SOBRE A SEA: QUADRO ORGANIZACIONAL	13
3.1 – Etapa 1 – Avaliação Diagnóstica e Apresentação da Problemática.....	14
3.2 – Etapa 2 – Formação das Equipes e Oficinas de Robótica.....	17
3.3 – Etapa 3 – Programação dos Robôs e Aplicação dos Conceitos de Força e Movimento.....	28
3.4 – Etapa 4 – Competições e Avaliação das Aprendizagens	34
4. SUJESTÃO DE COMO REALIZAR A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM	37
5. REFERÊNCIAS.....	38
APÊNDICES	40

1 INTRODUÇÃO

A compreensão dos conceitos fundamentais da Física, especialmente das três Leis de Newton, representa um desafio recorrente no contexto do Ensino Médio. Observa-se que os estudantes frequentemente enfrentam dificuldades em compreender, como esses princípios se aplicam ao mundo real, uma vez que as abordagens tradicionais, centradas na transmissão expositiva dos conceitos, desconectando-os da prática cotidiana. Neste cenário, torna-se necessário buscar metodologias de ensino que promovam a articulação entre teoria e prática, favorecendo o desenvolvimento das competências alinhadas às demandas da educação e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Diante deste contexto, este produto educacional propõe uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) que integra a robótica educacional e a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) como estratégias metodológicas para tornar o ensino das três Leis de Newton, mais significativo, prático e engajador para os alunos da 1ª série do Ensino Médio. A escolha pela robótica educacional fundamenta-se na abordagem construcionista defendida por Papert (1980), segundo a qual os estudantes constroem conhecimento de forma mais eficaz quando estão engajados na elaboração de artefatos concretos e significativos. Além disso, pesquisas como as de Martinez e Stager (2013) destacam que a utilização de recursos como o Arduino e ambientes de programação em blocos favorece tanto o desenvolvimento do raciocínio lógico quanto a compreensão de conceitos científicos complexos.

A proposta parte da necessidade de superar práticas pedagógicas desarticuladas, alinhando-se às competências gerais da BNCC, em especial aquelas relacionadas à resolução de problemas, ao pensamento científico, crítico e criativo, bem como ao entendimento e uso de tecnologias contemporâneas. Assim, a SEA foi estruturada de forma que os alunos não sejam meros receptores do conteúdo, mas protagonistas do processo de construção do conhecimento, desenvolvendo habilidades cognitivas, socioemocionais e tecnológicas.

A sequência didática está organizada em quatro encontros, cada um com duração de 48 minutos. No primeiro momento, é realizada uma avaliação diagnóstica que visa levantar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca das três Leis de Newton, além de apresentar a problematização que norteará todo o desenvolvimento do projeto “Como podemos utilizar as três Leis de Newton para construir robôs capazes de obter o melhor desempenho nas competições propostas?”. Para instigar o interesse dos alunos são utilizados vídeos, imagens e exemplos de competições de robótica como o cabo de guerra e o robô sumô.

No segundo encontro, os alunos são organizados em equipes e participam de uma oficina prática de montagem dos robôs, utilizando kits compostos por microcontroladores Arduino, motores, sensores e outros componentes eletrônicos. Durante essa etapa, são incentivados a pensar sobre como variáveis físicas, como massa, atrito e força, impactam o desempenho dos robôs. Os alunos são orientados a realizar pesquisas, levantar hipóteses e discutir estratégias que integrem os conceitos das Leis de Newton ao design dos seus protótipos, promovendo, assim, uma aprendizagem ativa e contextualizada.

A terceira aula é destinada à programação dos robôs, utilizando a plataforma PictoBlox, que adota uma linguagem de programação por blocos. Nessa fase, os alunos aprendem a ajustar parâmetros como velocidade dos motores, tempo de execução e sensibilidade dos sensores, relacionando diretamente esses ajustes aos conceitos de força, aceleração e ação e reação. A realização de testes constantes, seguida da análise dos resultados, permite que os estudantes compreendam, de forma prática, como as Leis de Newton se manifestam no comportamento dos robôs.

Na quarta aula, são realizadas as competições de robótica, compostas pelos desafios de cabo de guerra e robô sumô. Esses momentos não têm apenas caráter lúdico, mas funcionam com oportunidades concretas para os alunos avaliarem as hipóteses elaboradas, testem suas construções e observem, como os conceitos físicos estudados ao longo da sequência impactam diretamente o desempenho dos seus projetos. Ao término das competições, é conduzido a uma reflexão coletiva, em que os alunos são convidados a analisar os resultados, discutir os desafios enfrentados, identificar estratégias que se mostraram mais eficientes e avaliar o seu próprio processo de aprendizagem.

A avaliação da SEA ocorre de forma formativa, considerando não apenas os produtos finais (robôs e desempenho nas competições), mas principalmente o desenvolvimento das competências, a capacidade de trabalhar em equipe, a análise de dados experimentais e a aplicação dos conceitos físicos na resolução dos desafios propostos. Assim, espera-se que ao final da sequência os alunos não apenas compreendam as três Leis de Newton, mas também desenvolvam competências fundamentais para o século XXI, como autonomia, pensamento crítico, criatividade, colaboração e domínio das tecnologias digitais, contribuindo para a formação científica mais sólida, contextualizada e significativa.

2 FUNDAMENTOS E CONCEITOS METODOLÓGICOS PARA A SEA

O cenário educacional contemporâneo exige a superação de métodos tradicionais centrados na figura do professor como único detentor do saber. As metodologias ativas surgem como uma resposta a essa demanda, propondo uma abordagem centrada no estudante, que assume o papel de protagonista do processo de aprendizagem (MORAN, 2015).

Dentre essas metodologias, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), prática educacional que conecta o ensino à realidade, promovendo investigação, resolução de problemas e desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais (BASSI; DUTRA; MASSON, 2014).

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma metodologia ativa de ensino cujo foco está na proposição e resolução de problemas, por meio de projetos desenvolvidos pelos estudantes. Essa prática promove a aprendizagem colaborativa, o envolvimento e a aplicação prática de saberes interdisciplinares (HERNÁNDEZ, 2000).

Por meio da ABP, os alunos são incentivados a desenvolver habilidades como pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas e trabalho em equipe. Além disso, a metodologia favorece a construção de competências alinhadas às demandas do mercado de trabalho e ao desenvolvimento pessoal dos estudantes (TRAVERSINI; MOURA; SILVA, 2018).

2.1 FUNCIONAMENTO DA ABP: UMA PONTE ENTRE TEORIA E PRÁTICA

A metodologia da ABP funciona como uma ponte entre a escola e o mundo real, onde os estudantes trabalham em grupos para investigar temas complexos, desenvolver soluções e criar produtos ou protótipos que respondam a desafios reais. Em todas as etapas do processo, aplicam conhecimentos de diferentes áreas, favorecendo a interdisciplinaridade (MORAN; MASSON; BACICH, 2018).

O papel do professor é o de mediador e orientador, promovendo autonomia, colaborando na formulação de hipóteses, na definição de métodos e na validação das fontes utilizadas (DEWEY, 1979).

2.2 DIFERENÇAS ENTRE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.

Apesar de frequentemente confundidas, a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – *Problem-Based Learning*) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), apresentam diferenças importantes (FILATRO, 2023), conforme exposto no Quadro 1.

Tabela 1 – Comparativo entre a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)

Critério	PBL	ABP
Foco principal	Solução teórica de problema	Produto final
Produto final	Resolução do problema	Protótipo, apresentação, relatório
Estrutura	Mais estruturada	Aberta a múltiplas abordagens
Natureza do problema	Específica e definida Ampla e interdisciplinar	Ampla e interdisciplinar
Objetivo pedagógico	Análise, pesquisa, raciocínio lógico	Criatividade, colaboração, prática
Papel do professor	Mediador e guia	Orientador e facilitador
Colaboração	Trabalho com divisão de papéis	Discussão e proposição conjunta
Aplicação prática	Foco na compreensão conceitual	Produto aplicável ao mundo real
Exemplos típicos	Casos clínicos, dilemas empresariais	Aplicativos, campanhas, eventos

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Filatro (2023).

2.3 ROBÓTICA EDUCACIONAL

A robótica educacional tem se destacado como uma metodologia inovadora que alia tecnologia e educação na promoção de aprendizagens significativas. Essa abordagem envolve o uso de dispositivos robóticos e elementos de programação em atividades escolares,

favorecendo o desenvolvimento de competências como pensamento lógico, criatividade e resolução de problemas. O processo de construção e manipulação de robôs permite ao estudante atuar ativamente na produção do conhecimento, contribuindo para um ensino mais dinâmico e contextualizado.

O ponto de partida para a robótica educacional remonta às ideias do matemático e educador Seymour Papert, que propôs, na década de 1980, a teoria do construcionismo. Inspirado nos estudos de Jean Piaget, com quem trabalhou durante sua formação, Papert argumentava que os indivíduos aprendem melhor quando estão engajados na construção de artefatos concretos que tenham significado pessoal (PAPERT, 1980). Essa construção pode ocorrer tanto no plano físico quanto no digital, desde que envolva processos ativos de experimentação, erro e descoberta.

Com base nessas ideias, Papert idealizou a linguagem de programação LOGO, projetada para que crianças pudessem desenvolver raciocínio matemático e computacional a partir da movimentação de uma tartaruga virtual. Ao programar essa tartaruga, os alunos aprendiam conceitos matemáticos de forma aplicada, construindo hipóteses e testando resultados, o que caracterizava um ambiente de aprendizagem construcionista (PAPERT, 1985).

Nas décadas seguintes, os princípios propostos por Papert foram sendo integrados a tecnologias mais sofisticadas. Um exemplo relevante foi a criação do LEGO Mindstorms, lançado comercialmente em 1998, resultado de uma parceria entre o MIT e a empresa LEGO. O kit permitia aos estudantes montarem estruturas robóticas e programá-las para realizar tarefas específicas, favorecendo a interdisciplinaridade entre conteúdos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

No Brasil, o uso pedagógico da robótica começou a ganhar força no início dos anos 2000, com a incorporação de kits tecnológicos em escolas públicas e privadas. De acordo com Menezes e Santos (2002), a introdução desses recursos proporcionou aos docentes novas possibilidades de ensino, permitindo o desenvolvimento de projetos interativos e alinhados às diretrizes da educação contemporânea.

A consolidação da robótica educacional no Brasil tem ocorrido de forma gradual, impulsionada por políticas públicas, iniciativas institucionais e projetos de extensão universitária. Conforme destaca Almeida (2018), a robótica tem sido vista como uma estratégia eficaz para integrar teoria e prática no processo de ensino, tornando as aulas mais atrativas e contribuindo para o engajamento dos estudantes em temas científicos e tecnológicos.

Silva e Andrade (2020) ressaltam que a aplicação de projetos de robótica nas escolas brasileiras favorece a formação de competências essenciais para o século XXI, como a autonomia, a criatividade e o trabalho colaborativo. Esses autores também apontam que a robótica pode ser uma ferramenta importante na promoção da inclusão, ao permitir que estudantes com diferentes estilos e ritmos de aprendizagem participem ativamente das atividades escolares.

2. 4 MICROCONTROLADOR ARDUINO

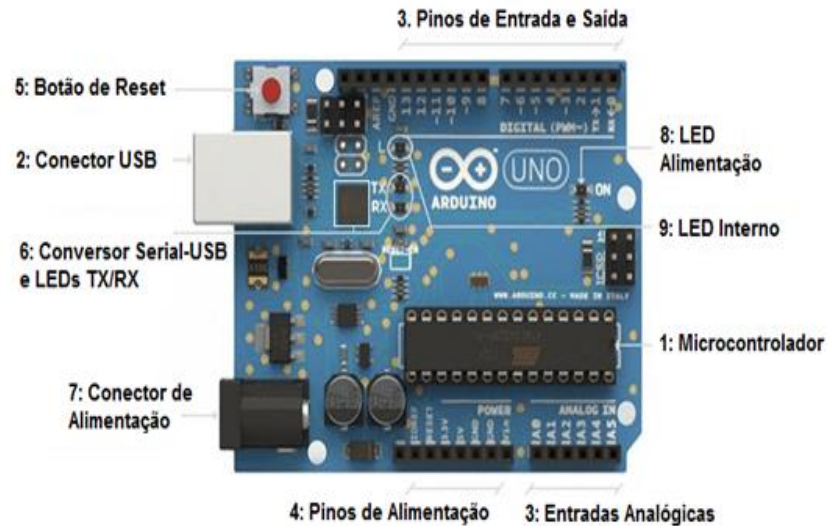
O Arduino surgiu na Itália, no ano de 2005, criado por pesquisadores que queriam desenvolver um dispositivo eletrônico de baixo custo para que as pessoas pudessem desenvolver suas experiências de forma simples e barata. O Arduino é uma plataforma de código aberto, possibilitando que as pessoas que a utilizam possam contribuir para a evolução do dispositivo.

O Arduino é uma plataforma de hardware livre e de fácil manuseio, que tem como objetivo proporcionar uma forma acessível de prototipagem eletrônica, sendo especialmente voltada para iniciantes, como estudantes sem experiência prévia em programação ou circuitos eletrônicos. De acordo com Araújo (2017), “o Arduino possibilita que usuários com pouca ou nenhuma vivência em eletrônica desenvolvam projetos interativos de forma prática e eficiente, sendo amplamente adotado em ambientes educacionais”.

O microcontrolador Arduino é uma placa multifuncional utilizada na área da automação, educacional e entre outras áreas, o principal objetivo do microcontrolador Arduino é desenvolver projetos eletrônicos, visando facilitar a criação de projetos interativos de forma fácil, barata e flexível.

Existem diversos modelos de placas da plataforma Arduino, cada uma projetada para diferentes tipos de projeto e necessidades. A figura 1 apresenta uma versão recente e acessível do Arduino, chamada Arduino UNO:

Figura 1 – Placa Arduino UNO



Fonte: Google Imagem

A placa Arduino possui um plugue de conexão USB que permite a conexão com um computador. Além disso, contém várias saídas que permitem a conexão com outros dispositivos, como motores, sensores e outros atuadores. As placas Arduino podem ser energizadas por um computador através do plugue USB, por uma bateria de 9V ou por outro tipo de fonte de alimentação. Eles podem ser controlados pelo computador, ou então podem ser programados pelo computador e em seguida, desconectados, permitindo assim trabalharem independentemente do computador. O projeto Arduino é aberto, isso significa que qualquer pessoa pode construir ou melhorar projetos (MONK, 2013).

O Arduino funciona como um cérebro que por meio dos sensores recebe todas as informações do meio externos e com esses resultados faz a sua interpretação e envia os comandos para motores, reles, buzzer e outros. Como podemos ver na figura abaixo.

Figura 2 – Funcionamento do Microcontrolador Arduino



Fonte: Autor (2024).

Os microcontroladores estão presentes na vida das pessoas, no interior de suas casas, seja no controle remoto, no brinquedo de controle remoto e até mesmo no contato direto com os alunos em sala de aula, lá estão os microcontroladores revolucionando as relações de ensino aprendizagem.

O microcontrolador Arduino muitas vezes estudado na robótica educacional conhecida também como robótica pedagógica ou simplesmente robótica educativa é um recurso significativo para o processo de construção do conhecimento ao explorar variados conteúdos do currículo escolar. De acordo com COSCARELLI 2002 (p.44) “o aluno é sujeito de sua própria aprendizagem, capaz de vivenciar situações desafiadoras dos pontos de vista cognitivo e social”.

Nessa perspectiva o microcontrolador Arduino tem o objetivo de estimular o aluno ao pensamento computacional a partir da programação, pesquisar e internalizar os conceitos para melhor aprendizado do conteúdo escolar, assim possibilitando o aluno a interação com a realidade para tornar-se capaz de solucionar problemas, estimulando sobretudo o raciocínio lógico e a criatividade.

Para Almeida (2000), o professor ao mediar a aprendizagem do aluno possibilita que ele construa seu conhecimento dentro de um ambiente que o desafie e o motive. Ao criar situações para a construção de um robô como instrumento de cultura, para assim promover o pensar, favorecendo o desenvolvimento do aluno.

Para Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011, p. 1), a utilização de uma metodologia experimental possibilita uso de técnicas e análise de dados experimentais nas aulas de Física. Nesse sentido, essa metodologia desenvolvida com e para os alunos do Ensino Médio, permite ao professor/aluno/pesquisador acesso rápido e em quantidade de dados que podem ser processados, tabulados e convertidos em gráficos com facilidade a partir de planilhas.

A utilização do microcontrolador Arduino como uma ferramenta educacional vem crescendo nos últimos anos, e a utilização dessa ferramenta é grande aliada do professor no processo de ensino aprendizagem, para o estímulo do educando no ensino da Física. De acordo com HECKLER (2007), as animações e simulações são consideradas por muitos, a solução dos vários problemas que os docentes de Física enfrentam em sala de aula ao tentar expor conteúdos complexos. Além disso, estimula o raciocínio lógico da criança e do adolescente, fazendo que essa ferramenta seja indispensável no processo de aprendizagem significativa.

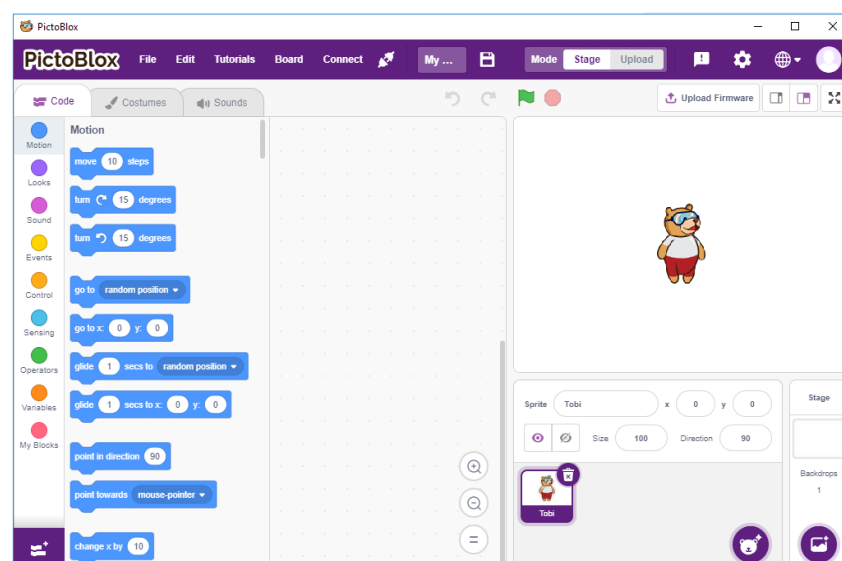
A aprendizagem significativa ocorre quando envolve uma interação entre o novo material de aprendizagem que se ancora em outras ideias relevantes, claras preexistentes na

estrutura cognitiva, dando origem a ideias verdadeiras e estáveis (AUSUBEL, 2003). A questão é como utilizarmos essa ferramenta no meio escolar de maneira a mostrar aos alunos que aprender além de útil, pode ser agradável.

2. 5 PROGRAMAÇÃO ATRAVÉS DO PICTOBLOX

O PictoBlox é um software de programação baseado nos métodos de programação em blocos como o Scratch, seu ambiente de programação funciona de forma simples e agradável arrastando e soltando os blocos um abaixo do outro, como se fossem quebra-cabeças. De acordo com Valente (2016), o uso de blocos para escrever os códigos elimina os erros que podem ocorrer ao escrever códigos em linguagens de programação tradicionais, fazendo com que o aluno fique concentrado no problema em questão desenvolvendo assim habilidades como o raciocínio lógico e resolução de problemas, habilidade essas essenciais no mundo atual.

Figura 3 – Ambiente de programação do aplicativo PictoBlox



Fonte: Google Imagem

Uma das principais vantagens do PictoBlox é a sua versatilidade, estando disponível tanto para computadores quanto para dispositivos móveis, incluindo smartphones e tablets. A versão para smartphones, disponível para os sistemas Android e iOS, apresenta uma interface adaptada à tela sensível ao toque, possibilitando que os usuários programem de maneira intuitiva e prática, mesmo sem acesso a um computador tradicional. Essa portabilidade amplia

as possibilidades de aplicação do ensino de programação, especialmente em contextos em que o acesso a laboratórios de informática é limitado.

Figura 4 – Pictoblox para Android



Fonte: Google imagem.

A aplicação do PictoBlox no ensino, especialmente através da sua versão para smartphones, viabiliza metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), ao permitir que estudantes criem soluções práticas para problemas reais com autonomia e criatividade. Dessa forma, o uso do PictoBlox contribui para o desenvolvimento de competências fundamentais do século XXI, como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a colaboração e a comunicação.

3. UMA VISÃO GERAL SOBRE A SEA: QUADRO ORGANIZACIONAL

AULAS	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	HABILIDADES DESENVOLVIDAS
1 48 min	<ul style="list-style-type: none"> Pré-teste diagnóstico Introdução e problematização. 	<p>Pré-teste diagnóstico para determinar o nível de conhecimento prévio dos alunos sobre as três leis de Newton.</p> <p>Aula introdutória sobre a robótica educacional e</p>	EM13CNT104: Analisar, interpretar e representar o movimento de um corpo, em trajetórias retilíneas ou curvilíneas, relacionando grandezas como posição, deslocamento, velocidade e

		apresentação da pergunta-problema.	aceleração;
2 48 min	Formação das equipes e oficina de robótica.	Montagem dos robôs utilizando o Microcontrolador Arduino.	EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas
3 48 min	Programação e testagem dos protótipos.	Programação dos robôs para competir nos desafios propostos.	EM13CNT308: Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais
4 48 min	Competição e avaliação final.	Realização das competições de robô sumô e robô cabo de guerra.	

3.1 – Etapa 1 – Avaliação Diagnóstica e Apresentação da Problemática

Objetivo:

Iniciar a fase de implementação verificando os conhecimentos prévios dos alunos e apresentando o desafio que norteará as atividades.

Passo a Passo:

1. Realize a Avaliação Diagnóstica:

A primeira ação nesta etapa é aplicar uma avaliação diagnóstica com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos relacionados às Leis de Newton e fundamentos de robótica.

Figura 5 – Avaliação diagnóstica



Fonte: Autor 2024

2. Apresente o Desafio e as Atividades:

Utilize vídeos, imagens e exemplos de competições de robótica educacional, como o robô cabo de guerra e o robô sumô, para ilustrar o contexto das atividades. (Veja o exemplo na figura 6.

Figura 6 – Competição de robótica



Fonte: Google imagem

3. Apresente a Pergunta-Problema:

Explique aos alunos que eles deverão buscar soluções para a seguinte questão:

“Como utilizar as três Leis de Newton para construir robôs, de maneira que esses protótipos consigam o melhor desempenho nas competições propostas?”

Figura 7 – Aula introdutória



Fonte: Autor 2024

4. **Realize a Contextualização da Problemática:**

Conduza uma discussão inicial para instigar a reflexão dos alunos. Levante questões que ajudem na construção do raciocínio científico e na busca de soluções. Sugerimos utilizar as seguintes perguntas norteadoras:

- Como a massa do robô influencia sua capacidade de empurrar ou resistir?
- O que acontece quando dois robôs de massas diferentes colidem?
- De que forma o atrito entre as rodas e o solo interfere no desempenho do robô?
- Em que situações a Terceira Lei de Newton se manifesta durante as competições?
- É melhor ter um robô rápido ou forte? Como a Segunda Lei de Newton auxilia nessa decisão?

Dicas Importantes:

- Garanta que todos os alunos compreendam tanto as regras das competições quanto os princípios físicos envolvidos.
- Utilize exemplos práticos e permita que os alunos façam perguntas.
- Estimule o pensamento crítico e a colaboração desde o início da atividade.

3.2 – Etapa 2 – Formação das Equipes e Oficinas de Robótica**Objetivo:**

Organizar os alunos em equipes colaborativas e conduzir oficinas práticas de montagem dos robôs, promovendo a integração dos conceitos físicos especialmente as Três Leis de Newton com a construção e operação dos protótipos.

Passo a Passo:**1. Formação das Equipes:**

Divida os alunos em quatro equipes com 5 integrantes cada. Cada grupo será responsável por elaborar hipóteses, pesquisar, planejar e construir um robô capaz de competir nas modalidades propostas, buscando responder à pergunta-problema apresentada na Etapa

Figura 8 – Formação das equipes



Fonte: Autor (2024)

Figura 9 – Análise das possíveis soluções



Fonte: Autor (2024)

1. Apresentação dos Kits de Robótica.






Cada equipe receberá um kit contendo os seguintes componentes:

- 01 par de motores DC (corrente contínua).



- 1 placa Arduino.



<ul style="list-style-type: none">• 1 sensor infravermelho.	
<ul style="list-style-type: none">• 1 par de rodas para motores DC.	
<ul style="list-style-type: none">• 1 ponte H (driver de controle de motores).	
<ul style="list-style-type: none">• 1 protoboard.	
<ul style="list-style-type: none">• 01 kit de jumpers macho/macho;• 01 kit de jumpers macho femea.	

<ul style="list-style-type: none">• 1 rodízio giratório (ou roda boba).	
<ul style="list-style-type: none">• 01 conector para bateria sem plug.	
<ul style="list-style-type: none">• 01 chave gangorra 2 terminais.	
<ul style="list-style-type: none">• 1 bateria de 9 volts. <p>Obs.: Se possível, utilize baterias recarregáveis.</p>	
<ul style="list-style-type: none">• 1 chassi de acrílico (uso opcional).	

Observação: O uso do chassi de acrílico não é obrigatório. Os alunos são incentivados a explorar materiais alternativos disponíveis, promovendo a criatividade, a sustentabilidade e a reutilização de recursos.

2. Orientações Iniciais:

Informe aos alunos que os kits foram previamente selecionados e parcialmente montados, com jumpers já soldados nos motores e sensores, a fim de agilizar o processo. Isso permite que os estudantes foquem na integração dos conceitos físicos, sobretudo as Três Leis de Newton, às atividades práticas de montagem.

Figura 10 – Organização dos kits

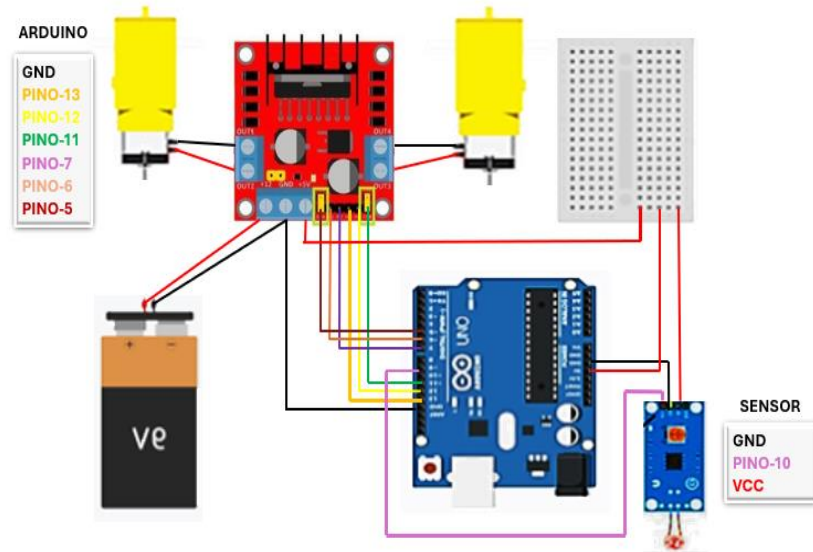


Fonte: Autor (2024)

3. Disponibilização de Materiais de Apoio:

Entregue aos alunos esquemas de montagem com instruções visuais, que auxiliarão no processo de conexão dos componentes eletrônicos e na montagem estrutural do robô.

Figura 11 – Esquema de montagem



Fonte: Autor (2024)

Descrição do esquema de montagem

Conexões do driver ponte H (L298N):

- OUT1 e OUT2: Ligados aos terminais do primeiro motor DC.
- OUT3 e OUT4: Ligados aos terminais do segundo motor DC.
- GND: Conectado ao GND do Arduino e ao terminal negativo da bateria de 9V.
- VCC: Recebe o terminal positivo da bateria de 9V (alimentação dos motores).

IN1, IN2, IN3, IN4: Ligados aos pinos digitais do Arduino para controle dos motores:

- IN1 → Pino 13 do Arduino
- IN2 → Pino 12 do Arduino
- IN3 → Pino 11 do Arduino
- IN4 → Pino 7 do Arduino

ENA: Ligado ao pino 6 do Arduino (PWM para controle de velocidade do motor 1).

ENB: Ligado ao pino 5 do Arduino (PWM para controle de velocidade do motor 2).

Alimentação (bateria 9v):

- Terminal positivo (+) da bateria → Pino VCC do driver Ponte H (alimentação dos motores).
- Terminal negativo (-) da bateria → GND do driver e do Arduino.

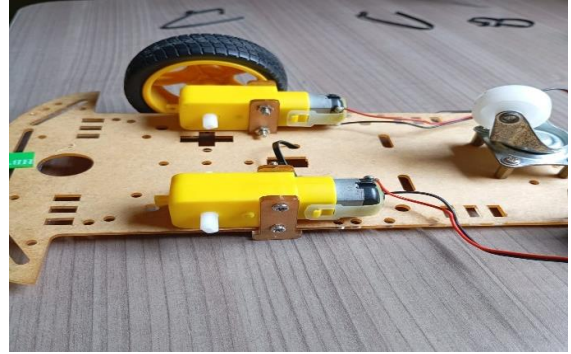
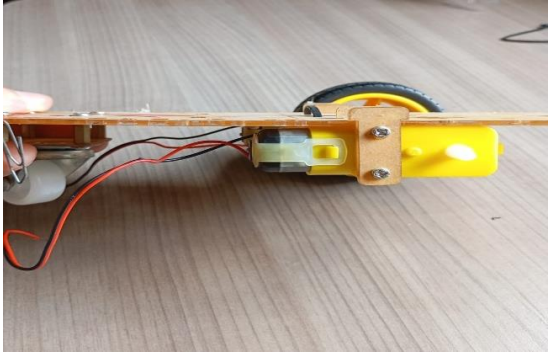
Conexões do sensor (provavelmente de obstáculo IR):

- VCC: Ligado ao pino 5V do Arduino (alimentação do sensor).
- GND: Ligado ao GND do Arduino.
- Sinal: Ligado ao pino digital 10 do Arduino (para leitura do sensor).

Protoboard:

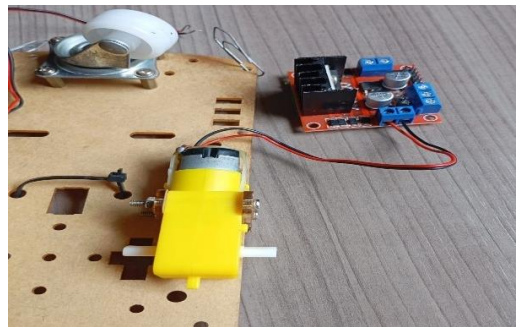
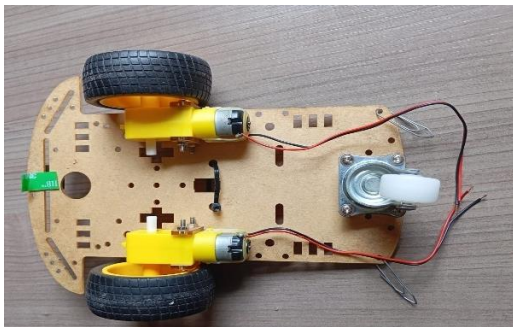
- Usada apenas para distribuir GND e VCC, conforme a imagem, facilitando conexões entre Arduino, sensor e driver.

Resumo do esquema de montagem:**Montagem do Chassi**



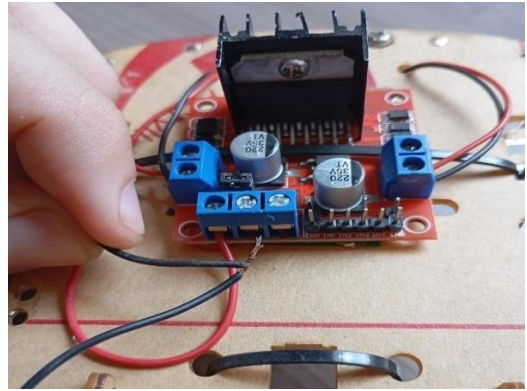
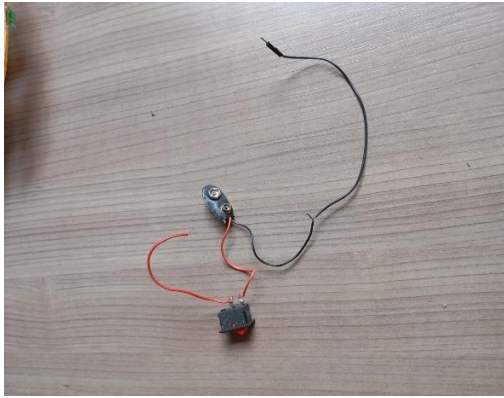
- Instalação dos motores no chassi de acrílico.
- Instalação do rodízio giratório (ou roda boba).

Instalação dos motores e na ponte H



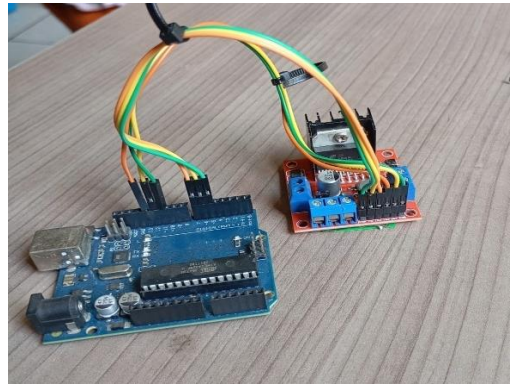
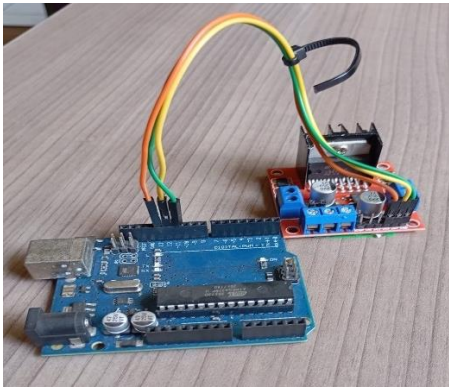
- Visualização dos motores e rodízio giratório instalados no chassi.
- Conexão dos motores na ponte H.

Conexão da bateria e com a ponte H



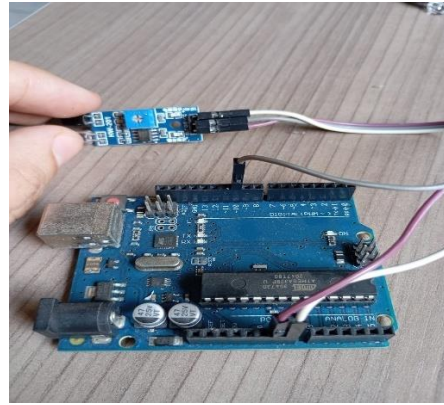
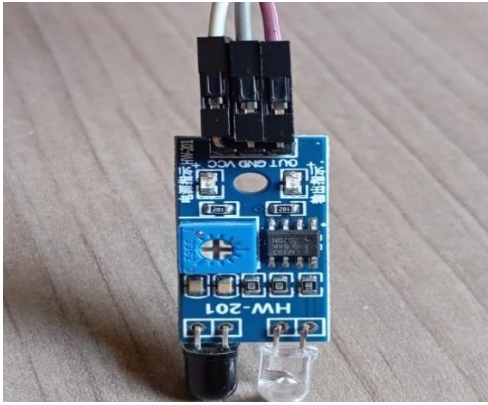
- Chave gangorra de dois terminais, conectada por solda a um conector sem plug para bateria de 9V.
- GND do Driver Ponte H (L298N), conectado ao GND do Arduino e ao terminal negativo da bateria de 9V.

Conexão entre a ponte H e o Arduino



- Conexões entre Arduino e ponte H L298N, lado A (motor 1)
- Conexões entre Arduino e ponte H L298N, lado A + lado B (motor 1 e motor 2).

Conexão do sensor IR com a placa Arduino



- Sensor infravermelho HW-201 com três fios ligados nos pinos VCC, GND e OUT. Ele possui um LED emissor, um receptor e um potenciômetro para ajustar a sensibilidade.
- Sensor conectado ao Arduino, com os fios ligados nos pinos 5V, GND e na porta digital 10, permitindo que o Arduino receba o sinal do sensor.

4. Pesquisa e análise:

Antes de iniciar a montagem:

- As equipes devem pesquisar em fontes confiáveis (livros, manuais, vídeos e materiais digitais) para aprofundar seu entendimento sobre os conceitos físicos e as estratégias de design aplicadas às competições de robótica. A seguir, está disponível alguns links para pesquisa:

<https://pt.khanacademy.org/science/fisica-dinamica>

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/as-leis-newton.htm>

<https://www.arduino.cc/>

<https://youtu.be/dU14qCv5AuI?si=0WNNVp28hLHbPFP7>

- Promova momentos de análise coletiva, onde cada grupo debate as possíveis soluções e estratégias para otimizar o desempenho dos robôs, considerando os conceitos de massa, força, atrito, estabilidade e ação e reação.

5. Planejamento e Montagem dos Protótipos:

Após a análise das informações, as equipes devem iniciar o planejamento estrutural e eletrônico dos robôs, considerando:

- Distribuição de massa para maior estabilidade e força.
- Maximização da tração e do atrito adequado nas rodas.
- Aplicação eficiente das Leis de Newton no design e na programação dos robôs.
- Escolha consciente entre utilizar o chassi de acrílico ou criar uma estrutura alternativa.

6. Construção e Testes:

Durante a construção, os alunos são incentivados a realizar testes constantes, ajustando o design e a programação conforme necessário, de modo a alinhar as soluções desenvolvidas com os conceitos teóricos estudados.

Figura 12 – Planejamento e montagem



Fonte: Autor (2024)

Figura 13 – Planejamento e montagem



Fonte: Autor (2024)

Dicas Importantes:

- Garanta que cada equipe compreenda as funções de cada componente eletrônico e mecânico do kit.
- Estimule os alunos a fazerem registros (anotações, fotos e vídeos) do processo de montagem e dos testes realizados.
- Incentive a experimentação com materiais recicláveis, reforçando o pensamento sustentável e a criatividade no design dos robôs.
- Supervisione e auxilie nos momentos de dificuldade, valorizando a construção colaborativa do conhecimento.

3.3 – Etapa 3 – Programação dos Robôs e Aplicação dos Conceitos de Força e Movimento

Objetivo:

Aplicar os conceitos físicos especialmente força, massa, aceleração e movimento no processo de programação dos robôs utilizando a plataforma PictoBlox, de forma prática e contextualizada.

Passo a Passo:

1. Apresentação da Plataforma PictoBlox:

Explique aos alunos que a programação dos robôs será realizada utilizando o PictoBlox, uma plataforma educacional que utiliza linguagem de programação por blocos, facilitando o entendimento de sequências lógicas e comandos.

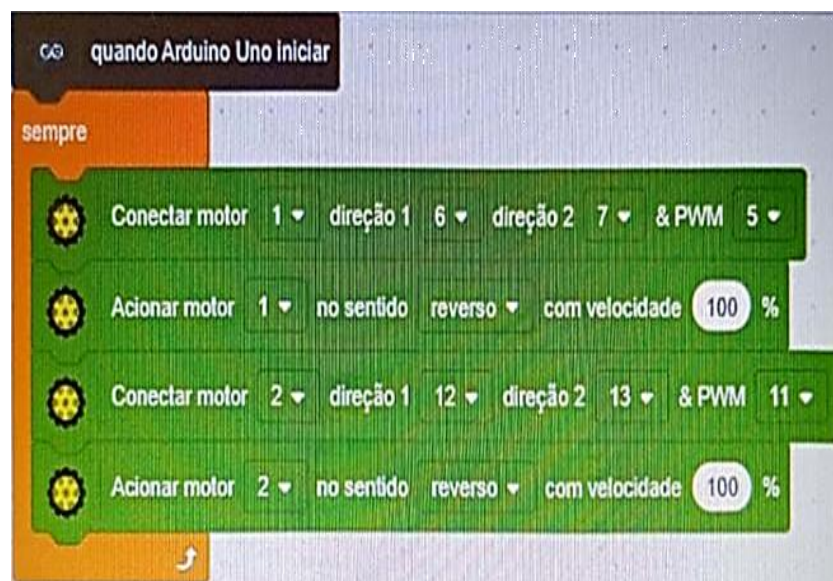
A seguir, está disponível o link para download do PictoBlox, acompanhado de um guia com o passo a passo para instalação e utilização:

<https://thetempedia.com/product/pictoblox/download-pictoblox/?srsltid=AfmBOooOciFvr0Q7yB5q3mjEllsZnsZCrEIXTog-mdbaTkqwtUa5a8vq>

2. Distribuição dos Códigos Base:

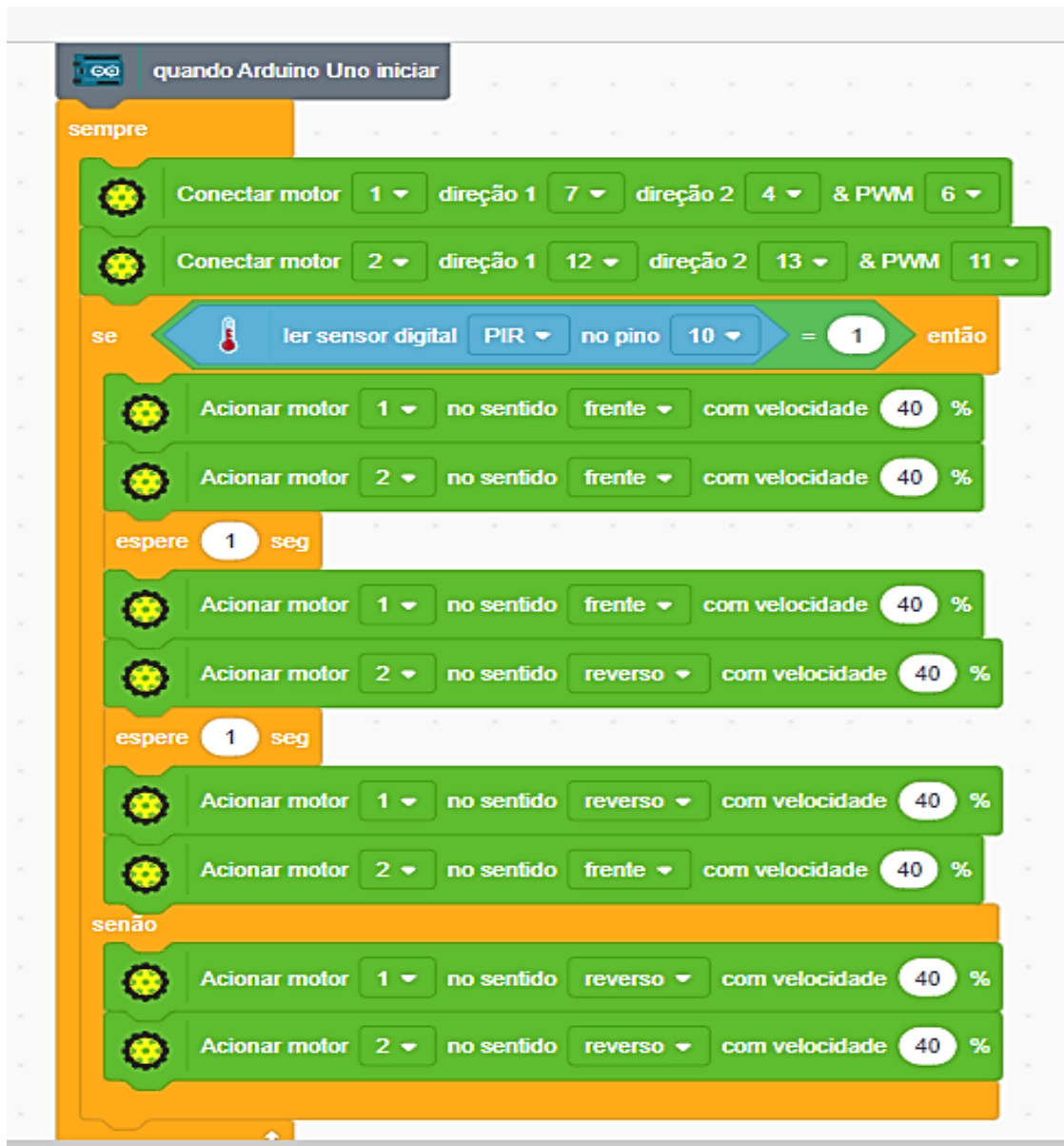
Esclareça que, nesta etapa, os alunos não irão desenvolver os códigos de forma completamente autônoma. Foram disponibilizadas sequências de blocos de comandos previamente selecionadas, de modo que os estudantes possam focar na compreensão dos efeitos físicos gerados pelas alterações nos parâmetros dos comandos.

Figura 15 – Código robô sumo



Fonte: Autor (2024)

Figura 14 – Código robô sumô



Fonte: Autor (2024)

Cada equipe deverá:

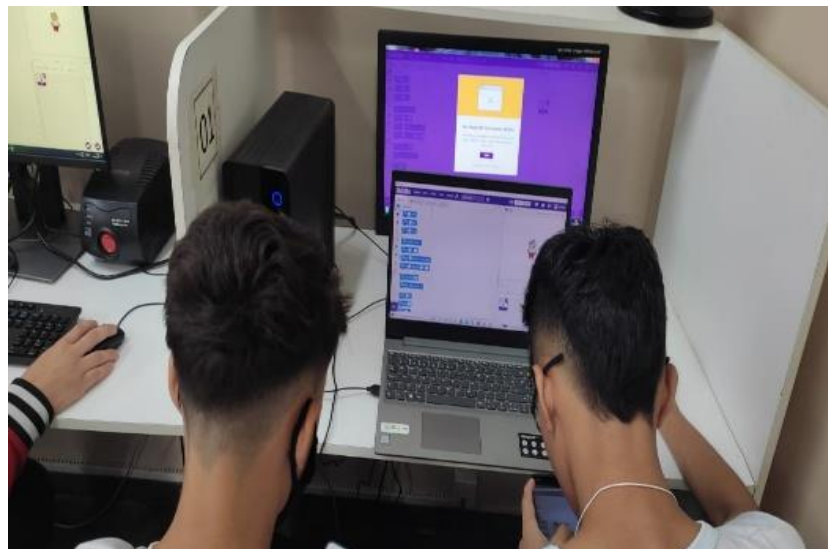
- Organizar os blocos de comandos, conforme o modelo fornecido.
- Identificar os blocos responsáveis pelo controle de velocidade dos motores, tempo de execução, giros e direções, bem como pela ativação de sensores.

Figura 16 – Programação Pictoblox



Fonte: Autor (2024)

Figura 17 – Programação Pictoblox



Fonte: Autor (2024)

4. Alteração de Parâmetros e Testes:

Após a montagem do código base, os alunos deverão realizar ajustes específicos nos parâmetros dos blocos, como:

- Velocidade dos motores;
- Intensidade da força aplicada.

Obs. Essas alterações permitirão aos alunos observarem na prática como variáveis físicas, como força e aceleração, influenciam o desempenho dos robôs nas competições.

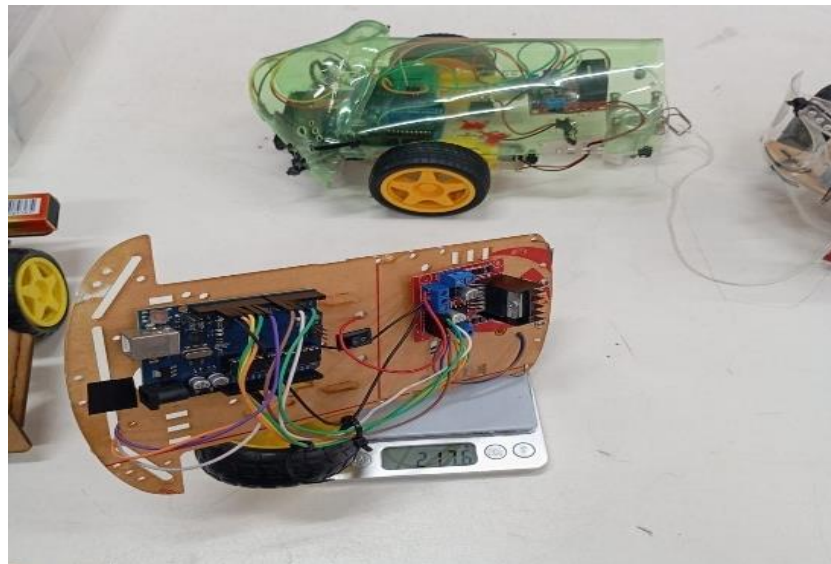
5. Medição da Massa dos Robôs:

Antes dos testes finais, oriente cada equipe a realizar a medição da massa total do robô, considerando:

- Todos os componentes eletrônicos (placa Arduino, motores, sensores, bateria, etc.)
- Componentes estruturais (chassi ou materiais alternativos)

Obs. Utilize balanças digitais para obter valores precisos. Anote os dados para posterior análise.

Figura 18 – Verificação da massa dos robôs



Fonte: Autor (2024)

6. Análise da Relação Massa, Força e Aceleração:

Oriente os alunos a refletirem sobre os dados coletados, relacionando com a Segunda Lei de Newton:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Discuta com as equipes:

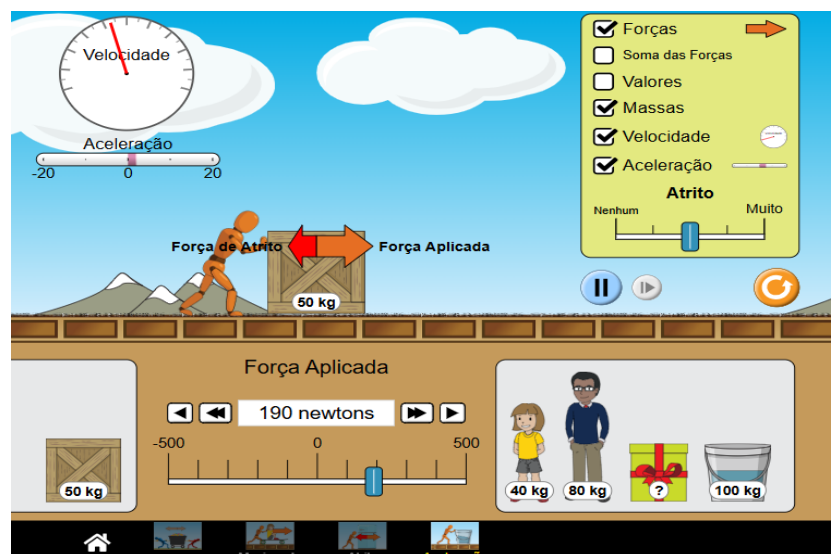
- Como a massa do robô interfere na aceleração?
- De que forma uma maior massa pode impactar a capacidade de, para ou empurrar outro robô?

7. Testes Práticos e Ajustes Finais:

Após a análise dos efeitos das variáveis, permita que os alunos façam testes controlados, ajustando tanto os parâmetros na programação quanto elementos estruturais dos robôs. Esses testes são fundamentais para:

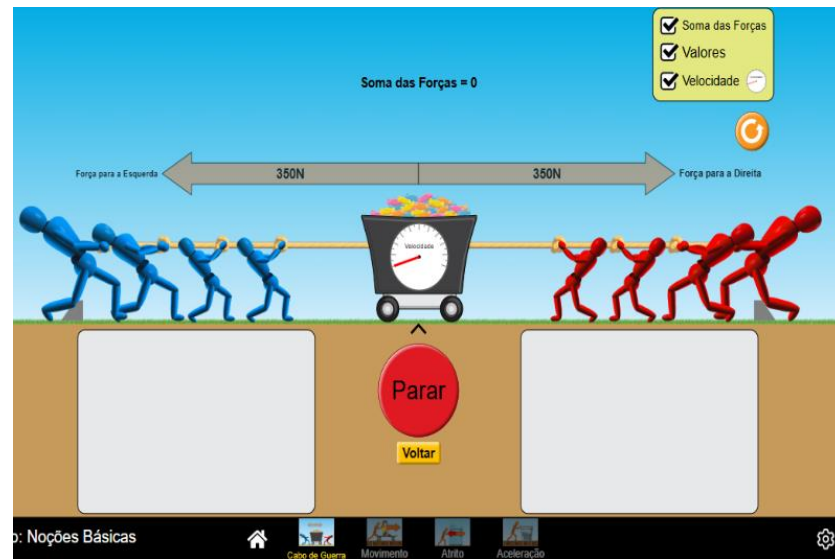
- Otimizar o desempenho nas competições propostas (sumô e cabo de guerra).
- Consolidar o entendimento dos princípios físicos através do simulador PHET colorado.

Figura 19 – PHET colorado (força aplicada e força de atrito)



Fonte: Autor (2024).

Figura 20 – PHET colorado (cabo de guerra)



Fonte: Autor (2024).

Dicas Importantes:

- Incentive os alunos a realizarem diversos testes, comparando como a variação de massa, força e velocidade afeta os movimentos dos robôs.
- Estimule o registro de cada configuração testada, seus efeitos e os ajustes realizados. Isso facilita a análise e reflexão coletiva posterior.
- Mostre, sempre que possível, gráficos simples de relação entre massa e aceleração, ou força e movimento, para fortalecer o raciocínio científico.

3.4 – Etapa 4 – Competições e Avaliação das Aprendizagens

Objetivo:

Realizar as competições entre os robôs construídos pelas equipes e conduzir a avaliação final das aprendizagens, possibilitando que os alunos testem suas hipóteses, validem suas construções e observem, de forma prática e concreta, a aplicação das Leis de Newton.

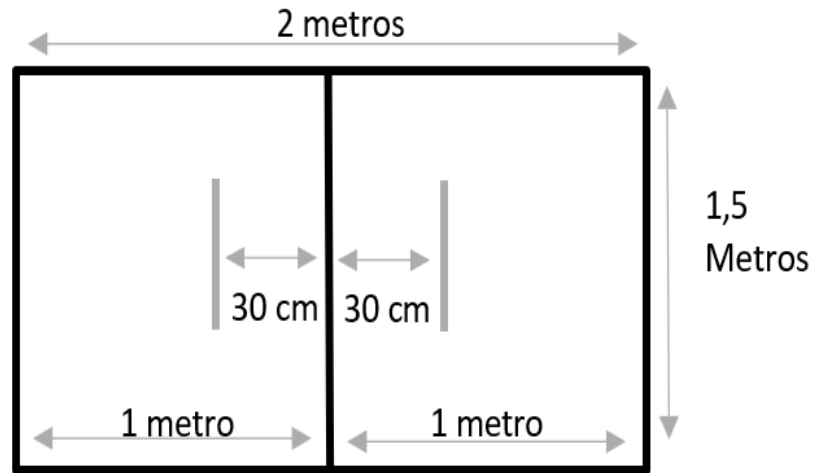
Passo a Passo:

1. Organização do Espaço para as Competições:

Prepare o ambiente delimitando as áreas para os dois desafios:

- Uma faixa central no chão para o Desafio 1 – Cabo de Guerra.

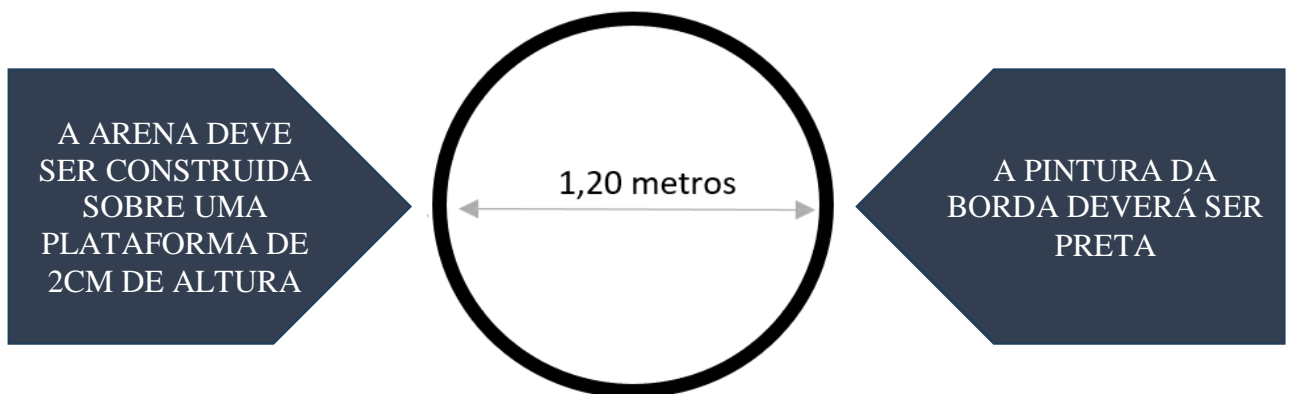
Figura 21 – Arena para o desafio 1



Fonte: Autor (2024)

- Um círculo no chão, simulando uma arena, para o Desafio 2 – Robô Sumô.

Figura 22 – Arena para o desafio 2



Fonte: Autor (2024)

Desafio 1 – Robô Cabo de Guerra

➤ **Descrição:**

Dois robôs são posicionados em extremidades opostas de uma linha central. Um cordão é amarrado entre os dois robôs, e o objetivo é arrastar o adversário para fora da linha delimitada.

➤ **Regras:**

- Sistema de duelos eliminatórios.
- Cada confronto tem duração máxima de 1 minutos.
- Vence o robô que conseguir puxar completamente o adversário para fora da faixa.

➤ **Aspectos Avaliados:**

- Aplicação dos conceitos de força, massa, atrito e ação e reação.
- Eficiência do design estrutural e da programação na geração de força de tração.

Desafio 2 – Robô Sumô

➤ **Descrição:**

Neste desafio, os robôs devem tentar empurrar o oponente para fora de uma arena circular, simulando uma luta de sumô robótico.

➤ **Regras:**

- Cada rodada tem tempo máximo de 1 minuto.
- Vence quem empurrar completamente o adversário para fora do círculo.

➤ **Aspectos Avaliados:**

- Aplicação dos conceitos de força, aceleração, atrito e estabilidade.

- Capacidade de resposta do robô e eficiência da distribuição de peso.

4. SUJESTÃO DE COMO REALIZAR A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

➤ UTILIZE AVALIAÇÃO FORMATIVA DURANTE O PROCESSO

Acompanhe o desempenho dos alunos em cada etapa do projeto, observando:

- Participação nas discussões.
- Envolvimento na formação das equipes.
- Colaboração na montagem dos robôs.
- Capacidade de interpretar e aplicar os conceitos físicos (força, massa, aceleração, atrito e ação e reação).

Utilize para isso:

- Observações diretas anotadas em fichas de acompanhamento (RUBRICAS).
- Registros fotográficos ou em vídeo das atividades práticas.
- Anotações das falas, dúvidas e soluções propostas pelos alunos.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA - NAVARRO, Valdir Casaca. **Uma pequena história do movimento**. 2008.
- ALMEIDA, M. E. **Informática e formação de professores**. Volume 1. Brasília: Editora Parma, 2000.
- ALMEIDA, Maria de Fátima. **A robótica educacional no Brasil: avanços e desafios**. Revista Brasileira de Educação Tecnológica, v. 10, n. 2, 2018.
- ARAÚJO, Rafael. **Arduino: conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2017.
- BASSI, B. M.; DUTRA, J. S.; MASSON, G. A. **Metodologias ativas para a educação: uma abordagem teórico-prática**. São Paulo: Atlas, 2014.
- CAVALCANTE, M. A., TAVOLARO, C. R. C.e MOLISANI, E. **Física com Arduino para iniciantes**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503 (2011).
- CHAVES, A.; SHELLARD, R.C. **Física para o Brasil: pensando o futuro**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.
- COSCARELLI, C. V. **Educação a Distância: mitos e verdades**. Revista Presença Pedagógica. Belo Horizonte, jan. / fev., 2002.
- DEWEY, J. **Experiência e educação**. São Paulo: Nacional, 1979.
- HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. **Lego Mindstorms. Dicionário Interativo da Educação Brasileira – Educa Brasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2002.
- MONK, S. **Programação com Arduino**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais significativa**. In: MORAN, J. M.; MASSON, G. A.; BACICH, L. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.
- PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980.
- SILVA, João Carlos; ANDRADE, Ana Paula. **Robótica educacional: potencialidades e desafios na educação básica brasileira**. Cadernos de Educação, v. 23, n. 1, 2020.
- TRAVERSINI, C. M.; MOURA, R. H.; SILVA, K. A. **Aprendizagem baseada em projetos: teoria e prática no contexto educacional brasileiro**. Curitiba: Appris, 2018.
- VALENTE, J. A. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. 2005. Tese (Livre

Docência) Departamento de Multimeios, Mídia e Comunicação, Instituto de Artes (IA),
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

APÊNDICES

PROFESSOR:

PÚBLICO-ALVO: ALUNOS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

TEMA: AS TRÊS LEIS DE NEWTON

ESCOLA:

AULA: 01

DURAÇÃO: 48 min

CONTEÚDO A SEREM
TRABALHADOS: AS TRÊS
LEIS DE NEWTON

HABILIDADES - EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas.

CARTÃO DE ATIVIDADE

<p>ATIVIDADE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pré-teste diagnóstico; (30 min) • Apresentação das atividades propostas. (18 min)
<p>DESCRIÇÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pré-teste para analisar o conhecimento prévio dos alunos sobre as três leis de Newton; • Apresentação da competição de robôs através de vídeos.
<p>OBJETIVOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e descrever as três leis de Newton, demonstrando compreensão dos conceitos fundamentais da mecânica clássica.

HABILIDADES	EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas;
CRITÉRIOS AVALIATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> • Manifestação de conhecimentos prévios; • Interesse e engajamento com a proposta das atividades; • Capacidade de comunicar ideias iniciais sobre a temática. • Compreensão do problema e aplicação das Leis de Newton;

PROFESSOR:

PÚBLICO-ALVO: ALUNOS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

TEMA: AS TRÊS LEIS DE NEWTON

ESCOLA:

AULA: 02

DURAÇÃO: 48 min

CONTEÚDO A SEREM TRABALHADOS: AS TRÊS LEIS DE NEWTON

HABILIDADES - EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas;

CARTÃO DE ATIVIDADE	
ATIVIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa e análise coletiva sobre possíveis soluções e estratégias para otimizar o desempenho dos robôs; (20 min) • Montagem dos robôs com microcontroladores Arduino. (28 min)
DESCRIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar as três leis de Newton na construção e funcionamento de robôs utilizando manuais ilustrativos de montagem.
OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> • Montar robôs utilizando microcontroladores Arduino; • Aplicar as três leis de Newton na construção de robôs; • Identificar as forças atuantes no movimento dos robôs.
HABILIDADES	EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas;
CRITÉRIOS AVALIATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho em equipe e colaboração; • Aplicação das três Leis de Newton durante a montagem dos robôs • Capacidade de análise e tomada de decisão.

PROFESSOR:

PÚBLICO-ALVO: ALUNOS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

TEMA: AS TRÊS LEIS DE NEWTON

ESCOLA:

AULA: 03	DURAÇÃO: 48 min	CONTEÚDO A SEREM TRABALHADOS: AS TRÊS LEIS DE NEWTON
<p>HABILIDADES - EM13CNT308: Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.</p>		
<p>CARTÃO DE ATIVIDADE</p>		
ATIVIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • Programação dos robôs para tarefas específicas. (28 min); • Testes e ajustes dos programas. (10 min); • Discussão sobre os resultados e desafios enfrentados. (10 min); 	
DESCRIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar e programar robôs para realizar tarefas específicas, utilizando a linguagem de programação em blocos do Pictoblox. 	
<i>OBJETIVOS</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Programar robôs para realizar tarefas específicas; • Aplicar conceitos de força e movimento na programação dos robôs; 	

	<ul style="list-style-type: none">• Testar e ajustar o comportamento dos robôs.
<i>HABILIDADES</i>	EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas;
CRITÉRIOS AVALIATIVOS	<ul style="list-style-type: none">• Compreensão da lógica de programação por blocos (Pictoblox);• Relacionamento entre programação e conceitos de Física.• Análise e uso de dados (massa, força, aceleração).

PROFESSOR:

PÚBLICO-ALVO: ALUNOS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

TEMA: AS TRÊS LEIS DE NEWTON

ESCOLA:

AULA: 04

DURAÇÃO: 48 min

CONTEÚDO A SEREM
TRABALHADOS: AS TRÊS
LEIS DE NEWTON

HABILIDADES - EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas;

CARTÃO DE ATIVIDADE

ATIVIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão das regras e objetivos das competições. (5 min); • Realização das competições de sumo e cabo de guerra. (30 min); • Discussão sobre o desempenho dos robôs e estratégias utilizadas. (13 min);
DESCRIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Realização das competições cabo de Guerra e robô sumô. • Avaliação de satisfação da SEA.
	<ul style="list-style-type: none"> • Participar de competições com robôs programados;

OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none">• Avaliar a eficácia das programações e construções de robôs;• Compreender as limitações e potencialidades dos sistemas automáticos.
HABILIDADES	EM13CNT105: Compreender e utilizar as três leis de Newton para explicar os efeitos das forças sobre o movimento dos corpos, aplicando-as na resolução de problemas e na análise de situações cotidianas;
CRITÉRIOS AVALIATIVOS	<ul style="list-style-type: none">• Participação ativa nas competições de robôs (sumô e cabo de guerra);• Compreensão do problema e aplicação das Leis de Newton;• Participação nas competições e estratégias de desempenho;• Autoavaliação e reflexão sobre a aprendizagem.

ESCOLA:

ALUNO:

SÉRIE:

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – LEIS DE NEWTON E ROBÓTICA EDUCACIONAL

Parte 1 – Leis de Newton e o Cotidiano

1. Quando você está dentro de um ônibus parado e ele começa a se mover de repente, você tende a ir para trás. Isso acontece devido à:
 - a) () Terceira Lei de Newton
 - b) () Primeira Lei de Newton
 - c) () Segunda Lei de Newton
 - d) () Lei da Gravitação Universal

2. Do ponto de vista quantitativo, por que é mais fácil empurrar um carrinho de supermercado vazio do que um carrinho cheio? A que lei de Newton essa situação está relacionada?
 - a) () Primeira Lei de Newton
 - b) () Terceira Lei de Newton
 - c) () Segunda Lei de Newton
 - d) () Lei da gravitação universal

3. Quando você chuta uma bola, ela se move para frente e seu pé sente uma força para trás. Esse fenômeno é explicado por:
 - a) () Primeira Lei de Newton
 - b) () Segunda Lei de Newton
 - c) () Terceira Lei de Newton
 - d) () Lei da gravitação universal

4. Um objeto em repouso tende a permanecer em repouso, e um objeto em movimento tende a continuar em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força atue sobre ele. Essa descrição refere-se a:

- a) Segunda Lei de Newton
 - b) Lei da Ação e Reação
 - c) Primeira Lei de Newton
 - d) Lei da gravitação universal
5. Se duas pessoas aplicam forças iguais e opostas em um jogo de cabo de guerra, e a corda não se move, podemos dizer que:
- a) A força resultante é igual a zero
 - b) As forças se anulam devido à Terceira Lei de Newton
 - c) Existe uma força desequilibrada no sistema
 - d) A Lei da Gravidade impede o movimento
6. Quando um carro freia bruscamente, o corpo dos passageiros tende a continuar em movimento para frente. O cinto de segurança evita que eles sejam arremessados. Esse exemplo está relacionado principalmente a qual princípio da Física?
- a) A Segunda Lei de Newton
 - b) A Terceira Lei de Newton
 - c) A Primeira Lei de Newton
 - d) A Lei da gravitação universal

Parte 2 – Robótica Educacional

7. Você já ouviu falar sobre robótica educacional?
- a) Sim, já participei de atividades com robótica
 - b) Sim, mas nunca participei de nenhuma atividade
 - c) Não tenho certeza do que é
 - d) Nunca ouvi falar

8. Você gostaria de aprender Física através de projetos com robótica educacional?
- a) () Sim, acho que seria interessante e divertido
 - b) () Talvez, dependendo de como for a atividade
 - c) () Não tenho muito interesse
 - d) () Não, prefiro métodos tradicionais
9. Na sua opinião, a robótica pode ajudar no entendimento de conteúdos como as Leis de Newton?
- a) () Sim, porque permite ver na prática os conceitos
 - b) () Talvez, mas não sei como funcionaria
 - c) () Não vejo relação entre robótica e Física
 - d) () Nunca pensei sobre isso
10. Você já teve alguma aula prática de Física com experimentos que envolviam tecnologia, como robôs, sensores ou simulações digitais?
- a) () Sim, e gostei muito
 - b) () Sim, mas não achei tão interessante
 - c) () Não, mas gostaria de ter
 - d) () Não, e não tenho interesse

ESCOLA:

ALUNO:

SÉRIE:

AVALIAÇÃO FORMATIVA (RÚBRICA)

CRITÉRIO	INSUFICIENTE (1 PONTO)	REGULAR (2 PONTOS)	BOM (3 PONTOS)	EXCELENTE (4 PONTOS)	NOTA
1. Compreensão do problema e aplicação das Leis de Newton	Identifica superficialmente o problema e demonstra pouca ou nenhuma relação com as Leis de Newton.	Identifica o problema e faz referência genérica a alguma Lei de Newton.	Relaciona o problema às Leis de Newton com explicações coerentes.	Aplica as três Leis de Newton de forma integrada, com exemplos claros e contextualizados no projeto.	
2. Trabalho em equipe e colaboração	Participa pouco e tem dificuldades em colaborar com o grupo.	Colabora pontualmente, mas com pouco envolvimento nas decisões.	Participa ativamente das atividades em grupo, contribuindo para as decisões.	Coopera de forma constante, assume responsabilidades e contribui para a coesão e organização do grupo.	
3. Análise e uso de dados (massa,	Não participa da medição ou não	Realiza a medição, mas com pouca	Mede corretamente e interpreta de forma	Analisa os dados com profundidade,	

força, aceleração)	compreende sua importância.	análise dos dados obtidos.	básica os dados relacionados à força e movimento.	relacionando-os com as Leis de Newton e propondo melhorias no projeto.	
4. Participação nas competições e estratégias de desempenho	Participa passivamente das competições, sem aplicar estratégias.	Participa ativamente, mas com estratégias pouco eficazes.	Aplica estratégias baseadas em conceitos físicos para melhorar o desempenho.	Demonstra domínio técnico e estratégico, explicando claramente como as decisões influenciaram o desempenho do robô.	
5. Autoavaliação e reflexão sobre a aprendizagem	Não consegue refletir sobre sua aprendizagem ou contribuições.	Reflete superficialmente, com pouca clareza sobre seu processo.	Realiza boa autoavaliação, reconhecendo avanços e dificuldades.	Reflete com profundidade, reconhecendo aprendizados, desafios e o papel das Leis de Newton no projeto.	

ESCOLA:

ALUNO:

SÉRIE:

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO FINAL

Prezado (a) participante,

Sua opinião é muito importante! Responda às questões abaixo para que possamos melhorar continuamente nossas ações educativas.

I. Sobre a Metodologia Utilizada

1. Como você avalia a proposta metodológica adotada no evento (atividades, dinâmicas, estratégias)?

- Não atendeu às minhas expectativas
- Poderia ter sido mais dinâmica
- Foi adequada
- Foi excelente e envolvente

2. As atividades contribuíram para a sua aprendizagem?

- Não contribuíram
- Pouco contribuíram
- Contribuíram de forma satisfatória
- Contribuíram Muito

II. Sobre os Recursos Didáticos

3. Como você avalia os materiais utilizados (slides, vídeos, textos, ferramentas)?

- Pouco úteis ou confusos
- Em parte compreensíveis
- Claros e bem elaborados
- Muito úteis e de alta qualidade

4. Os recursos utilizados atenderam às suas necessidades de aprendizagem?

- Não atenderam
- Atenderam parcialmente
- Atenderam bem
- Superaram minhas expectativas

III. Sobre o Ambiente (Físico ou Virtual)

5. As condições do ambiente (espaço, conforto, som, iluminação ou conexão) foram:

- Inadequadas
- Razoáveis
- Boas
- Muito boas

IV. Sobre a Duração e Organização do Evento

6. O tempo dedicado às atividades foi:

- Insuficiente
- Pouco equilibrado
- Bem distribuído
- Ideal e bem planejado

7. O cronograma foi cumprido de forma:

- desorganizada
- Parcialmente organizada
- Organizada
- Muito bem organizada.

V. Avaliação Geral da Experiência

8. De modo geral, como você avalia a experiência no evento?

- Fraca
- Regular
- Boa
- Excelente

9. Você recomendaria este evento para outras pessoas?

- Sim
- Talvez
- Não