



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES  
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

**Uso da robótica educacional associada ao Tracker para o ensino de física**

ANNA PAULLA FERNANDES ARAÚJO

GOIÂNIA

2022

ANNA PAULLA FERNANDES ARAÚJO

**Uso da robótica educacional associada ao Tracker para o ensino de física**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Formação de Professores e Humanidades, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de licenciatura em Física.

Orientador: Renato Medeiros.

GOIÂNIA

2022

ANNA PAULLA FERNANDES ARAÚJO

**Uso da robótica educacional associada ao Tracker para o ensino de física**

Este Trabalho de Conclusão de Curso julgado adequado para obtenção do título de Licenciatura em Física, e aprovado em sua forma final pela Escola de Formação de Professores e Humanidades, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, em 03/06/2022.

---

Orientador: Prof. Ms. Renato Medeiros

---

Prof. Ms. Edson Vaz de Andrade

---

Prof. Dr. Cloves Gonçalves Rodrigues

GOIÂNIA

2022

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus, pela força, perseverança e sabedoria para enfrentar os desafios e tornar esse sonho possível.

Aos meus pais, Cleiton e Clézia, pelo amor incondicional e imensurável que recebo desde o meu nascimento. Nada disso seria possível sem o apoio e incentivo de vocês.

Aos meus avós Bento e Iolanda, José e Terezinha (in memoriam) com todo amor, expresso o meu maior agradecimento. Vocês são minha fonte de inspiração e motivação diária, levarei por toda minha vida seus ensinamentos.

Aos familiares, pelo carinho, cumplicidade e amizade, em especial aos meus irmãos, Marcella e Eduardo, e meus tios, Marília e Luiz Fernando.

A meu noivo, Afonso Júnior, que muito contribuiu para a realização deste trabalho, por me apoiar em todos os momentos sempre com muito amor e paciência.

Ao meu orientador, Renato Medeiros, pelas orientações fornecidas com tanto empenho e dedicação para realização deste trabalho.

A minha supervisora profissional de estágio, Sandra Santiago, por me proporcionar um ensino de qualidade, materiais e muito aprendizado. Sem dúvidas, foram essenciais no meu processo de formação.

A todos os professores do curso de Licenciatura em Física, por compartilharam seus conhecimentos com excelência e qualidade.

A Escola SESI Campinas pela oportunidade de desenvolver este trabalho em sua unidade e pelo fornecimento dos materiais e kits.

A meus amigos e colegas de curso, obrigada por todos os momentos e experiências compartilhadas, por caminharem ao meu lado durante estes anos com companheirismo.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A disciplina de física faz parte dos parâmetros curriculares da Educação Básica de acordo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e o seu ensino é considerado de difícil compreensão e enfrenta dificuldades pela falta de motivação dos alunos, por isso, é importante estruturar uma proposta que visa estimular o pensamento metacognitivo, potencializando e tornando mais significativo sua aprendizagem. O presente trabalho tem como proposta metodológica a robótica educacional afim de auxiliar na compreensão dos conceitos físicos ensinados em sala de aula. A pesquisa se baseou em um estudo bibliográfico, de acordo com Seymour Papert (1928-2016) precursor nos estudos sobre rótica educacional, tendo como apoio a utilização do software Tracker. Nesse sentido, a robótica foi trabalhada utilizando kits LEGO Mindstorms Education EV3 em uma turma do ensino médio, mediante uma sequência didática de atividades utilizando manipulação de objetos, como foco principal o conteúdo sobre Leis de Newton. A inserção de ferramentas tecnológicas possibilita que os estudantes sejam construtores ativos de sua aprendizagem, e os resultados indicam uma melhora no estímulo entre os alunos que não possuem afinidade com a física, em grande parte aqueles que não se interessam pela disciplina.

Palavras chaves: Física. Robótica educacional. Tracker. Construtivismo. LEGO.

## **ABSTRACT**

The discipline of physics is part of the curricular parameters of Basic Education according to the National Common Curricular Base (BNCC), and its teaching is considered difficult to understand and faces difficulties due to the lack of student motivation, so it is important to structure a proposal which aims to stimulate metacognitive thinking, enhancing and making learning more meaningful. The present work has as a methodological proposal the educational robotics in order to assist in the understanding of the physical concepts taught in the classroom. The research was based on a bibliographic study, according to Seymour Papert (1928-2016), a pioneer in studies on educational robotics, supported by the use of Tracker software. In this sense, robotics was worked using LEGO Mindstorms Education EV3 kits in a high school class, through a didactic sequence of activities using object manipulation, with the main focus on the content on Newton's Laws. The insertion of technological tools makes it possible for students to be active builders of their learning, and the results indicate an improvement in stimulation among students who do not have an affinity for physics, largely those who are not interested in the discipline.

**Keywords:** Physics. Educational robotics. Tracker. Constructivism. LEGO.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reboque LEGO .....	15
Figura 2 - Exemplo da construção da rampa .....	15
Figura 3 - Exemplo da angulação .....	15
Figura 4 - Plano inclinado. ....	17
Figura 5 – Slide elaborado sobre vetores.....	18
Figura 6 – Slide elaborado sobre Leis de Newton.....	18
Figura 7 – Resolução de exercício.....	19
Figura 8 – Explicando sobre a resolução do exercício .....	20
Figura 9 – Sequência de montagem do robô reboque (a, b, c, d, e, f, g, h, i). ....	22
Figura 10 - Materiais de uso compartilhado .....	23
Figura 11 – Grupo 6 montando o robô reboque .....	24
Figura 12 – Grupo 3 montando o robô reboque .....	24
Figura 13 – Grupo 4 montando o robô reboque .....	25
Figura 14– Instruções para programar o robô .....	25
Figura 15 – Pesagem do robô do grupo 6.....	26
Figura 16 – Pesagem do conjunto de massas do grupo 6 .....	26
Figura 17 – Construção do plano inclinado.....	27
Figura 18 – Plano inclinado construído .....	27
Figura 19 – Medindo o grau de inclinação da rampa .....	28
Figura 20 – Alunos programando o robô.....	29
Figura 21 – Alunos configurando o robô.....	29
Figura 22 - Tela principal do Tracker.....	30
Figura 23 – Análise no software Tracker .....	30
Figura 24 – Esclarecendo dúvidas .....	31

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1. Referencial teórico .....	10
1.2. A robótica educacional .....	12
1.3. Teorias da aprendizagem .....	13
1.4. Justificativa .....	14
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
2.1. Materiais .....	16
2.2. Compreensão do problema.....	16
2.3. Concepção de um plano .....	17
<b>3. APLICAÇÃO PRÁTICA</b> .....	<b>17</b>
3.1. Preparação para o experimento – aula de revisão .....	18
3.2. Montagem do robô .....	20
3.3. Execução do experimento .....	23
<b>4. DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO</b> .....	<b>32</b>
4.1.1. O quanto você gosta de estudar física? .....	32
4.1.2. O quanto você considera difícil estudar física? .....	33
4.1.3. Você conseguiu associar a teoria com a prática durante a atividade experimental? .....	34
4.1.4. O quanto você gostou do experimento? .....	34
4.1.5. O quanto você aprendeu com o experimento? .....	35
4.1.6. O quanto o experimento te ajudou a entender as leis de newton?.....	36
4.1.7. Qual sua vontade de aprender física após o experimento? .....	36
4.1.8. Você faria alguma modificação neste experimento? .....	37
4.1.9. Comentários adicionais com relação a atividade: (opcional) .....	38
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>42</b>
<b>APÊNDICE B</b> .....	<b>43</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>44</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A física é uma ciência que busca compreender os mecanismos por trás dos fenômenos naturais utilizando do formalismo matemático para expressar suas teorias. Quando apresentada aos estudantes na Educação Básica, tem como pretensão desenvolver habilidades das quais possam conhecer e compreender fenômenos da natureza presentes em seu cotidiano. É necessário despertar nos estudantes a curiosidade, e conseqüentemente seu lado investigador, descobrindo o mundo ao seu redor, sendo a física a ciência que permite compreender a matéria em suas diferentes formas e dimensões. (1)

O estudo é de difícil compreensão necessitando de elementos que complementem a didática dos professores. Segundo Antonowiski e Alencar (1), a física é ensinada através de métodos puramente tradicionais e mecânicos, onde os alunos encontram dificuldades em compreenderem as equações algébricas envolvidas, relacionar números e também medidas. Mesmo estando presente no dia a dia, eles não conseguem visualizar e relacioná-la com os conteúdos estudados em sala de aula.

“A Física está envolvida no desenvolvimento científico e tecnológico em diversos âmbitos, entretanto, sua aprendizagem no ensino médio apresenta altos índices de reprovação que demonstram um baixo nível de aproveitamento. É uma ciência que permite compreender a natureza da matéria macroscópica e atômica, porém é ensinada de forma desarticulada, mediante apresentação de conceitos, leis e fórmulas matemáticas, exercícios repetitivos que têm assumido o caráter preparatório para vestibular. Assim, o aluno fica preso a fórmulas caracterizando um conhecimento parcial e descartável.” (1)

Uma alternativa para amenizar essas dificuldades é utilizar ferramentas que desenvolvam o raciocínio, o interesse e o estímulo necessário para que compreendam sua aplicação no dia a dia. O uso da tecnologia na educação pode melhorar a aprendizagem no ensino, e complementar a didática dos professores, tornando o ensino mais dinâmico, motivador e atrativo. (2)

Com o surgimento da tecnologia e seu avanço em diversos setores da sociedade, ocasionou de maneira rápida e contínua a forma de comunicação, aquisição de conhecimento e as relações sociais. A escola sendo parte deste contexto social, deve alinhar o ensino com as tecnologias, já que, estudantes passaram a vivenciar a era tecnológica no cotidiano:

“A necessidade de uma educação voltada para a utilização de recursos tecnológicos é algo inquestionável. É preciso pensar nas mídias como uma ferramenta de enriquecimento do processo de ensino e de aprendizagem que deve capacitar o aluno para ser não apenas um simples expectador, mas um sujeito ativo, um explorador autônomo e um autor na comunicação midiática e outras relações sociais.” (2)

A revolução tecnológica vem transformando hábitos e ressignificando práticas na sociedade e na educação. O uso da robótica permite de forma hábil manipular objetos e equipamentos de acordo com cada necessidade. Além disso permite uma interação entre

professor e aluno no desenvolvimento da aprendizagem, envolvendo elementos fundamentais na criação de robôs tais como a programação, automação eletrônica e mecânica. Para a área da educação, denomina-se robótica educacional, e de acordo com Castilho (3) também pode ser chamada de robótica pedagógica, caracterizada por ambientes de aprendizagem composta por kits de montagem, motores, sensores, sucatas e softwares dos quais são programados para dar funcionalidade aos modelos montados.

“Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento.” (4)

Segundo Gomes (5), a robótica educacional proporciona uma dinâmica diferenciada aos alunos, oferecendo uma metodologia divergente do ensino tradicional, o que acaba tornando as aulas mais atrativas e motivadoras. Além do mais, desperta o interesse dos alunos pelos conteúdos, ajudando-os a construir seu próprio conhecimento. Sendo assim, pode desenvolver nos estudantes a percepção investigativa, relacionando conteúdos curriculares com a realidade, proporcionando vivência e prática dos conceitos estudados em sala de aula.

Outra ferramenta tecnológica abordada neste trabalho é o software Tracker, projetado por Douglas Brown está ligado ao projeto Open Source Physics sendo um recurso gratuito desenvolvido para o ensino de física. De modo simplificado, através dele é possível analisar o movimento de objetos em vídeos. Possui uma grande variedade de funções gráficas e analíticas, facilitando a aquisição de dados, que podem ser aplicadas no meio educacional, potencializando o ensino de física. (6)

A utilização da robótica educacional associada ao Tracker pode beneficiar a aprendizagem de alunos que não se sentem atraídos pelo estudo de física. O objetivo é criar um ambiente de caráter interacionista, defendido por Gomes (5) na introdução desses recursos no ambiente escolar, utilizando a tecnologia a serviço do ensino.

## **1.1. Referencial teórico**

Segundo Gonçalves (7), “Seymour Papert foi um visionário da tecnologia educativa e o precursor da utilização da robótica como ferramenta educacional”. Em 1960, Papert já previa o uso dos instrumentos tecnológicos em sala de aula, ele defendia a utilização destes recursos para a aprendizagem, com o intuito de desenvolver nos alunos o estímulo à criatividade, a habilidade de identificar e resolver questões por meio de práticas educativas, baseado no construtivismo de Piaget (8). Ele percebeu que o uso do computador e suas possibilidades

despertaria nos alunos o interesse pelo ensino, e facilitaria o processo de ensino aprendizagem. A linguagem LOGO, um de seus trabalhos mais renomados, tinha como elemento principal uma tartaruga, que inicialmente era um robô móvel que se deslocava no chão e com o desenvolvimento do monitor de vídeo passou a ser representado de forma icônica na interface do programa. (9)

De acordo com Papert (10), o uso da robótica em ambiente educacional desempenha no aluno motivação em descobrir e explorar o conhecimento, e ainda afirma que: “o que se aprende fazendo fica muito mais enraizado no subsolo da mente do que o que qualquer pessoa possa nos dizer.”

No ambiente LOGO a relação é inversa: a criança, mesmo em idade pré-escolar, está no controle – a criança programa o computador. E ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram. (11)

Diante desta realidade tecnológica, Seymour Papert implementou a robótica educacional e as instituições de ensino aderiram. Nesse contexto o Kit LEGO pode proporcionar inúmeras possibilidades didáticas, tornando-se uma ferramenta na aprendizagem. O LEGO foi criado por uma empresa familiar nos anos 30 e rapidamente cresceu e se tornou a maior empresa do seguimento. São peças de plástico que se encaixam e permitem uma série de combinações (12). Essas combinações possibilitam desenvolver os protótipos robóticos, construção de projetos, inventando e experimentando sistemas dirigidos por tecnologia, podendo controlar suas ações. Além de ser atrativo, diversos são os benefícios propiciados por ele, seus recursos visam subsidiar e progredir o processo de ensino e de aprendizagem (13), tais como cita Gomes:

- Transforma a aprendizagem em algo motivador, tornando bastante acessíveis os princípios de ciência e tecnologia aos alunos;
- Permite testar em um equipamento físico o que os estudantes aprenderam, utilizando modelos que simulam o mundo real;
- Ajuda a superação de limitações de comunicação, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências e desenvolva sua capacidade de argumentar e contra argumentar;
- Desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos;
- Favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como Matemática, Física, Eletrônica, Mecânica e Arquitetura (14)

## 1.2. A robótica educacional

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento que rege a base de educação no Brasil, com propostas pedagógicas de desenvolvimento de 10 competências durante o período da Educação Básica, na rede de ensino pública e privada (15). A segunda competência descrita é entendida como o desenvolvimento do pensamento Científico, Crítico e Criativo, elementos que podem ser abordados no contexto da robótica educacional.

Contudo, considerando a recente implementação da BNCC na educação brasileira, investigações acerca da relação entre Robótica Educacional e o desenvolvimento das competências gerais propostas no documento se mostram relevantes, podendo gerar informações pertinentes sobre a evolução dos estudantes. (16)

Os projetos pedagógicos devem ser planejados envolvendo as habilidades e competências descritas nas diretrizes gerais da BNCC, garantindo a formação integral de seus alunos. A robótica educacional não é abordada diretamente neste documento, mas a dinâmica oferecida por este recurso pode ser entendida como atividades capazes de serem desenvolvidas por meio de uma perspectiva construtivista alinhada com os objetivos da BNCC (16). Com isso, pode ser utilizada como uma metodologia que auxilia nas etapas de formação dos alunos.

Em um ambiente de aprendizagem adequado, a robótica educacional desenvolve nos alunos o senso crítico, estimula a criatividade, trabalho em equipe e socialização, além de proporcionar ao aluno autonomia na construção e desenvolvimento do raciocínio. Papert além de descobrir e desenvolver a metodologia com robôs, concluiu que a aprendizagem pode ser maximizada. De acordo com Camacho:

Papert viveu o período em que os computadores foram inventados e evoluíram nos E.U.A. A era influenciou o autor de tal maneira que foi ele um dos responsáveis pela implementação da linguagem LOGO no ensino. Através da programação, os alunos ganharam a autonomia que era, normalmente, reservada aos adultos, pois programavam um computador e sentiam que estavam a comandar a máquina, algo que, até então, estava destinado apenas aos adultos. (17)

O uso destes em sala é de suma importância para aprendizagem dos alunos, devido as diversas possibilidades que apresenta. De acordo com a autora Zilli, a robótica educacional proporciona:

- A utilização dos conceitos aprendidos na elaboração e execução dos projetos;
- Estimulação da investigação e da compreensão;
- Preparo do aluno para o trabalho em grupo;
- Fomento da criatividade;
- Estímulo do hábito do trabalho organizado;
- Reelaboração de hipóteses a partir do erro;
- Aplicação da teoria formulada em atividades práticas. (18)

### 1.3. Teorias da aprendizagem

Há várias teorias sobre o processo de ensino e aprendizagem ao longo da história. Na teoria construtivista, defendida por Piaget e Vygotsky, o aluno é tratado como construtor de seu próprio conhecimento, aprendendo por meio de situações em ambientes de interação social advindas de experiências anteriores.

“O construtivismo foi desenvolvido pelo psicólogo e epistemólogo suíço Jean Piaget, no início dos anos 20, o construtivismo considera que pode haver uma produção de informação e que, para que isso ocorra, a escolarização deve criar métodos que estimulem essa produção.” (19)

Dentro desta perspectiva, utilizar a robótica educacional nos conteúdos de física proporciona aos alunos o contato com ferramentas tecnológicas e de forma estratégica aproxima o aprendizado com a realidade. Esta prática estimula a curiosidade, concentração e criatividade, oportunizando aos alunos trabalharem em grupos, onde a troca mútua de conhecimento busca a solução para o problema, explorando e investigando, centralizando-se no crescimento intelectual por meio das interações sociais, uma vez que seu caráter lúdico e criativo pode contribuir para uma nova concepção de ensino. Convém ressaltar que:

... as abordagens dos temas devem ser feitas através de atividades elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de ideias. Dessa forma, os dados obtidos em demonstrações, em visitas, em relatos de experimentos ou no laboratório devem permitir, através de trabalho em grupo, discussões coletivas, que se construam conceitos e se desenvolvam competências e habilidades. (20)

Segundo Silva (21) para Vygotsky a interação de um indivíduo com o mundo não é uma relação direta, mas mediada, sendo os sistemas simbólicos os elementos intermediários nessa intervenção. Em termos genéricos, a mediação é o processo de intervenção de um elemento numa relação, que deixa de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento. Vygotsky (22) descobriu que o conhecimento também é resultado da interação social no desenvolvimento intelectual dos alunos quando trabalham juntos.

Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura como uma parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo. (23)

Baseando-se nas teorias construtivistas de Piaget e Vygotsky, referente ao processo de aprendizagem, e Papert no estudo mediado por tecnologias, as instruções elaboradas e ministradas neste trabalho visaram a participação e o progresso dos alunos nas aulas envolvendo robótica educacional e o Tracker. Dialogando sobre a problematização do experimento e desenvolvendo a atividade proposta, fortalecendo o domínio do objeto de estudo e aprimorando o raciocínio lógico dos alunos com uma metodologia assimilativa,

proporcionando ao aluno ser construtor de sua aprendizagem, resultando em avanços cognitivos.

#### 1.4. Justificativa

Utilizando a robótica educacional como alternativa viável para o ensino de física, este projeto tem como propósito montar um robô, chamado reboque, para facilitar e motivar a compreensão dos alunos nesta disciplina. A pretensão é proporcionar aulas mais dinâmicas das quais possam participar, manifestando e compartilhando ideias e concepções, através da aprendizagem coletiva, abordando as Leis de Newton, relacionando a compreensão e assimilação do conteúdo com o cotidiano.

O objetivo deste trabalho consiste na construção de um robô com o Kit LEGO para explicar as Leis de Newton. O conteúdo teórico será explanado e em seguida, a aplicação do experimento prático, na turma do 2º ano do ensino médio. O foco é a imersão da robótica educacional no ensino de física, proporcionando aos alunos uma aprendizagem significativa através da percepção, dando sentido às teorias, fórmulas e equações estudadas em sala. Será gravado a movimentação do robô durante todo o percurso para ser analisado no software Tracker.

Será utilizado o Kit LEGO Mindstorms Education EV3 para o desenvolvimento do robô. Esta linha oferece uma grande variedade de blocos simples e programáveis, motores, vigas, conectores e engrenagens que auxiliam os educadores e educandos em suas necessidades em sala de aula. A situação simulada envolve plano inclinado, força peso ( $\vec{P}$ ), tração ( $\vec{T}$ ), aceleração ( $\vec{a}$ ), massa (kg), ângulo e atrito estático ( $\vec{F}_{ate}$ ) que deverão ser mensuradas pelos alunos divididos em grupos. Para descobrir a aceleração ( $\vec{a}$ ) do sistema será utilizado o software Tracker, que analisará o vídeo do experimento e fornecerá um valor. Por fim, será entregue ao grupo um questionário composto de questões relacionadas ao experimento para verificar o entendimento dos alunos acerca do conteúdo estudado.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para simular o resgate, será construído uma réplica em escala do cenário, o carro será o robô reboque EV3, os estudantes a serem resgatados serão um conjunto de massas, de acordo com que os grupos possuem, como: estojo, garrafa de água, livros, etc. Os alunos foram divididos em seis grupos, compostos de 3 a 6 pessoas. Cada grupo recebeu uma folha de atividade (Apêndice A) composta de perguntas sobre as forças que atuam no problema, sendo elas: força peso ( $\vec{P}$ ), força de atrito estático ( $\vec{F}_{ate}$ ), força normal ( $\vec{N}$ ), força de tração ( $\vec{T}$ ), e

força do carro ( $\vec{F}_c$ ) a qual eles calcularão. A força de atrito dinâmico  $\vec{F}_{atd}$  entre as rodas do robô é desconsiderada neste experimento.

O robô montado pelos grupos é do tipo reboque mostrado na (Figura 1), no manual de montagem. Após a conclusão, foi posto em uma balança para medição da massa do carro. Cada grupo poderia determinar qualquer objeto para simular a massa dos estudantes no içamento, foram escolhidos estojos e celulares.

Figura 1 – Reboque LEGO



FONTE: (24)

A rampa foi presa a objetos próximos para manter a estabilidade na hora do experimento, simulando uma situação semelhante ao ilustrado nas Figuras 2 e 3. A roldana foi fixada no meio do topo da rampa, para garantir que a simulação de forças ficasse no mesmo plano, o grau de inclinação da rampa foi determinado utilizando um transferidor. A sugestão dada aos alunos era de manter o ângulo entre 15 a 20°.

Figura 2 - Exemplo da construção da rampa

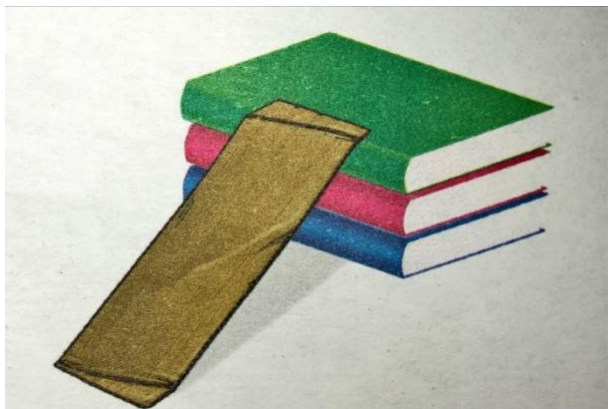
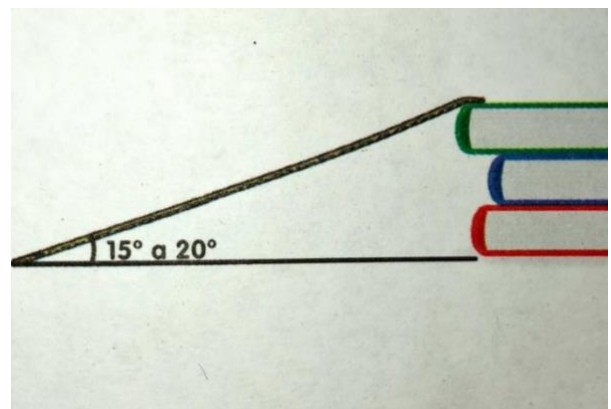


Figura 3 - Exemplo da angulação



FONTE: (25)

## 2.1. Materiais

Os materiais utilizados para simulação do resgate foram:

- Kit LEGO Mindstorms Education EV3
- Software Tracker
- Manual de montagens
- Balança
- Barbante
- Transferidor
- Maletas vazias do Kit LEGO
- Pesos diversos (estojos, livros, cadernos etc.).
- Fita adesiva
- Tesoura
- Notebook
- Fita métrica

## 2.2. Compreensão do problema

Após apresentado a situação-problema do resgate a ser realizado, surge o questionamento da quantidade de massa que o carro suporta içar (massa máxima), sem ser puxado para cima ou, que suas rodas deslizem. Este e outros fatores precisam ser analisados para que aconteça de acordo com o planejado, o carro deve resgatar o maior número de estudantes possíveis por vez, em segurança. Fatores que precisam ser analisados no experimento com o robô:

- Massa do carro
- Massa dos estudantes
- Ângulo do plano inclinado
- Força resultante sobre o carro ( $\vec{F}_R$ )
- Força peso do carro ( $\vec{P}_c$ )
- Força peso dos estudantes ( $\vec{P}_e$ )
- Força do carro sobre a corda ( $\vec{F}_c$ )
- Aceleração dos estudantes ( $\vec{a}$ )
- Tração na corda que vai içar os estudantes ( $\vec{T}$ )
- Força de atrito estático ( $\vec{F}_{ate}$ )
- Força normal ( $\vec{N}$ )



### 2.3. Concepção de um plano

O propósito consiste em posicionar o carro o mais próximo possível do despenhadeiro, amarrar a corda no robô, passar sobre a roldana, amarrar sobre o conjunto de massas e fazer o içamento. Algumas grandezas foram medidas antes do regaste ser realizado, tais como: a massa do robô, o coeficiente de atrito estático ( $\vec{F}_{ate}$ ) dos pneus com a superfície, a massa do que será içado e o ângulo de inclinação da rampa.

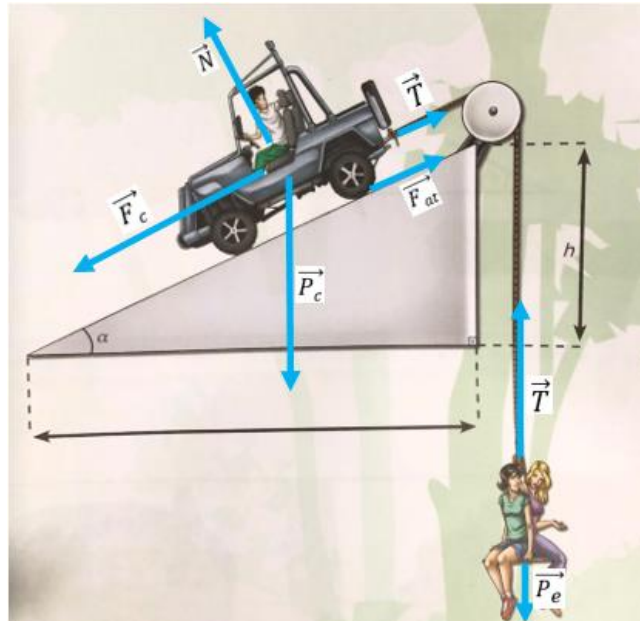


Figura 4 - Plano inclinado.

Fonte: (25)

Todos os esforços e grandezas que agem sobre o sistema são descritos pelo Diagrama de Corpo Livre. Para obter os valores é necessário calcular seguindo os métodos de decomposição de forças. As forças atuantes no sistema são: força peso do carro ( $\vec{P}_c$ ), força peso das pessoas ( $\vec{P}_e$ ), força normal ( $\vec{N}$ ), tração ( $\vec{T}$ ), força de atrito estático ( $\vec{F}_{ate}$ ) e força do carro ( $\vec{F}_c$ ), essas forças que agem sobre o carro e os estudantes determinam sua força resultante ( $\vec{F}_R$ ).

### 3. APLICAÇÃO PRÁTICA

Os alunos do 2º ano do ensino médio foram levados para a sala de robótica e divididos em grupos. Chegando ao local foram passadas instruções necessárias para dar seguimento ao experimento, no intuito de alcançar o resultado esperado. O enredo principal para estudo, se passa em um problema fictício de uma turma de estudantes que vão ao cerrado para um passeio. Na trilha eles se perdem e acabam caindo em um despenhadeiro. Depois dos estudantes passarem um tempo pedindo socorro, “você” (grupo de alunos do 2º ano) que estava

passando por uma estrada próxima, escuta os gritos e vai socorrê-los. A proposta então é montar um sistema que seja possível içá-los com segurança.

### 3.1. Preparação para o experimento – aula de revisão

No dia 28/04/2022 foram ministradas três aulas de revisão para a turma do 2º ano do ensino médio com duração de 50 minutos cada aula. Para que estas aulas acontecessem, foram utilizados slides elaborados (Figuras 5 e 6), quadro branco e pincéis. Revisão básica de vetores, trigonometria no triângulo retângulo, decomposição vetorial e, em seguida uma introdução às leis de Newton, foram os primeiros tópicos a serem abordados.



Figura 5 – Slide elaborado sobre vetores.

Fonte: Próprio autor

Em cada lei, foram citados exemplos práticos de aplicação para melhor compreensão do aluno.

Figura 6 – Slide elaborado sobre Leis de Newton



Fonte: Próprio autor

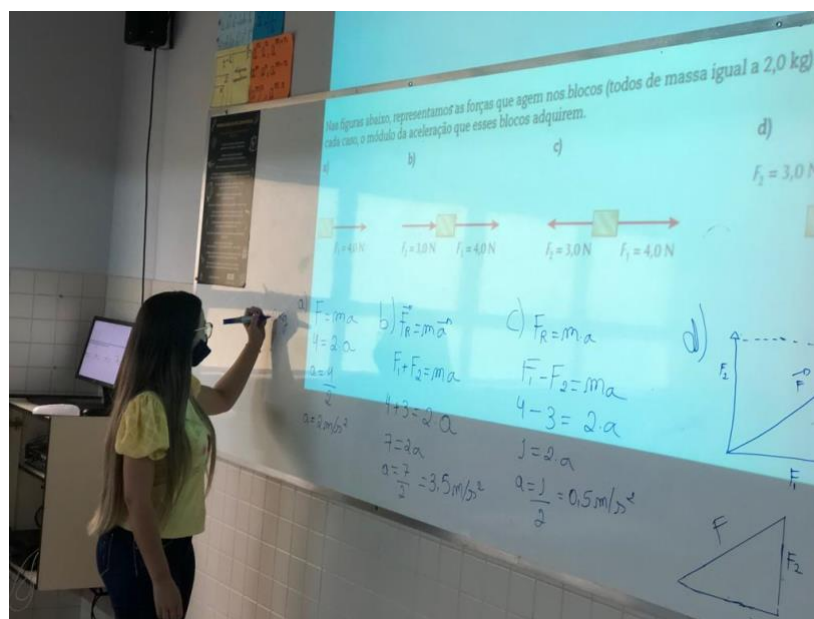
No intuito de explorar os conhecimentos dos alunos sobre as Leis de Newton, algumas questões envolvendo o experimento foram discutidas em sala, como:

- Qual a massa máxima que o carro consegue içar, sem que seja puxado para trás ou sem que suas rodas deslizem?
- Se aumentássemos a força do motor do carro, ele seria capaz de erguer mais massa ao descer a rampa?
- Se o carro estivesse em uma superfície plana, dotado do mesmo tipo de piso do plano inclinado, ele conseguiria suspender massas maiores?
- Uma outra possibilidade de descobrir o ângulo de inclinação do plano inclinado, seria medir com a fita métrica a rampa e depois a altura. Utilizando o conceito de trigonometria do triângulo retângulo é possível descobrir o ângulo. Isto foi discutido e demonstrado no quadro com os alunos durante o experimento.

Foi simulada uma situação na qual o carro não foi capaz de subir nem descer a rampa (equilíbrio estático), e assim, descobrir qual o coeficiente de atrito estático ( $\mu_e$ ) entre a superfície e os pneus do carro (robô). Nesta etapa do experimento foi feita uma demonstração da situação e em seguida desenvolveu-se a fórmula no quadro.

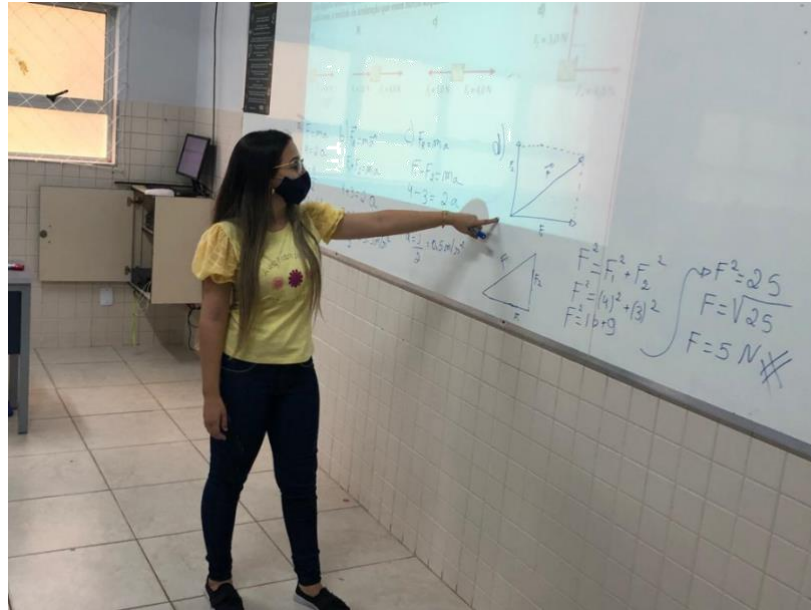
Os alunos interagiram durante a aula fazendo perguntas, comentários e colaboraram durante a explicação. Após a introdução e exemplificação das leis de Newton, foram resolvidos exercícios no quadro como mostra as Figuras 7 e 8. Em seguida, foram deixadas algumas questões para que os alunos resolvessem sozinhos, recebendo o devido auxílio quando solicitado.

Figura 7 – Resolução de exercício



Fonte: Próprio autor

Figura 8 – Explicando sobre a resolução do exercício



Fonte: Próprio autor

Na aula teórica foram ministrados os conceitos principais de Newton em uma perspectiva dinâmica. A forma apresentada atraiu à atenção dos alunos minimizando as dispersões e assuntos paralelos. Era notável que não somente a participação estava ampla, como a interação entre os alunos geraram boas discussões. Durante a resolução dos exercícios, os alunos tiveram muita dificuldade nos cálculos, sinais, sentido das forças e trigonometria no triângulo retângulo. Nesta etapa, foi notório a dispersão durante a aula, com conversas paralelas e o uso inadequado do celular.

### 3.2. Montagem do robô



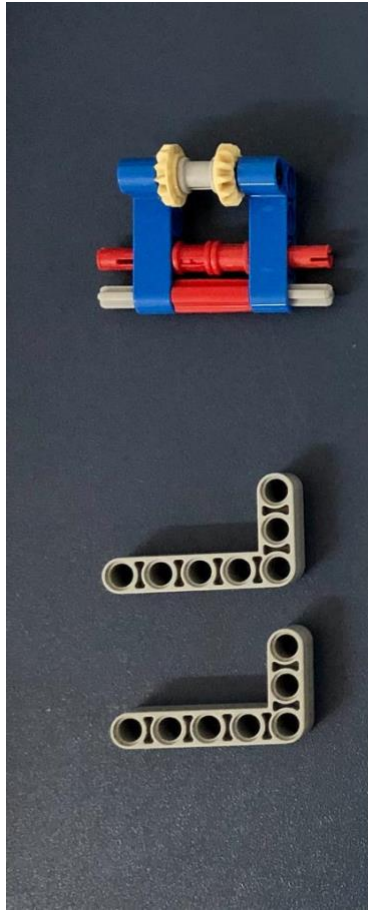
a



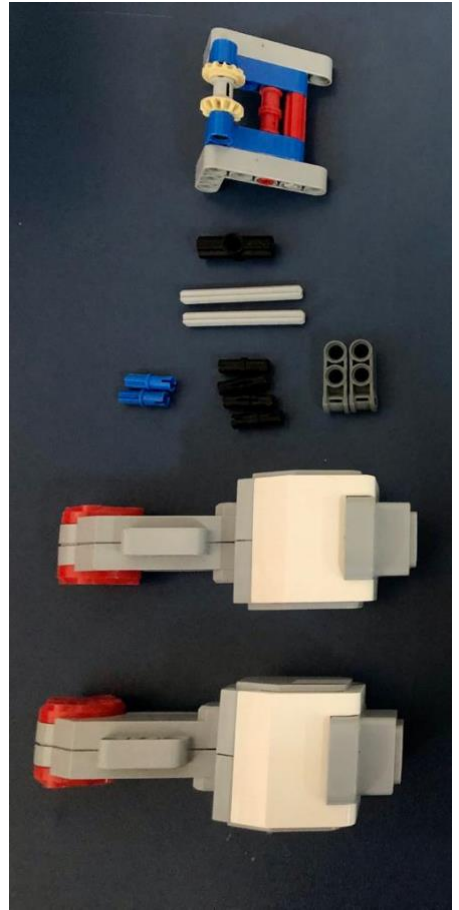
b



c



d



e



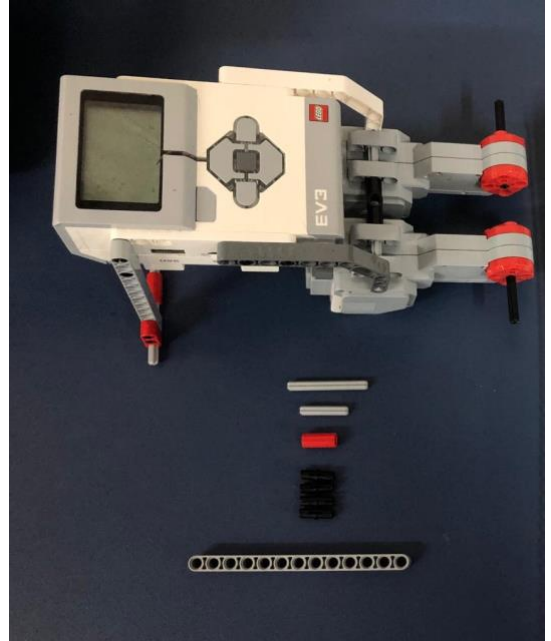


f



h

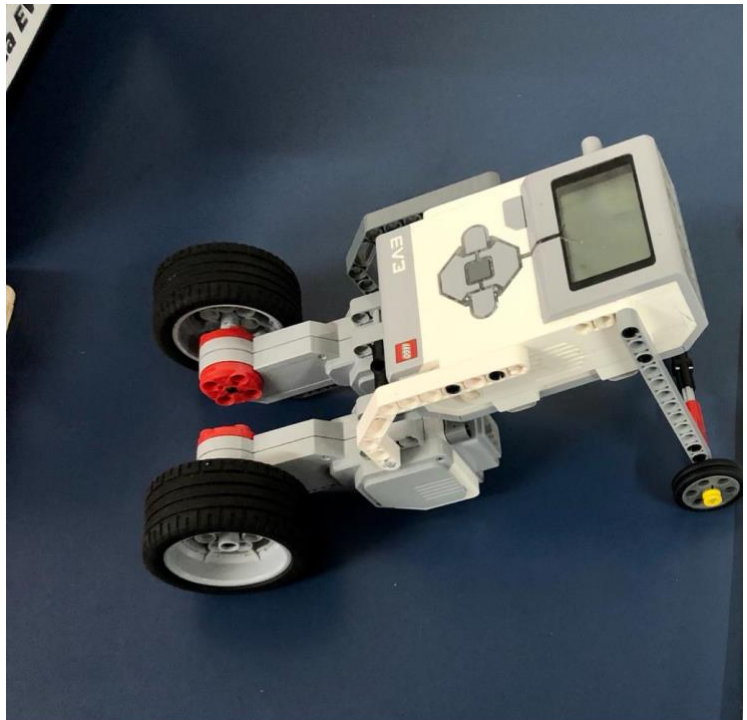
g



i



j



k

Figura 9 – Sequência de montagem do robô reboque (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k).

### 3.3. Execução do experimento

Em 3 de maio de 2022, ocorreu a aplicação deste experimento na turma do segundo ano do ensino médio, em uma escola localizada no município de Goiânia, durante as aulas de física. Participaram desta atividade um total de 29 alunos formando grupos de três, quatro, cinco e seis integrantes, totalizando seis grupos, com faixa etária entre 15 a 17 anos.

Para cada grupo foi entregue o Kit LEGO Mindstorms Education EV3, um manual de montagem (Anexo 1), duas maletas LEGO vazias com tampas, um notebook com o aplicativo EV3 Classroom v. 1.5.3 para programar o robô, e uma folha de atividade. Os demais materiais: balança, barbante, transferidor, régua, fita adesiva, fita métrica e tesoura foram colocadas expostos em uma mesa, para uso coletivo (Figura 10). Alguns objetos próprios dos alunos também foram utilizados, como: livro, estojos, celulares, etc.

Figura 10 - Materiais de uso compartilhado



Fonte: Próprio autor

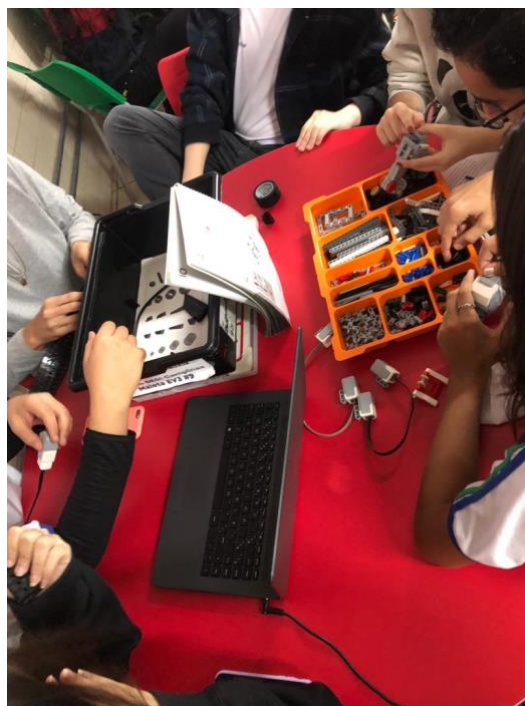
Os grupos deram início à montagem do robô utilizando o manual de montagem como suporte. As Figuras 11, 12 e 13 mostram o desenvolvimento dos grupos nesta etapa do experimento.

Figura 11 – Grupo montando o robô reboque



Fonte: Próprio autor

Figura 12 – Grupo montando o robô reboque



Fonte: Próprio autor



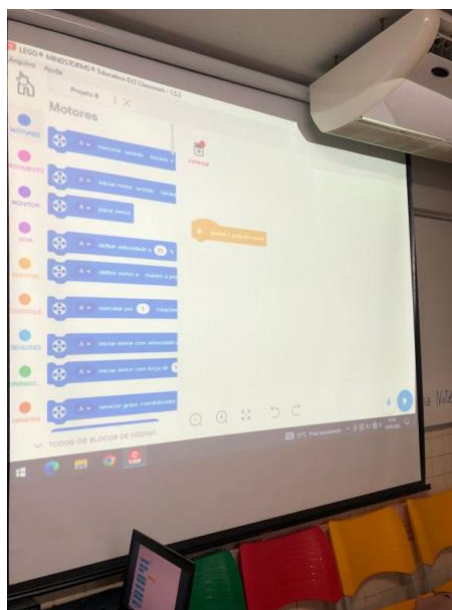
Figura 13 – Grupo montando o robô reboque



Fonte: Próprio autor

Após todos os grupos concluírem a montagem, foram passados por meio de slides projetados no quadro (Figura 14), instruções sobre a programação do robô. Um grupo por vez iria até a mesa com os materiais de uso coletivo, para medir a massa do robô (Figura 15) e do conjunto de massas (Figuras 16) escolhidos para simular os estudantes a serem resgatados, e interpretada junto aos alunos, ressaltando a importância da física em uma situação real, a relação da teoria com a prática e a aplicação das Leis de Newton.

Figura 14 – Instruções para programar o robô



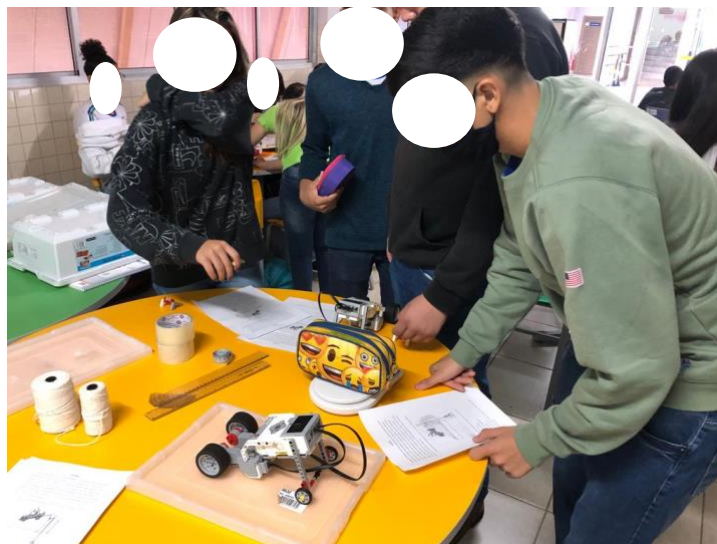
Fonte: Próprio autor

Figura 15 – Pesagem do robô realizada por um grupo



Fonte: Próprio autor

Figura 16 – Pesagem do conjunto de massas sendo realizado por um grupo



Fonte: Próprio autor

Para a construção da rampa as caixas que guardavam o Kit LEGO foram utilizadas, posicionadas entre as caixas e fixada por fita adesiva (Figura 17). A ideia é tornar o cenário o mais próximo possível do problema e manter a rampa fixa, a rampa não deve se movimentar durante a realização do experimento ou irá alterar os resultados obtidos no software Tracker. A Figura 18 é a rampa obtida no final da instrução.

Figura 17 – Construção do plano inclinado



Fonte: Próprio autor

Figura 18 – Plano inclinado construído



Fonte: Próprio autor

Em seguida o grau de inclinação da rampa foi verificado utilizando um transferidor como pode ser visto na Figura 19.

Figura 19 – Medindo o grau de inclinação da rampa



Fonte: Próprio autor

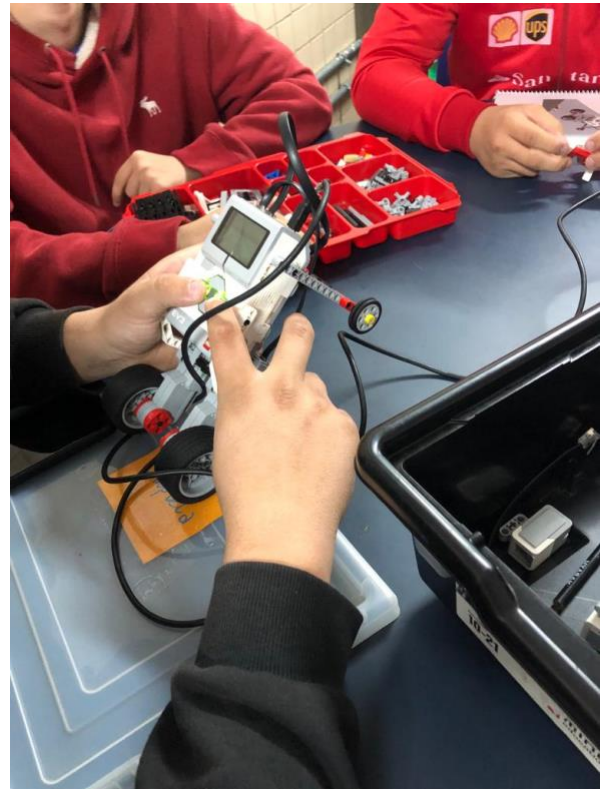
Os alunos desenvolveram bem a programação do robô (Figuras 20 e 21). A cada montagem surgiam dúvidas e brevemente solicitavam ajuda, sendo atendidos rapidamente. Assim como descrito na atividade, foi ressaltado em sala que, o robô não poderia patinar e nem retornar de ré. Foi sugerido que os grupos escolhessem objetos com massa de 250g a 300g aproximadamente.



Figura 20 – Alunos programando o robô



Figura 21 – Alunos configurando o robô



Fonte: Próprio autor

Todos os grupos conseguiram realizar o resgate, ou seja, o “carro” (robô) de cada grupo conseguiu erguer os estudantes (objeto escolhido pelo grupo) presos no despenhadeiro. Os grupos foram instruídos a gravarem um vídeo realizando o resgate, para ser analisado no software Tracker, fornecendo a aceleração ( $\vec{a}$ ) do sistema, dando a possibilidade de determinar as forças questionadas na atividade. Esta análise foi discutida de forma geral na sala e realizada por grupo. As curvas e valores da velocidade ( $\vec{v}$ ) da aceleração ( $\vec{a}$ ) fornecida pelo Tracker foram discutidas e esclarecidas. A Figura 22 mostra a análise no Tracker sendo realizada.

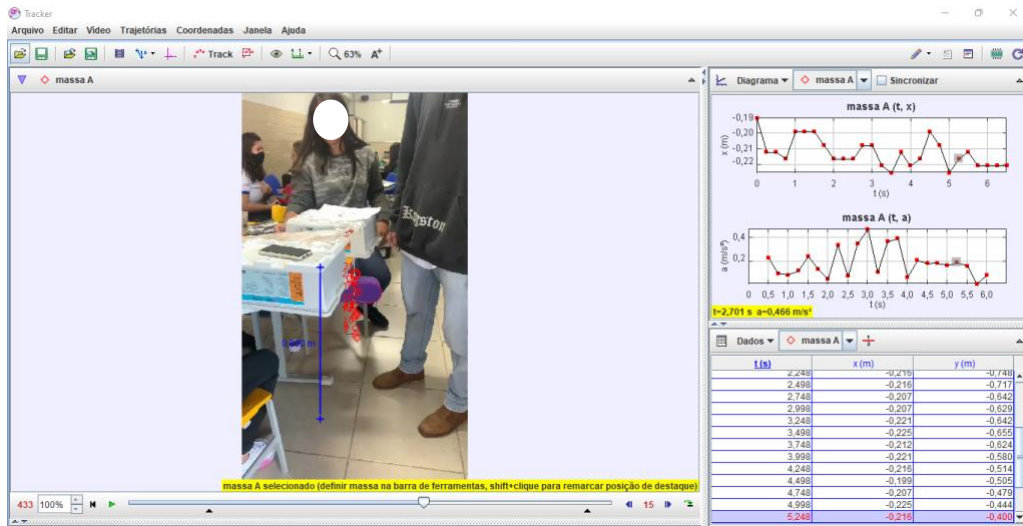


Figura 22 - Tela principal do Tracker

Fonte: Próprio autor

No quadro a esquerda está exposto o experimento que está sendo analisado, os pontos vermelhos, mostram as marcações dos quadros sucessivos do movimento. À direita, há uma tabela com os dados de velocidade e aceleração ( $\vec{v}$ ,  $\vec{a}$ ) e um dos gráficos analisados. (26)

Figura 23 – Análise no software Tracker

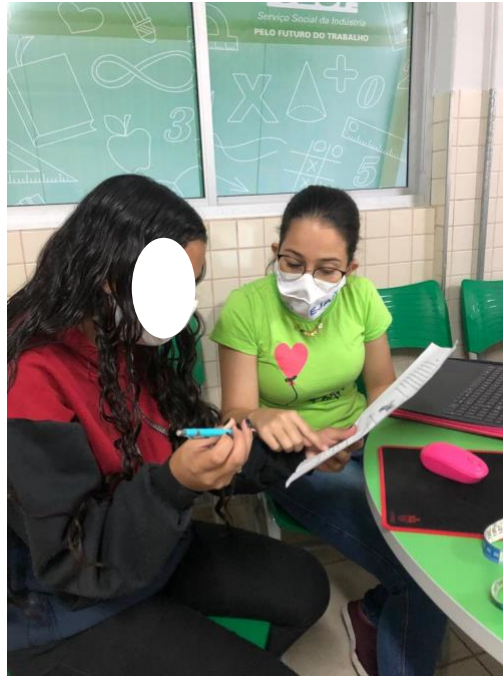


Fonte: Próprio autor

Obtido a aceleração ( $\vec{a}$ ) no Tracker, a massa do robô e do conjunto de massas, o grau de inclinação do plano, os grupos deram sequência aos cálculos para encontrarem os valores das forças atuantes no sistema.

É importante ressaltar que durante a montagem do robô, aferição das massas, programação, análise no software e cálculos das forças, os grupos receberam auxílio e suporte necessário em suas dificuldades (Figura 24).

Figura 24 – Esclarecendo dúvidas



Fonte: Próprio autor

Após a realização do experimento e da atividade, foi entregue a cada aluno um questionário de apreciação (Apêndice B), no intuito de averiguar a aceitação e a influência do experimento em nível de aprendizado. O questionário é individual e visa qualificar o impacto do experimento na aprendizagem dos alunos, tendo afinidade ou não com os conceitos desenvolvidos de física.

No desenvolvimento do experimento foi notório as dificuldades que os alunos possuem em rearranjar fórmulas para descobrir incógnitas, algo atípico para alunos do 2º ano do ensino médio. Não havia compreensão sobre a aplicação da fórmula  $\vec{F} = m\vec{a}$  em  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ , diversas explicações sobre a correlação foram feitas, porém sem o entendimento amplo da maioria dos estudantes. Cerca de 25% do tempo disponibilizado para o experimento foi alocado na explicação de conceitos que de acordo com a Base Nacional Comum Curricular - BNCC, nesta faixa etária (entre 15 a 17 anos), já deviam ter o conhecimento desenvolvido e solidificado.

O experimento teve uma duração maior que o esperado, sendo necessário a disponibilização de mais aulas, que foi solicitado para professora de outra disciplina (matemática), para que o experimento fosse concluído, totalizando em seis aulas de 50 minutos.

A robótica educacional juntamente com o software Tracker contribui de forma produtiva no processo de ensino-aprendizagem referente às leis de Newton. Grande parte dos alunos encontraram dificuldade na parte dos cálculos, isolar incógnitas, sendo notório o déficit em matemática básica especialmente quanto a substituição dos valores nas fórmulas,

necessitando de auxílio e orientação durante todo o desenvolvimento da atividade. Em meio a aplicação do experimento, a solução pensada e implementada de modo imediato para suprir essas dificuldades foi atender cada aluno por vez em suas respectivas dúvidas.

A Tabela 1 abaixo mostra o resultado da atividade desenvolvida pelos alunos durante o experimento. É importante ressaltar que, os vídeos analisados pelo Tracker, que fornece a aceleração do sistema, foram filmados pelos próprios grupos. Fatores como a má qualidade dos vídeos e posição incorreta podem influenciar nos resultados.

Tabela 1 – Resultados obtidos pelos grupos

Dados	Grupo					
	1	2	3	4	5	6
Me (kg)	0,221	0,257	0,228	0,298	0,252	0,285
Mc (kg)	0,559	0,542	0,542	0,561	0,547	0,537
Pe (N)	2,21	2,57	2,28	2,98	2,52	2,85
Pc (N)	5,59	5,42	5,42	5,61	5,47	5,37
Ângulo (°)	12	15	16	15	17	19
Aceleração Tracker (m/s <sup>2</sup> )	0,02210	0,21560	0,09550	0,09330	0,19310	0,91430
T (N)	2,22	2,58	2,29	3,01	2,54	2,86
Fc (N)	2,21	2,63	2,30	3,01	2,57	3,11
N (N)	2,23	2,74	2,35	3,06	2,67	3,60
Teste do Atrito Estático						
Ângulo de Atrito (°)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Coefficiente de Atrito	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Fat (N)	3,16	3,02	3,01	3,13	3,02	2,93

Fonte: Próprio autor

#### 4. DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

Os dados obtidos pelo questionário aplicado após o experimento estão representados por gráficos, todos os 29 alunos que participaram do experimento responderam e entregaram.

##### 4.1.1. O quanto você gosta de estudar física?

Esta questão visa verificar a relação e o entusiasmo dos estudantes quanto ao ensino de física. O resultado pode ser visualizado no Gráfico 1 abaixo:



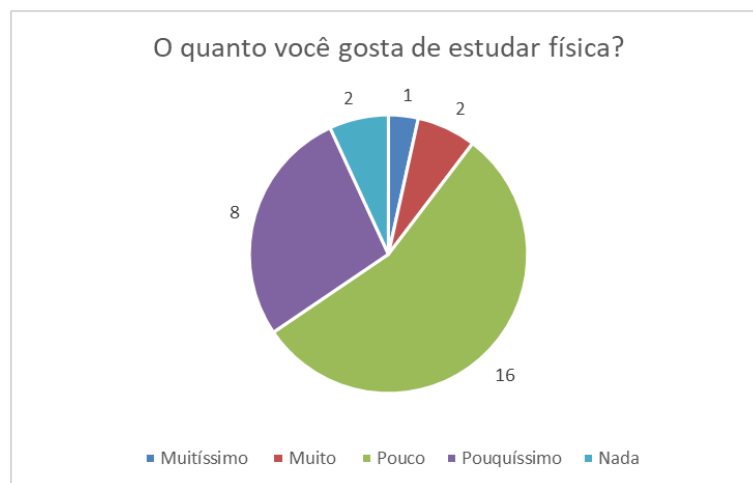


Gráfico 1 – Resultado da questão 1.

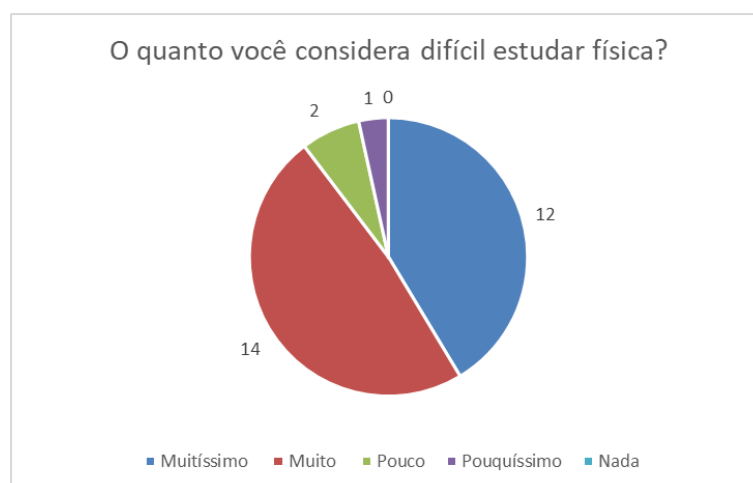
Fonte: Próprio autor

Como visto, a maior parte dos alunos não gostam de estudar física. Esta rejeição pode estar associada a uma multiplicidade de fatores que pode ser empregado como um indicativo de que os alunos necessitam de uma motivação, por isso o experimento foi elaborado de forma a incentivar a participação e a visualização do conteúdo na prática.

#### 4.1.2. O quanto você considera difícil estudar física?

Esta questão tem o propósito de averiguar o grau de dificuldade que os alunos possuem em estudar física. O resultado pode ser visualizado no Gráfico 2:

Gráfico 2 – Resultado da questão 2.



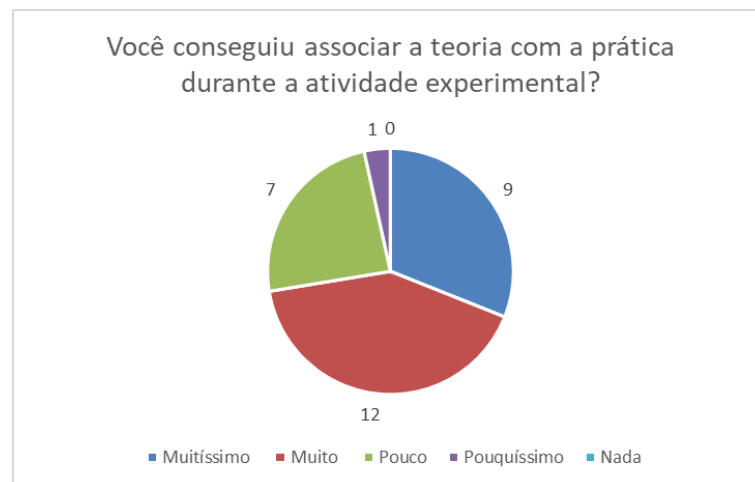
Fonte: Próprio autor

A quantidade de alunos que consideram difícil estudar física é muito grande, fato que deve ser levado em consideração no desenvolvimento do experimento, buscando recursos que facilitem a aprendizagem do aluno.

#### 4.1.3. Você conseguiu associar a teoria com a prática durante a atividade experimental?

A proposta desta questão consiste em averiguar se os alunos conseguiram associar a leis de Newton na aplicação prática, realizada por meio do experimento. O resultado pode ser observado no Gráfico 3:

Gráfico 3 – Resultado da questão 3.



Fonte: Próprio autor

É notório que nenhum aluno acha que ficou isento de aprendizagem, a maioria se beneficiou com o experimento que contribui para o seu desenvolvimento cognitivo, dando uma noção espacial das leis de newton na prática.

#### 4.1.4. O quanto você gostou do experimento?

Esta questão busca visualizar se o experimento teve boa aceitação por parte dos alunos, o resultado pode ser observado no Gráfico 4:



Gráfico 4 – Resultado da questão 4.

Fonte: Próprio autor

Este resultado apresenta em sua maioria, que os alunos sentiram atração pela aula experimental. Isso pode estar associado ao fato dos alunos se sentirem motivados por este método alternativo, dando significado aos conceitos físicos aplicados.

#### 4.1.5. O quanto você aprendeu com o experimento?

Essa questão tem por objetivo compreender o quanto o experimento contribui na aprendizagem dos alunos. O resultado pode ser visualizado no Gráfico 5:

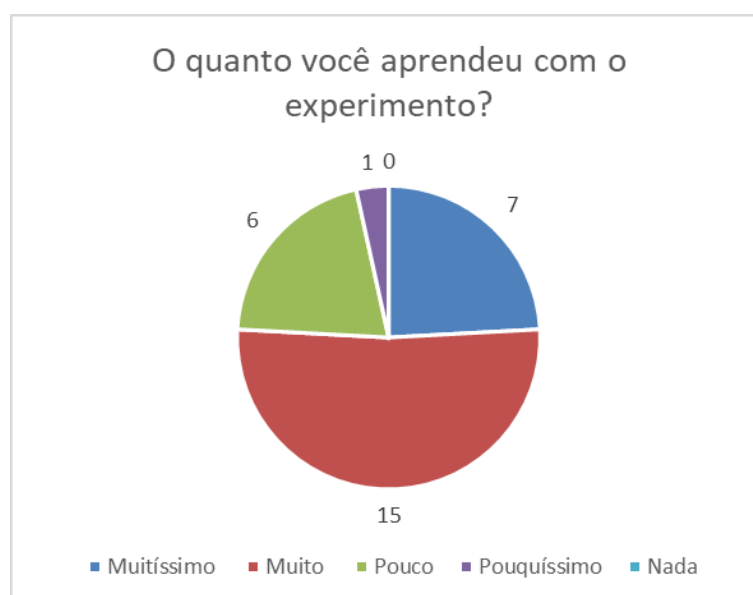


Gráfico 5 – Resultado da questão 5.

Fonte: Próprio autor

Este resultado é um indicativo de que a maioria dos alunos acha que teve algum desenvolvimento com o experimento, contribuindo na construção da aprendizagem e no desenvolvimento do conhecimento científico.

#### 4.1.6. O quanto o experimento te ajudou a entender as leis de Newton?

Esta questão visa compreender se os alunos conseguiram visualizar os conceitos físicos aplicados no experimento e o entendimento com o mesmo. O resultado pode ser visualizado no Gráfico 6.

Este resultado mostra que a maioria dos alunos acha que o experimento contribuiu com a aprendizagem de grande parte da turma, denotando que robótica educacional pode ser utilizada como recurso didático na educação.

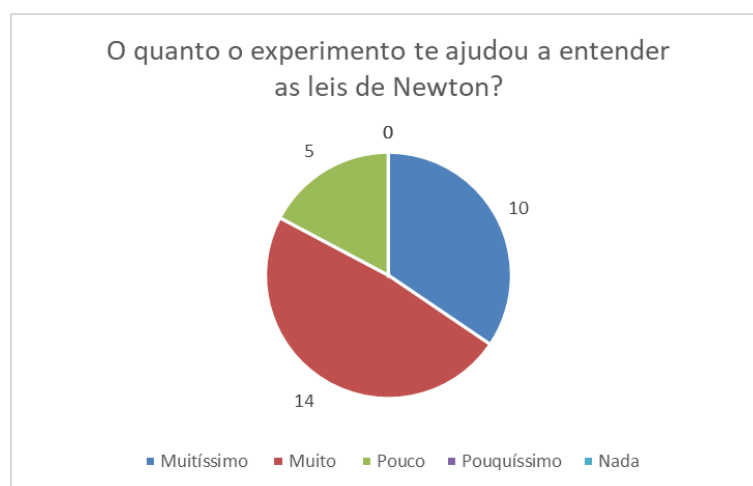


Gráfico 6 – Resultado da questão 6.

Fonte: Próprio autor

#### 4.1.7. Qual sua vontade de aprender física após o experimento?

Esta questão buscou verificar a motivação dos alunos em estudar física após o experimento. O resultado pode ser observado no Gráfico 7.

Analisando os resultados do gráfico, percebe-se que a vontade dos estudantes em aprender física após o experimento não alterou, isto não deve ser considerado como um fator desmotivante para aplicação do experimento. Este resultado pode estar associado a dificuldade que os alunos atribuem a aplicação das formulas e cálculos característicos da disciplina, mesmo sentindo-se atraídos e interagindo com a dinâmica do experimento.

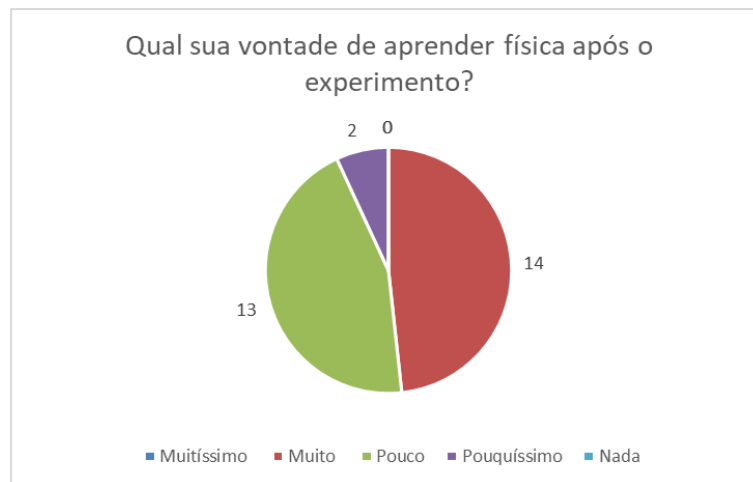


Gráfico 7 – Resultado da questão 7.

Fonte: Próprio autor

#### 4.1.8. Você faria alguma modificação neste experimento?

Esta questão busca identificar possíveis falhas na aplicação deste experimento, também contribuições de melhorias na realização deste e de futuros experimentos utilizando robótica educacional. Este resultado pode ser visualizado no Gráfico 8:



Gráfico 8 - Resultado da questão 8.

Fonte: Próprio autor

Como observado no gráfico acima, houve uma generalidade entre os alunos a não modificar o experimento sugerindo uma satisfação dos alunos na metodologia e organização em sua aplicação.

#### **4.1.9. Comentários adicionais com relação à atividade: (opcional)**

Os comentários adicionais em relação a aplicação do experimento tem o intuito de coletar opiniões diversas não listadas anteriormente. Mesmo assim contribuem com os resultados quando analisados individualmente, são eles:

“Gostei muito da atividade.”

“Muito boa, entendi melhor o conteúdo.”

“Eu aprendi muito, gostei das aulas e tirei todas as dúvidas.”

“É uma atividade muito dinâmica, porém os cálculos finais foram difíceis.”

“Muita criatividade, ótima instrução.”

“Achei muito fácil a montagem e a programação.”

“Muito boa a atividade, gostei.”

“Teve criatividade na hora da atividade.”

“Tia Ana Paula é muito da hora.”

“Prof. Anna Paulla é muito legal e gente boa.”

“Tia Anna Paulla é muito legal.”

Percebe-se que os comentários acima contribuíram positivamente com o experimento desenvolvido em sala, constatando a aceitação dos alunos e o envolvimento nas aulas.

## **5. CONCLUSÃO**

Conforme apresentado neste trabalho, percebe-se que a utilização da Robótica Educacional associada ao Tracker se mostrou uma alternativa favorável no método de ensino-aprendizagem. Os alunos participantes deste experimento tiveram uma boa aceitação e participação ativa no decorrer das aulas.

Durante as práticas, foi simulado uma situação-problema similar as que são utilizadas frequentemente em disciplinas que retratam este conteúdo, possibilitando que os alunos utilizassem de seus conhecimentos para resolver uma situação fictícia, em um ambiente composto por diferentes ferramentas que auxiliam no conhecimento significativo, por meio de ações cognitivas e intelectuais que oportunizaram a terem uma percepção e visão espacial em seu meio, de forma interativa e mediada pelo instrutor.

Nesta perspectiva, notou-se uma maior motivação por parte dos alunos, visto que esta abordagem se diferencia do ensino tradicional que utiliza da exposição oral como metodologia principal, onde os fenômenos físicos são representados por figuras de livros, internet ou desenhos feitos no quadro. A utilização da robótica educacional proporcionou vivenciar uma

simulação de uma situação real por meio da montagem do robô, obtendo valores reais para as grandezas envolvidas no problema, tornando as aulas mais atrativas, despertando a atenção dos alunos.

Durante o trabalho em grupo percebeu-se momentos de discussão, interação e partilha de conhecimentos entre os integrantes. Nesta etapa, eles se organizaram de forma que todos participassem da montagem do robô, das medidas e cálculos, fomentando a construção do conhecimento em conjunto, por meio de diferentes perspectivas. Os grupos demonstraram certa habilidade e agilidade na montagem e programação, interagindo e discutindo entre si, oportunizando os alunos a aprenderem de forma efetiva e dinâmica. O interesse dos alunos, decorrente da manipulação dos objetos e na observação do experimento, pode ser usado como propulsor na aprendizagem, pois, o mesmo é desafiado a refletir, contribuindo para a compreensão e exploração de conceitos físicos relacionados, levando-os a utilizarem as teorias aprendidas, de modo a fornecer uma explicação para o cenário visualizado. Isto pode resultar em um aumento de estudantes coautores, predispostos, habilidosos e críticos na construção do conhecimento.

É importante ressaltar que apesar deste trabalho basear-se em modelos teóricos de referência, sua aplicabilidade está sujeita a falhas, e alguns obstáculos foram observados durante o experimento: a dificuldade dos alunos em matemática básica e a manipulação de fórmulas resultando em um tempo maior que o previsto, já que houve uma constante necessidade de revisar conteúdos matemáticos. Por vezes, a cooperação e o diálogo entre os alunos se dispersavam da aula, dificultando a finalização do experimento.

O software Tracker foi utilizado neste trabalho para fornecer a aceleração do sistema elaborado por cada grupo. É uma ferramenta desenvolvida para cálculos de sistemas físicos, possuindo uma grande variedade de aplicações podendo desempenhar uma excelente análise. Entretanto, a assertividade dos resultados depende da qualidade de gravação do vídeo e a posição de filmagem, quando essas duas condições não são satisfatórias, o software resulta em dados confusos, influenciando negativamente pois os valores podem não ser reais.

Com base nos resultados é possível determinar que o experimento foi bem sucedido entre os alunos, conseguindo atrair a atenção e desenvolvendo uma visão espacial de como a física está presente em situações cotidianas. Pode-se considerar então, que a robótica educacional é uma alternativa atrativa para o desenvolvimento pedagógico com os princípios do BNCC pois, seus conceitos podem ser trabalhados de acordo com as competências descritas neste documento, e atingi-las. Portanto, mesmo com as dificuldades encontradas durante a aplicação do experimento, a robótica educacional pode ser utilizada como uma grande aliada do ensino de física e também em outras áreas do conhecimento.

## 6. REFERÊNCIAS

- 1 R. ANTONOWISKI, M. V. A. L. C. T. R. Dificuldades encontradas para aprender e ensinar física moderna. **Scientific Electronic Archives**, Sinop, Agosto 2017.
- 2 NOGUEIRA, L. D. M. A INFLUÊNCIA DAS NOVAS TECNOLOGIAS NO CONTEXTO ESCOLAR. **EDUFU**, Uberlândia, v. 2, 2011.
- 3 CASTILHO, M. I. Monografia de Especialização em Informática na Educação. **Robótica na Educação: Com que objetivos?**, Porto Alegre, 14 Abril 2002.
- 4 MOREIRA, M. A. Instituto de Física da UFRGS. **Aprendizagem significativa crítica**, 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 04 abril 2022.
- 5 GOMES, P. N. N. **A robótica educacional como meio para aprendizagem da Matemática no ensino fundamental**. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, p. 96. 2014.
- 6 LENZ, J. A. TRACKER. **UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, 20. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/lenz/tracker>>. Acesso em: 13 novembro 2021.
- 7 GONÇALVES, P. C. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**, Maringá, 2007. 86.
- 8 ELLISSON, N. Seymour Papert - South African-born mathematician and computer scientist. **Britannica**, 2021. Disponível em: <<https://www.britannica.com/biography/Seymour-Papert>>. Acesso em: 01 Novembro 2021.
- 9 SILVA, A. F. D. RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional. **Tese de Doutorado**, Natal, 2009. 127.
- 10 PAPERT, S. **A MÁQUINA DAS CRIANÇAS**: Repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: [s.n.], 1994.
- 11 PAPERT, S. **LOGO**: Computadores e Educação. São Paulo : Editora Brasiliense, 1985.
- 12 ATZINGEN, M. C. V. **A História dos brinquedos**: para as crianças conhecerem e os adultos se lembrarem. São Paulo: Allegro, 2001. 153-154 p.
- 13 LEGO, L. G. LEGO. **History of LEGO Robotics**, 2018. Disponível em: <<https://www.lego.com/pt-br/mindstorms/history?ignorereferer=true>>. Acesso em: 13 Novembro 2021.
- 14 GOMES, M. C. **Reciclagem Cibernética e Inclusão Digital**: Uma Experiência em Informática na Educação. In: LAGO, Clênio (Org.). ed. Chapecó: Sinproeste, 2007.
- 15 CURRICULAR, B. N. C. BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico>>. Acesso em: 2022 maio 24.



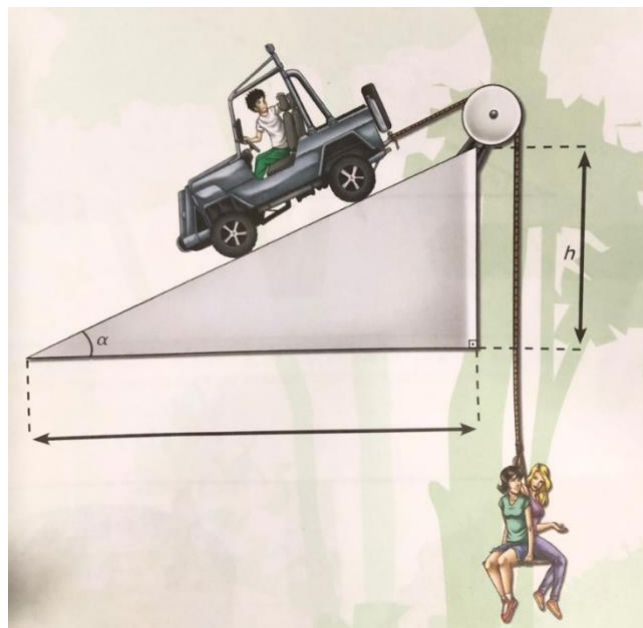
- 16 TAKATU, D. S. Avaliação em Robótica Educacional Sobre a Competência Pensamento Científico, Crítico e Criativo da BNCC. **UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos**, Sorocaba, SP, 28 Setembro 2021.
- 17 CAMACHO, R. C. S. **Síntese Crítica ao livro de Seymour Papert "A Máquina das Crianças Repensando a escola na era da informática"**. Universidade da Madeira. Funchal , p. 15. 2010.
- 18 ZILLI, S. D. R. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e práticas**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2004.
- 19 ESCOLA da Inteligência: educação socioemocional. **Entenda o construtivismo na educação**, 2018. Disponível em: <<https://escoladainteligencia.com.br/blog/construtivismo-na-educacao/>>. Acesso em: 4 abril 2022.
- 20 BRASIL - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências Matemáticas e da Natureza e suas tecnologias**, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNature>>. Acesso em: 04 abril 2022.
- 21 SILVA, A. F. D. et al. Utilização da Teoria de Vygotsky em Robótica. **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal.
- 22 VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.
- 23 VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. Tradução de J.L. Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- 24 ARTHUR SACEK, C. B. R. M. **Educação Tecnológica Ensino Médio: manual de montagens**. 1ª. ed. São Caetano do Sul - SP: Agnus Educação e Tecnologia, 2016.
- 25 PIETROCOLA, M. et al. **Educação Tecnológica Ensino Médio: dinâmica**. 1ª. ed. São Paulo: Agnus Educação e Tecnologia, 2018.
- 26 CORDEIRO, A. L.; RODRIGUES, F.; OLIVEIRA, L. D. O SOFTWARE TRACKER: UMA FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA POTENCIALIZAR O ENSINO DE FÍSICA. **Essentia: Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia**, Sobral - Ceará, 2020.
- 27 ROSÁRIO, J. M. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.
- 28 HUGO, V. O que é física? Definição, o que estuda, divisões e principais descobertas. **Conhecimento Científico**, 2020. Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.com/o-que-e-fisica/>>. Acesso em: 07 Novembro 2021.
- 29 LEGO. Planos de Aula. **LEGO Education**, 2021. Disponível em: <<https://education.lego.com/pt-br/lessons/ev3-cim>>. Acesso em: 13 novembro 2021.

## APÊNDICE A

### Atividade

Um grupo de estudantes caiu em um despenhadeiro ao realizarem uma trilha no fim de semana. Depois de algum tempo pedindo socorro, você passava pelo local dirigindo, escuta o pedido de socorro e resolve ajudar. Mas o resgate não será fácil. Tudo que você possui é seu carro, uma corda e uma polia, para construir um arranjo suficiente e seguro que comporte o resgate. Para a sua segurança, seu carro não poderá patinar e nem retornar de ré. Desconsidere o atrito dinâmico na locomoção do carro. Você precisará determinar alguns valores para tudo ocorrer corretamente, sendo eles:

- a. Esboce as forças pelo Diagrama de Corpo Livre (DCL), na Figura 1 abaixo:



- b. Qual a massa dos estudantes?
- c. Qual a massa do carro?
- d. Obtenha a aceleração do sistema utilizando o software Tracker.
- e. Qual a força peso dos estudantes?
- f. Qual a força peso do carro?
- g. Qual o coeficiente de atrito estático do carro com o piso? (note que as rodas precisarão estar travadas).
- h. Qual o ângulo de inclinação que a rampa faz com a horizontal?
- i. Qual a força do carro para içar os estudantes?
- j. Qual a tração na corda?

## APÊNDICE B

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES

### LICENCIATURA EM FÍSICA

Prezado estudante:

Agora que já finalizamos o experimento, é fundamental que responda todas as perguntas deste questionário. O objetivo é coletar dados importantes para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do Trabalho de Conclusão de Curso: uso da robótica associada ao Tracker para o ensino de

Perguntas	Muitíssimo	Muito	Pouco	Pouquíssimo	Nada
1 - O quanto você gosta de estudar física?					
2 - O quanto você considera difícil estudar física?					
3 - Você conseguiu associar a teoria com a prática durante a atividade experimental?					
4 - O quanto você gostou do experimento?					
5 - O quanto você aprendeu com o experimento?					
6 - O quanto o experimento te ajudou a entender as leis de Newton?					
7 - Qual a sua vontade de aprender física após o experimento?					

física. Não é preciso identificar-se, suas respostas serão anônimas.

7) Você faria alguma modificação neste experimento?

não

sim, \_\_\_\_\_

8) Comentários adicionais com relação a atividade(opcional):

---

**ANEXO 1**

**Manual de montagem LEGO - Reboque**

# Reboque



1

- 1x [axle]
- 2x [axle pin]
- 1x [axle stop]



PROGRAMA CONECTA  
(não pode ser reproduzido)



2

- 2x [red axle pin]
- 1x [red axle pin]
- 1x [red axle pin]
- 2x [grey axle pin]
- 2x [red axle pin]



3

- 2x [grey axle pin]



PROGRAMA CONECTA  
(não pode ser reproduzido)

4



5

- 1x [axle]
- 2x [axle pin]
- 4x [axle pin]
- 2x [axle pin]
- 2x [axle pin]



PROGRAMA CONECTA  
(não pode ser reproduzido)





**B**

