



**INSTITUTO FEDERAL**

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO  
PERNAMBUCANO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA DE FÍSICA  
CURSO LICENCIATURA DE FÍSICA**

**IRANILDO CÍCERO DA SILVA**

**CONFECÇÃO DE CARRINHOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA**

**SALGUEIRO**

**2024**

**IRANILDO CÍCERO DA SILVA**

**CONFECÇÃO DE CARRINHOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de Graduação em Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Me. Thiago Alves de Sá Muniz Sampaio.

**SALGUEIRO**

**2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S586 Silva, Iranildo Cícero.  
Confecção de carrinhos de baixo custo para o ensino de Física / Iranildo Cícero Silva. - Salgueiro, 2025.  
67 f. : il.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2025.  
Orientação: Prof. Me. Thiago Alves de Sá Muniz Sampaio.  
1. Ensino de Física. 2. Experimentos. 3. Confecções de carrinhos. 4. Tracker. I.  
Título.

CDD 530.07

---

## **IRANILDO CÍCERO DA SILVA**

### **CONFECÇÃO DE CARRINHOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de Graduação em Licenciatura em Física.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

#### **BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Thiago Alves de Sá Muniz Sampaio (orientador)  
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eriverton da Silva Rodrigues (membro interno)  
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Marcelo Augusto Alves da Silva (membro externo)  
Secretaria da Educação e Esportes do Estado de Pernambuco

SALGUEIRO

2024

### **Dedicatória**

À minha mãe, Maria José da Silva, por todo apoio e ajuda ao longo do curso e da minha vida, minha eterna gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por me proporcionar vivenciar essa experiência com saúde, paz e conquistas ao longo do curso. Também agradeço a minha família, em especial, a minha mãe Maria José, que não se encontra presente entre nós, mas segue viva em meu coração. Ao meu pai, Cícero, e aos meus irmãos, porque, sem eles, certamente não conseguira chegar até aqui. Obrigado por todo carinho, incentivo e apoio durante essa jornada.

Ao meu professor e orientador, Thiago Alves de Sá Muniz Sampaio, agradeço por toda a paciência, ajuda e contribuições ao longo desse período, que se estende desde do programa Residência Pedagógica, sempre com uma excelente orientação. Lembro-me das aulas de Astrofísica e Física Geral, especialmente de uma aula do primeiro período ainda em Física básica, em que o professor, ao realizar alguns experimentos em sala, quase colocou fogo na sala sem querer. Esse episódio ficou eternizado na memória de todos os presentes naquele dia. Sem dúvidas, foi uma aula sensacional!

Agradeço também a todos os professores do curso de Licenciatura em Física do IFSertãoPE - Campus Salgueiro, que contribuíram para minha formação, como os professores Wellington Souza, Marcelo Silva, Eriverton Rodrigues, Pedro Matos e Getúlio Paiva, pelos valiosos ensinamentos e conselhos. Em especial, agradeço aos professores Júlio Cesar e Daiane Ribeiro, meus supervisores de estágio e residência pedagógica, com quem tive a oportunidade de vivenciar a rotina de trabalho. Sem dúvida, foi uma experiência enriquecedora, repleta de aprendizado.

Agradeço aos colegas de turma pelo companheirismo, pelas resenhas e, sem contar, pelas noites em claro estudando para as provas e apresentações, como Gabriel, João Lucas e Davi. Em especial, aos que participaram do PIBID e da Residência Pedagógica (RP), como Gabriela Gislaine, Ana Paula, Anderson e Ingrid. Também estendo minha gratidão a outros que, mesmo não sendo da turma, como Daniel Lima, tornaram-se grandes amigos e companheiros nessa jornada.

Como não há espaço suficiente para registrar o nome de todos que contribuíram durante minha caminhada, expresso minha eterna gratidão a cada um de vocês. Deixo aqui meu sincero obrigado a todos que, de forma direta ou indireta, fizeram parte dessa jornada.

“O Brincar é a mais alta forma de pesquisa.”  
(Albert Einstein)

“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei  
no ombro dos gigantes.” (Isaac Newton)

## RESUMO

A educação, especialmente no ensino de Física, ainda é, em grande parte, voltada para metodologias tradicionais, muitas vezes pouco atrativas e passivas, o que torna as aulas menos envolventes para os alunos. Diante disso, durante o programa Residência Pedagógica, buscou-se a implementação de novas estratégias de ensino, incluindo a confecção de carrinhos com os alunos do 1º ano do Ensino Médio Integral Informática do IFSertãoPE - Campus Salgueiro. Como parte do projeto da Residência Pedagógica, foi aplicada uma abordagem interdisciplinar envolvendo Química e Física. Para isso, foram elaborados cinco roteiros experimentais sobre a construção dos carrinhos, com o objetivo de auxiliar os alunos na compreensão de conceitos relacionados à Cinemática, Dinâmica e Reações Químicas. Dessa forma, foi realizada uma oficina na qual os próprios alunos deveriam construir seus carrinhos e explicar os fenômenos físicos e químicos associados a cada um. Os participantes foram divididos em grupos para a construção dos carrinhos e, após a finalização e apresentação dos projetos, foi realizada uma grande corrida por categorias para observar qual carrinho era o mais rápido. Essa atividade permitiu maior interação entre os alunos, um aspecto fundamental na teoria de Vygotsky, além de tornar o aprendizado mais significativo. Além disso, essa atividade dos carrinhos pode ser complementada com o uso do *software* Tracker para mapear as posições dos carrinhos e analisar seus movimentos.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Experimentos; Confecções de carrinhos; Tracker



## ABSTRACT

Education, especially in the teaching of Physics, is still largely focused on traditional methodologies, often unattractive and passive, which makes classes less engaging for students. In view of this, during the Pedagogical Residency program, the implementation of new teaching strategies was sought, including the making of carts with students in the 1st year of the Integral High School Informatics at IFSertãoPE - Salgueiro Campus. As part of the Pedagogical Residency project, an interdisciplinary approach involving Chemistry and Physics was applied. For this, five Experiments scripts were prepared on the construction of the carts, with the objective of helping students to understand concepts related to Kinematics, Dynamics and Chemical Reactions. Thus, a workshop was held in which the students themselves had to build their carts and explain the physical and chemical phenomena associated with each one. The participants were divided into groups to build the carts and, after the completion and presentation of the projects, a large race was held by categories to observe which cart was the fastest. This activity allowed for greater interaction between students, a fundamental aspect in Vygotsky's theory, in addition to making learning more meaningful. In addition, this activity of the carts can be complemented with the use of the Tracker software to map the positions of the carts and analyze their movements.

**Keywords:** Physics Teaching; Experiments; Manufacture of carts; Tracker

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Carrinho Foguete .....	25
Figura 2 - carrinho elástico .....	27
Figura 3 – Carrinho Elétrico.....	30
Figura 4 – Carrinho Químico .....	32
Figura 5 – Carrinho Solar .....	34
Figura 6 – Momento da aula e explicação da atividade experimental .....	37
Figura 7 – Aluno realizando a atividade experimental (carrinho .....	38
Figura 8 – Momento em que duas equipes estão construindo seus carrinhos .....	40
Figura 9 - Momento que equipe está construindo seu carrinho.....	40
Figura 10 – Momento em que os alunos estão fazendo a medida da pista para a corrida dos carrinhos.....	40
Figura 11 - Momento em os alunos estão se preparando para corrida dos carrinhos .....	40
Figura 12 - Momento corrida categoria dos carrinhos foguetes .....	40
Figura 13 – Corrida de carrinhos – categoria: carrinhos elásticos.....	41
Figura 14 – Corrida dos carrinhos – categoria: carrinhos químicos .....	41
Figura 15 – O momento da premiação dos alunos que construíram os carrinhos mais rápidos em cada categoria .....	41
Figura 16 - Como importar o vídeo para dentro do Tracker .....	46
Figura 17 - Como escolher os quadros/frames para a análise .....	46
Figura 18 - Como adicionar um bastão de medição .....	47
Figura 19 - Como adicionar o plano cartesiano.....	47
Figura 20 - Como adicionar o ponto de massa.....	48
Figura 21 – Marcações dos pontos da trajetória do carrinho solar.....	48
Figura 22 – Gráficos em função de $(t, x)$ e $(t, y)$ .....	49
Figura 23 – Como fazer a análise de dado .....	49
Figura 24 – Como fazer o ajuste de curva pelo Tracker .....	50
Figura 25 – Gráfico já com os parâmetros definidos do carrinho solar .....	50
Figura 26 – Momento das marcações dos pontos da trajetória do carrinho elástico .	52
Figura 27 – Momento de Análise de dados e Ajuste de curva do carrinho elástico ...	52
Figura 28 – Momento das marcações dos pontos da trajetória do carrinho elétrico .	54
Figura 29 – Gráfico já com os parâmetros definidos do carrinho elétrico.....	54

Figura 30 – Momento das marcações dos pontos da trajetória do carrinho foguete .56	
Figura 31 – Gráfico já com os parâmetros definidos do carrinho foguete .....56	

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Posição VS tempo do carrinho solar criado pelo Excel.....	51
Gráfico 2 – Posição VS tempo do carrinho elástico criado pelo Excel .....	53
Gráfico 3 – Posição VS tempo do carrinho elétrico criado pelo Excel.....	55
Gráfico 4 – Posição VS tempo do carrinho foguete criado pelo Excel .....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores das distâncias e dos tempos médios dos carrinhos .....	41
Tabela 2 – Valores obtidos das velocidades médias dos carrinhos .....	41
Tabela 3 – Valores obtidos da energia cinética média dos carrinhos .....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
IFSertãoPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano
MRU	Movimento Retilíneo Uniformemente
MRUV	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional de Ensino Médio
SAEPE	Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco
SNEF	Simpósio Nacional do Ensino de Física
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
CBEF	Caderno Brasileiro do Ensino de Física
RBEF	Revista Brasileira do Ensino de Física

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\vec{a}$	Aceleração
$\vec{F}_{res}$	Força resultante
$m$	Massa
$F_e$	Força elástica
$k$	Constante de proporcionalidade
$\Delta l$	Deformação (alongamento sofrido pelo elástico)
$l_0$	Comprimento original do elástico
$l$	Comprimento alongado do elástico
$v_m$	Velocidade média
$\Delta t$	Intervalo de tempo
$\Delta x$	Varição de posição
$x_0$	Posição inicial do corpo
$x$	Posição final
$E_c$	Energia cinética
$J$	Joule
$m/s$	Metro por segundo
$N/m$	Newton por metro
$kg$	Quilograma
$g$	Gramma
$cm$	Centímetro

:

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS .....	17
2.1 Objetivo geral .....	17
2.2 Objetivo específico .....	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
3.1 A importância das atividades experimentais no ensino de Física .....	18
3.2 Processos de ensino e aprendizagem no ensino da Cinemática e Dinâmica .....	19
3.2.1 A importância das atividades lúdicas na aprendizagem .....	19
3.2.2 Aprendizagem significativa .....	22
4. METODOLOGIA.....	23
5. EXPERIMENTOS REALIZADOS .....	25
5.1 Experimento 1: Carrinho foguete.....	25
5.1.1 Montagem do Carrinho Foguete:.....	25
5.1.2 A Física do Carrinho Foguete.....	26
5.2 Experimento 2: Carrinho Elástico .....	27
5.2.1 Montagem do Carrinho Elástico: .....	28
5.2.2 A Física do Carrinho Elástico .....	28
5.3 Experimento 3: Carrinho Elétrico.....	29
5.3.1 Montagem do Carrinho Elétrico:.....	30
5.3.2 A Física do Carrinho Elétrico.....	31
5.4 Experimento 4: Carrinho Químico .....	31
5.4.1 Montagem do Carrinho Químico .....	32
5.4.2 A Física e a Química do Carrinho Químico .....	33
5.5 Experimento 5: Carrinho Solar .....	34
5.5.1 Montagem do Carrinho Solar .....	34
5.5.2 A Física do Carrinho Solar .....	35



6. APLICAÇÃO DA ATIVIDADE DE CONFECÇÃO DE CARRINHOS NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO DURANTE O PROGRAMA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA .....	36
6.1 Programa Residência Pedagógica .....	36
6.2 Local e participantes .....	36
6.3 Aplicação da atividade em sala de aula .....	37
7. O USO DO <i>SOFTWARE</i> TRACKER PARA AS ANÁLISES E OBTENÇÃO DE DADOS DOS CARRINHOS .....	44
7.1 Sobre o software Tracker e o ensino de Física .....	44
7.2 Utilizando o <i>software</i> Tracker para as análises e obtenção de dados dos carrinhos.....	45
7.2.1 Procedimento experimental para a gravação do vídeo .....	45
7.2.2 Como fazer vídeoanálise.....	45
7.2.3. Usando o Tracker no Carrinho Elástico.....	52
7.2.4 Usando o Tracker no Carrinho Elétrico: .....	54
7.2.5 Usando o Tracker no Carrinho Foguete: .....	56
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	58
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
APÊNDICE A – VÍDEOS DOS CARRINHOS CONSTRUÍDO PELOS ALUNOS DURANTE A ATIVIDADE.....	63

## 1. INTRODUÇÃO

A disciplina de Física é introduzida aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio no Brasil dentro das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. As quais apresentam uma carga horária aceitável dentro da estrutura escolar de ensino, conforme orienta os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2021). A disciplina de Física também é introduzida no Ensino Fundamental II, em que são realizadas aulas na disciplina Ciências, nas quais é possível introduzir alguns conceitos da Física. Segundo o Censo Escolar 2018, divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), apenas 44,1% das escolas de ensino médio no Brasil possuem laboratório de ciências. Isso indica que aproximadamente 55,9% das escolas dessa etapa de ensino não dispõem desse importante recurso. Neste contexto, por falta de um local adequado, os professores acabam não realizando aulas experimentais com os alunos, deixando de lado a parte prática (experimental) e ministrando apenas aulas tradicionais (ensino tradicional).

A metodologia utilizada no ensino tradicional são aulas expositivas; não havendo, portanto, lugar para participação do aluno em criar, debater ou inquirir (Costa, 2012). Avaliação da aprendizagem no Ensino Tradicional consiste apenas em uma verificação da capacidade de memorização dos conteúdos expostos durante as aulas, para a qual são utilizados praticamente um único instrumento: sucessivas provas, com o objetivo de preparar os estudantes para exames de seleção, como vestibulares, ENEM, SAEPE, entre outros. Mais especificamente sobre o Ensino de Física para o Ensino Médio no Brasil, a abordagem tradicional tem gerado muitas consequências negativas para o ensino-aprendizagem dessa disciplina, como abstração e a memorização de fórmulas.

Na sua obra prima "Pedagogia do Oprimido", Paulo Freire expõe a educação bancária como “um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador, o depositante” (Freire, 2017, p. 80). Na concepção bancária de educação, o saber é visto como uma doação, uma transmissão de conhecimento, na qual os alunos recebem o conteúdo depositado. Isso frequentemente ocorre no ensino tradicional de Física, quando o professor deposita diversas fórmulas nas quais o aluno é obrigado a decorar. Esquecendo-se de que a Física não se resume apenas à

matemática, mas também procura interpretar os fenômenos da natureza através de experimentos, aplicação contextual, discussões e debates.

Por outro lado, a necessidade de criatividade e inovação no ensino de Física é ressaltada, uma vez que os conteúdos muitas vezes parecem distantes da realidade dos estudantes (Ramos; Rosa, 2016). Diante disso, os alunos do Ensino Médio veem a Física como uma das piores, e cabe aos professores encontrar estratégias de ensino para quebrar esses paradigmas e deixar as aulas mais atraentes e proveitosas. Assim, para despertar o interesse dos estudantes, se faz necessário estabelecer conexões entre a disciplina e o cotidiano, mostrando como a Física está presente em diversas situações do seu dia a dia (Hewitt, 2015). De acordo com Hewitt (2015), um renomado professor de Física norte-americano, a Física é como um jogo: você não pode apreciar sua beleza a menos que conheça suas regras.

Você sabe que não pode se divertir em um jogo a menos que conheça suas regras, seja ele um jogo de bola, um jogo de computador ou simplesmente uma brincadeira em uma festa. Da mesma forma, você não pode avaliar direito tudo o que o cerca até que tenha compreendido as leis da natureza. A física é um estudo dessas leis, que lhe mostrará como tudo na natureza está maravilhosamente conectado. Assim, a principal razão para estudar a física é aperfeiçoar a maneira como se enxerga o mundo. (Hewitt, 2015, p.9).

Uma abordagem eficaz para tornar o ensino de Física mais atrativo é a utilização de atividades lúdicas, como os jogos e brinquedos, que proporcionam uma forma dinâmica e interativa de aprendizagem (Vygotsky *et al.*, 2008). O livro "O Circo Voador da Física" (Walker, 2008) é um exemplo clássico dessa nova forma de ensinar, pois traduz os conceitos da Física para a realidade dos alunos, tornando o aprendizado mais acessível e prazeroso.

As atividades experimentais ocupam um papel de extrema importância no contexto da aprendizagem significativa no ensino de ciências, especialmente em Física. Essas atividades podem incluir aulas práticas realizadas pelo professor com experimentos que confirmam informações já abordadas, cuja interpretação leve a debates e discussões sobre de conceitos físicos, entre outro (Nascimento; Uibson, 2021). Por isso, é fundamental que tanto professores quanto alunos dediquem tempo à confecção de experimentos. A vivência dessa realidade faz com que os estudantes despertem a curiosidade sobre os fenômenos e, assim, conheçam os conceitos físicos à medida que os presenciam.

Neste contexto, percebemos a importância da experimentação no ensino de Física. Porém, ainda é pouco utilizada como recurso didático, pois muitas vezes é deixada de lado quando se há pouco tempo para trabalhar os conteúdos programados. Assim, é bastante comum os professores passarem todo o bimestre, quando não ano todo, sem realizar qualquer atividade experimental, o que limita o procedimento da investigação e da observação, tão essenciais para uma aprendizagem significativa. Embora os professores de Ciências ou Física demonstrem insatisfeitos com essa situação, poucos tentam mudar essa realidade. Quando questionados sobre essa postura, muitos relataram as deficiências das escolas: falta de material e de equipamento, falta de local adequado, falta de tempo, números de aulas insuficientes na carga horária, até mesmo o despreparo para realizar atividade experimental (Gaspar, 2014).

Para resolver esses problemas, diversas propostas e estratégias metodológicas, que têm como objetivo melhorar o Ensino de Física, estão sendo pesquisadas e relatadas em revistas e eventos especializados no Brasil, entre os quais se destacam o Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e as revistas Caderno Brasileiro do Ensino de Física (CBEF), Física na Escola e a Revista Brasileira do Ensino de Física (RBEF). Podem ser mencionadas como estratégias os jogos didáticos (físicos e online), experimentos, simuladores, projetos interdisciplinares, atividades investigativas, o uso da História e Filosofia da Ciência, entre outras. Portanto, não faltam estratégias para o Ensino de Física, o que falta é colocá-las em prática, ou seja, implementar essas estratégias de ensino em sala de aula.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Desenvolver estratégias de ensino através de atividades experimentais de baixo custo, com a confecção de seis tipos diferentes de carrinhos: o carrinho foguete, o carrinho elástico, o carrinho solar, o carrinho elétrico e o carrinho químico.

### **2.2 Objetivo específico**

- ✓ Estudar os fenômenos físicos e químicos associado a cada carrinho;
- ✓ Facilitar a compreensão e visualização dos alunos sobre fenômenos físicos e químicos;
- ✓ Contribuir com novas ferramentas pedagógicas para auxiliarem os professores nas aulas tradicionais;
- ✓ Elaborar roteiros de experimentos de baixo custo e fácil execução a serem desenvolvidos em sala de aula tanto por professores e alunos.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A importância das atividades experimentais no ensino de Física

A realização de experimentos em sala de aula, mesmo com materiais de baixo custo, pode ser uma estratégia eficaz para tornar o ensino de Física mais prático e significativo para os alunos (D'angelo; Zemp, 2014). Segundo Barreiro e Bagnato (1998), as aulas experimentais proporcionam aos alunos a vivência da teoria, possibilitando que visualizem o fenômeno observado e, assim, concretizem o assunto abordado pelo professor. Dessa forma, as atividades experimentais vêm sendo uma das formas mais eficazes para minimizar as dificuldades de ensinar e aprender Física, como enfatizado por Araújo e Abib (2003, p. 176):

(...) o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. Nesse sentido, no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado na literatura nacional recente a importância das atividades experimentais. (Araújo; Abib, 2003, p.176).

Segundo Valadares (2011), a utilização de experimentos simples nas aulas de Física é essencial para estimular os alunos a adotarem uma postura mais investigativa e ativa, rompendo com a passividade que, em geral, é causada pelas aulas tradicionais. Assim, cabe ao professor buscar experimentos simples, mas que, ao mesmo tempo, envolvam a turma. De acordo com o Vygotsky, podemos atribuir as atividades experimentais pelo menos duas grandes vantagens na abordagem de conteúdos curriculares em relação a outras práticas pedagógicas, como:

“A motivação, causado não pelo impacto da própria atividade, mas principalmente pela possibilidade de prever e, em seguida, conferir os resultados de algumas experiências; A concretização de conceitos físicos princípio e leis da Física.” (Vygotsky apud Gaspar, 2014, p. 228).

Segundo Gaspar (2014), uma atividade experimental pode compensar ou, ao menos, diminuir desvantagem cognitiva dos alunos na aquisição dos conceitos científicos em relação aos conceitos espontâneos a dificuldade de visualizá-los (conceitos abstratos da Física), uma vez que se trata de algo sobre o qual os alunos não vivenciam nada em seu cotidiano.

Tendo em vista as grandes vantagens da utilização dos experimentos no ensino de Física, o professor precisa estar atento ao escolher um experimento. Ele deve

adotar dois critérios básicos no momento da escolha de uma atividade experimental (Gaspar, 2014).

Quanto à motivação, deve-se, sempre que possível:

- a) Selecionar experimentos que possam surpreender os alunos por contrariar ou superar suas expectativas;
- b) Pela mesma razão, escolher experimentos que funcionem bem e que apresentem resultados convincentes: desse modo, eventuais deficiências de funcionamento ou resultados inexpressivos não dificultarão nem tornarão menos eficiente as interações sociais.

Em relação à concretização, duas recomendações são importantes.

- a) Dar prioridade a conteúdos com os quais os alunos tenham menos familiaridade e que, por isso, valham apenas ser concretizados.
- b) Evitar atividades irrelevantes, que não contribuam efetivamente para o desenvolvimento cognitivo do aluno (Gaspar, 2014, p. 229).

### **3.2 Processos de ensino e aprendizagem no ensino da Cinemática e Dinâmica**

O principal objetivo desse trabalho é destacar a importância do uso de atividades experimentais no ensino-aprendizagem dos conteúdos de Cinemática e Dinâmica no Ensino Médio. Ele busca não apenas ajudar a despertar o interesse dos alunos, mas também fornecer suporte prático para os professores. Para isso, ele se baseia em diversas teorias de aprendizagem, com ênfase nos pensamentos de Vygotsky sobre a importância das atividades lúdicas no processo de aprendizado, e na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Moreira.

#### **3.2.1 A importância das atividades lúdicas na aprendizagem**

Diversos teóricos contribuíram para essa nova forma de ensino com a ludicidade. Platão, por exemplo, evidenciou a importância dos jogos e brincadeiras para o desenvolvimento do aprendizado das crianças. Além de Platão, há diversos outros teóricos que também contribuíram e defendiam o ensino por meio da ludicidade, como apontado por Dallabona e Mendes (2004).

“A ideia do estudo com prazer provém época de Platão e Aristóteles e foi se adaptando às várias concepções de criança e aos interesses e necessidades da sociedade vigente. Desta forma, a brincadeira exerceu papel e funções específicas de acordo com cada momento histórico. Teve funções e papéis irrelevantes, esteve vinculada à educação de forma contextualizada com o

objetivo de facilitar a transmissão de conhecimentos, ajudou na educação dos filhos, principalmente das mães operárias e, atualmente, tem um papel relevante, pois é um dos maiores espaços que a criança tem para formar seus conceitos, seus conhecimentos, conhecer o mundo e integrar-se a ele.” (Dallabona; Mendes, 2004, p.08).

Segundo Vygotsky (2007), o indivíduo se desenvolve no ambiente social, que é construído historicamente no momento em que o sujeito necessita interagir. Isso justifica a divisão em grupos durante a construção dos carrinhos, onde a interação social potencializa a aprendizagem. Essa interação pode ocorrer de várias formas, seja por meio de instrumentos que podem ser físicos, como objetos, ou simbólicos, como costumes e valores. Ele também reconhece as estruturas biológicas e entende que elas são essenciais para dar suporte às funções psicológicas. O funcionamento psicológico se desenvolve a partir das interações entre o indivíduo e o meio externo, mediadas por um conjunto de símbolos, como a linguagem, por exemplo.

Vygotsky desenvolveu o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que define a distância entre o nível de desenvolvimento real — que delimita a capacidade da criança de resolver problemas sozinha — e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela intermediação de um adulto. Dessa forma, percebe-se que, no plano teórico, ou seja, virtual, existem dois níveis de desenvolvimento: o real e o proximal. O desenvolvimento real já faz parte do sujeito durante o processo intrapessoal, na forma de conhecimentos apropriados, e também do social, durante o conhecimento historicamente acumulado. Já o desenvolvimento proximal só se concretiza, ou é ativado, quando há a possibilidade de esse conhecimento se transformar em desenvolvimento real, em uma situação de interação com parceiros de diferentes níveis de conhecimento. Ou seja, a interação só pode ocorrer caso a criança esteja sob a orientação de um adulto ou em colaboração com colegas mais capazes (Vygotsky apud Oliveira, 2010).

Vygotsky (2007) exalta a importância dos brinquedos no desempenho da criança, pois eles criam uma zona de desenvolvimento proximal, influenciando seu desenvolvimento. São responsáveis por fazer a ligação entre os elementos percebidos e seus significados, por meio da representação de uma realidade ausente, ajudando a distinguir o objeto de seu significado e promovendo, assim, a ação da criança com objetos concretos e suas ações com um significado.



Nesse contexto, o simples ato de brincar é essencial para a autodescoberta e as vivências da própria criança, pois brincar é fundamental para o desenvolvimento físico, emocional e intelectual. Vygotsky (1998, p. 74) contribui ao afirmar que "as maiores aquisições de uma criança são conseguidas no brinquedo, aquisições que no futuro se tornarão seu nível básico de ação e moralidade". Assim, a construção dos carrinhos permite que os estudantes aprendam de forma divertida conceitos da cinemática, como posição final, posição inicial e velocidade média. Já na parte da dinâmica, os alunos compreendem os fatores que causam o movimento dos carrinhos, estabelecendo uma conexão entre teoria e prática de maneira lúdica, apenas brincando com os carrinhos.

Ramos e Ferreira (1990) também enfatizam a relevância do uso de brinquedos e jogos no ensino de Física, destacando que se trata de uma ótima ferramenta pedagógica, pois causa fascínio e desperta nos alunos uma nova visão sobre a ciência, em particular, a Física. Seguindo esse raciocínio, Feynman (2018) destaca a importância dos brinquedos para o ensino de Física, ressaltando ainda que foram eles que o ajudaram, quando criança, a entender a primeira lei de Newton, a qual antes lhe causava muita dúvida e curiosidade para compreender esse fenômeno de forma lúdica.

“Quando eu era bem novo – não sei que idade exatamente – eu tinha uma bola em um carrinho que eu estava puxando e percebi uma coisa, então corri até meu pai para dizer que “Quando eu puxo o carrinho, a bola rola para trás, e quando eu estou correndo e paro, a bola rola para a frente. Por quê?” (Feynman, 2018, p.06).

### 3.2.2 Aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, segundo Moreira (1999), iniciou-se por volta da década de 1960. Nessa época, as escolas ainda estavam sob a influência do behaviorismo, e o ensino e a aprendizagem eram avaliados por estímulos, respostas e reforços. Nesse contexto, Ausubel defendia o conceito de aprendizagem significativa. Para ele, a aprendizagem significativa ocorria quando a aprendizagem lógica do material se transformava em algo relevante para o aprendiz. Assim, essa teoria nos mostra que devemos valorizar os conhecimentos prévios que os alunos possuem. Esse conhecimento, no método de Ausubel, é denominado conceito de subsunçor, que se refere a conceitos e proposições já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, capazes de oferecer novas aprendizagens ao aluno com base no que ele já sabe ou conhece.

De acordo com a definição de Moreira e Masini (1983), o subsunçor é um conceito mais amplo, que atua como subordinado de outros conceitos na estrutura cognitiva do indivíduo, funcionando como uma âncora no processo de assimilação. Na análise de Cachapuz (2000), a teoria da aprendizagem significativa enfatiza o aluno como sujeito da aprendizagem, pois considera os conceitos preexistentes como reguladores do próprio processo de aprender. Essa teoria demonstra que, para o aprendiz assimilar uma nova informação, ela precisa estar fundamentada em um conhecimento já existente no indivíduo, promovendo, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz.

Para que a aprendizagem significativa ocorra de fato, segundo a teoria de Ausubel, além de considerar os conhecimentos prévios dos alunos, Moreira (2012) enfatiza duas condições fundamentais: o material de ensino como um grande potencializador da aprendizagem significativa e a predisposição do aluno para aprender os conteúdos escolares trabalhados pelo professor. Valadares (2011) também destaca a importância do material como potencialmente significativo, ressaltando que ele deve possuir significado lógico, ser coerente e plausível, além de estar logicamente relacionado a alguma estrutura cognitiva apropriada, sempre levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos.

#### 4. METODOLOGIA

Primeiramente, foram pesquisados e elaborados cinco roteiros experimentais para serem desenvolvidos pelos alunos. Dentre eles, foi escolhido o experimento de confecção de carrinhos. Na seleção dos materiais, priorizaram-se opções de baixo custo ou recicláveis, garantindo que todos os alunos pudessem participar da atividade, construindo os carrinhos tanto em sala de aula quanto em casa.

O próximo passo foi definir os conteúdos abordados no experimento e introduzi-los de forma contextualizada ao longo das aulas, integrando gradualmente as atividades relacionadas aos carrinhos. Como, os conceitos de cinemática, incluindo velocidade média, movimento retilíneo uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Após a conclusão dessa etapa, iniciou-se o estudo da dinâmica, abordando as Leis de Newton, a conservação da energia, a energia cinética, a energia potencial e a energia elástica (lei de Hooke), além das transformações energéticas. Por fim, o experimento foi ampliado para incluir conceitos de reações químicas, encerrando o projeto de forma interdisciplinar.

O terceiro passo foi a divisão da turma em grupos de três a quatro integrantes para a confecção dos carrinhos. Em seguida, foi distribuído o roteiro experimental. Após a construção dos carrinhos, os alunos receberam as instruções para realizar o cálculo da velocidade média e da energia cinética média.

Para realizar o cálculo da velocidade média dos carrinhos será utilizado a seguinte expressão:

$$v_m = \frac{D}{t_m}$$

As unidades da velocidade média no SI correspondem:

$v_m$  – Velocidade média (m/s)

$D$  – Distância percorrida pelo carrinho (m)

$t_m$  – Tempo médio (s)

$$v_m = \frac{D}{t_m} \Rightarrow v_m = \frac{3 \text{ m}}{3,10 \text{ s}} \Rightarrow v_m = 0,97 \text{ m/s}$$

Depois de ter determinado a velocidade média do carrinho, o próximo passo é calcular a sua energia cinética média.

$$E_c = \frac{m \cdot v_m^2}{2}$$

As unidades da energia cinética no SI correspondem:

$E_c$  – Energia Cinética (J)

$v_m$  – Velocidade média (m/s)

$m$  – Massa do carrinho (kg)

$m = 90g \Rightarrow m = 0,09 kg$

$$E_c = \frac{m \cdot v_m^2}{2} \Rightarrow E_c = \frac{0,09 \cdot (0,97)^2}{2} \Rightarrow E_c = \frac{0,09 \cdot 0,9409}{2} \Rightarrow$$

$$E_c = \frac{0,084681}{2} \Rightarrow E_c = 0,0423405 \Rightarrow E_c \approx 0,042 J$$

Após a construção dos carrinhos e terem determinados a velocidade média e energia cinética média, foi feita uma apresentação oral pelos alunos sobre os fenômenos físicos e químicos envolvidos. Por fim, ocorreu uma corrida dividida por categorias. Os carrinhos solares foram levados para um local aberto, onde puderam ser expostos ao sol, permitindo que as placas solares gerassem energia elétrica. Já o carrinho químico foi separado dos demais, pois seu funcionamento ocorre por meio da reação entre bicarbonato de sódio e vinagre, que gera bastante sujeira. Por esse motivo, recomenda-se que sua corrida seja realizada fora da sala de aula.

Essa atividade foi desenvolvida ao longo de dois bimestres, pois abrange diversos conceitos de cinemática e dinâmica, como os MRU e MRUV, as Leis de Newton e as transformações de energia, além de incluir tópicos relacionados às reações químicas. Com relação à reaplicação em outras turmas, essa atividade pode ser dividida por conteúdo. Por exemplo, é possível trabalhar apenas a parte de cinemática e aplicá-la. Dessa forma, a organização fica a critério do professor.

## 5. EXPERIMENTOS REALIZADOS

### 5.1 Experimento 1: Carrinho foguete

➤ Objetivos específicos:

- ✓ Entender na prática a Lei da Ação e Reação, a famosa terceira Lei de Newton;
- ✓ Determinar a Velocidade média e Energia Cinética.

Materiais necessário para realização do experimento:

- 4 Tampinhas de garrafa PET;
- 2 Palitos de churrasco;
- 3 canudinhos;
- 1 Bexiga;
- 1 Fita crepe;
- 1 isopor ou caixa de cereal;
- 1 prego médio.

*Figura 1 – Carrinho Foguete*



*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024*

#### 5.1.1 Montagem do Carrinho Foguete:

**Passo 1:** Para o chassi do carrinho, pegue uma caixa de cereal ou um material similar e, com o auxílio de uma tesoura, corte-a em formato de trapézio isósceles.

**Passo 2:** Agora, vamos para a parte das rodas do carrinho. Com uma régua, meça o diâmetro do palito de churrasco e, em seguida, transfira essa medida para a tampinha de garrafa PET, fazendo uma marcação com um marcador.

**Passo 3:** Faça um furo no centro da tampinha de garrafa PET, de acordo com o

diâmetro marcado. Certifique-se de que o furo tem o tamanho correto para que o palito possa atravessá-lo.

**Passo 4:** Insira os palitos dentro dos canudos, que servirão como eixos do carrinho, e, em seguida, encaixe as tampinhas de garrafa PET (rodas) nos palitos.

**Passo 5:** Por fim, fixe as tampinhas (rodas) nos palitos com cola quente. Repita esse procedimento para as demais tampinhas de garrafa PET e finalize a montagem das rodas do seu carrinho.

**Passo 6:** Para o motor do carrinho, prenda um balão a um canudo com durex e, em seguida, fixe-o no chassi do carrinho, também com durex.

**Passo 7:** Seu carrinho está finalizado! Para colocá-lo em movimento, basta encher o balão de ar com a boca, prender a saída de ar para que ele não escape e, por fim, soltá-lo, observando o carrinho se movimentar.

### 5.1.2 A Física do Carrinho Foguete

Segunda lei de Newton (Ou Princípio Fundamental da Dinâmica) estabelece que: “A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração” (Halliday; Resnick; Walker, 2018, p. 99).

Em termos matemáticos, temos:

$$\vec{F}_{res} = m \cdot \vec{a}$$

Aonde o balão de ar representa a força resultante ( $\vec{F}_{res}$ ), e o carrinho foguete corresponde à massa ( $m$ ). A aceleração ( $\vec{a}$ ) é a pressão exercida pelo balão de ar, entretanto, ela varia de acordo com quantidade de ar que está no interior do balão, assim quanto mais pressão, maior será a aceleração e distância alcançada pelo carrinho foguete (considerando que nenhuma força externa atue sobre ele).

O carrinho foguete funciona quando enchermos o balão com uma pressão suficiente para que ocorra um bom deslocamento do carrinho foguete e, em seguida, soltamos o ar que estava contigo nele, (nesse momento ocorrendo um jato de ar), empurrando-a com uma força ( $-\vec{F}_{res}$ ) que é a ação. Esta, por sua vez, reage no carrinho, empurrando-o em sentido oposto com uma força ( $\vec{F}_{res}$ ), que faz o carrinho

foguete se movimenta no sentido contrário do ar que é a reação. Demonstrando a terceira lei do movimento estabelecida por Newton, a famosa "Lei da Ação e Reação".

Em relação a transformação de energia do carrinho foguete, ela ocorre na forma de energia cinética do vento gerada pelo jato de ar do balão que é convertida em energia mecânica, responsável por impulsionando o carrinho para frente. Esse é o conceito da Terceira lei de Newton, o princípio da Ação e Reação, como visto anteriormente. Desta forma, quando o ar do balão sai para atrás através do canudo, nesse momento, ocorre uma força propulsão no sentido contrário, obrigando o carrinho a se movimentar.

## 5.2 Experimento 2: Carrinho Elástico

➤ Objetivos Específicos:

- ✓ Estudar o conceito de força elástica;
- ✓ Compreender a lei Hooke na prática;
- ✓ Determinar a Velocidade média e Energia Cinética.

Materiais necessário para realização do experimento:

- 1 elástico látex (opcional varia os elásticos);
- 4 rodas de carrinhos com eixo;
- 7 palitos de picolé;
- 1 pistola de cola quente;
- 1 Fita adesiva e tesoura.

*Figura 2 - carrinho elástico*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

### 5.2.1 Montagem do Carrinho Elástico:

**Passo 1:** Para o chassi do carrinho, pegue os palitos de picolé e, com a cola quente, cole-os formando um triângulo.

**Passo 2:** Agora, vamos para a parte das rodas do carrinho. Com a régua, meça o diâmetro do palitinho de churrasco e, em seguida, transfira esse diâmetro para a tampinha de garrafa pet, fazendo uma marca com algum marcador, de acordo com o diâmetro do palitinho.

**Passo 3:** Faça o furo no centro da tampinha de garrafa pet de acordo com o diâmetro marcado. Certifique-se de que o furo tem o tamanho correto para que o palitinho possa atravessá-lo.

**Passo 4:** Coloque os palitinhos dentro dos canudos, que serão os eixos do carrinho, e, em seguida, encaixe as tampinhas de garrafa pet (rodas).

**Passo 5:** Por fim, finalize com cola quente para prender as tampinhas (rodas) nos palitos. Repita esse procedimento para demais tampinhas de garrafa pet e está pronta as rodas do seu carrinho.

**Passo 6:** O motor do carrinho, cole com durex o pedaço de palito de 4 cm e, em seguida, coloque o elástico látex no eixo do carrinho, seu carrinho elástico está finalizado.

### 5.2.2 A Física do Carrinho Elástico

O carrinho elástico funciona quando enrolamos o elástico no eixo traseiro do carrinho gerando uma força deformadora ( $F_e$ ) e, essa força responsável pelo o alongamento do elástico. Esse alongamento é representado por ( $\Delta l$ ), que é a diferença entre o comprimento alongado ( $l$ ) e o comprimento natural do elástico ( $l_0$ ). A energia potencial elástica que está ali, ficando aguardando o momento de ser liberada e, assim, quando soltamos o elástico, isto é, quando remover a força  $F_e$ , o elástico retorna ao seu comprimento original ( $l_0$ ), mostrando que o elástico possui uma propriedade elástica que faz com que ele volte à sua forma inicial quando a força que a deformou é retirada. Isso ocorre devido a força restauradora existente no



sistema que faz com que o elástico volte sempre ao seu estado natural (relaxado/equilíbrio). Isso faz com que o carrinho se movimente (ou ande).

O carrinho elástico funciona quando enrolamos o elástico no seu eixo traseiro, acumulando energia potencial elástica, que pode ser liberada quando oportuno. Isso ocorre devido a força restauradora existente no sistema que faz com que o elástico volte sempre ao seu estado natural (relaxado/equilíbrio). Isso faz com que o carrinho ande. Também existe a transformação de energia, por exemplo, quando o elástico é enrolado no eixo do carrinho, ou seja, é esticado, ele armazena energia potencial elástica. Ao ser liberada, essa energia é convertida em energia cinética, fazendo com que o carrinho se mova.

Essa característica é fundamental para entendermos o comportamento da força elástica ( $F_e$ ), que é diretamente proporcional à deformação sofrida pelo elástico. Assim, temos que a força é dada por:

$$F_e = -k \Delta l$$

Onde:

$F_e$  é a força é a intensidade da força deformadora;

$-k$  é a constante de proporcionalidade (N/m);

$\Delta l$  é a deformação (alongamento sofrido pelo elástico).

Também podemos variar o elástico, pois, quanto mais rígido ele for, maior será a velocidade alcançada pelo carrinho elástico.

### 5.3 Experimento 3: Carrinho Elétrico

➤ Objetivos Específicos:

- ✓ Estudar as fontes de energias como baterias e pilhas;
- ✓ Determinar a Velocidade média e Energia Cinética.

Materiais necessário para realização do experimento:

- 4 tampinhas de garra pet;
- 8 palitos de picolé;
- 1 pistola de cola quente;
- 1 Fita adesiva;

- 2 canudinhos;
- palitos de churrasco;
- 2 pilhas;
- 2 minis motor de drone com hélice.

*Figura 3 – Carrinho Elétrico*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

### **5.3.1 Montagem do Carrinho Elétrico:**

**Passo 1:** Para o chassi do carrinho, pegue os palitos de picolé e, com cola quente, cole-os formando um quadrado.

**Passo 2:** Sobre o chassi do carrinho, posicione dois palitos de picolé na vertical, formando uma pequena coluna, e cole-os com cola quente. Repita esse procedimento para criar outra coluna, pois elas servirão de suporte para os mini motores do carrinho. Por fim, coloque os mini motores nas colunas e prenda-os com cola quente.

**Passo 3:** Com o auxílio de durex, fixe duas pilhas no chassi do carrinho e, em seguida, conecte os fios dos mini motores às pilhas.

**Passo 4:** Agora vamos para a parte das rodas do carrinho. Com uma régua, meça o diâmetro do palito de churrasco e, em seguida, transfira essa medida para a tampinha de garrafa PET, fazendo uma marcação com um marcador.

**Passo 5:** Faça um furo no centro da tampinha de garrafa PET, de acordo com o diâmetro marcado. Certifique-se de que o furo tem o tamanho correto para que o palito possa atravessá-lo.

**Passo 6:** Insira os palitos dentro dos canudos, que servirão como eixos do carrinho, e, em seguida, encaixe as tampinhas de garrafa PET (rodas) nos palitos.

**Passo 7:** Por fim, fixe as tampinhas (rodas) nos palitos com cola quente. Repita esse procedimento para as demais tampinhas de garrafa PET, finalizando a montagem das rodas do seu carrinho.

**Passo 8:** Seu carrinho está pronto!

### 5.3.2 A Física do Carrinho Elétrico

O carrinho elétrico funciona de maneira semelhante ao carrinho foguete, mas, em vez de usar um balão como fonte de propulsão, agora temos as hélices de dois mini motores como a nova fonte de propulsão do carrinho. Assim, quando ligamos os mini motores fazemos com que as hélices girem e ocorra um jato de ar, empurrando-as com uma força ( $-\vec{F}_{res}$ ) que é a ação. Esta, por sua vez, reage no carrinho, empurrando-o em sentido oposto com uma força ( $\vec{F}_{res}$ ), que faz o carrinho elétrico, se movimente no sentido contrário do ar, que é a reação. Demonstrando também, a terceira lei de Newton, a "Lei da Ação e Reação".

No carrinho elétrico também ocorre transformação de energia, pois, a fonte de energia dos mini motores utilizados no carrinho é a pilha, um sistema onde ocorre uma reação de oxirredução. Nesse processo, a energia química gerada espontaneamente é convertida em energia elétrica e, posteriormente transformada em energia mecânica pelo motor.

### 5.4 Experimento 4: Carrinho Químico

➤ Objetivos Específicos:

- ✓ Compreender as reações químicas entre o vinagre e bicarbonato de sódio;
- ✓ Determinar a velocidade média.

Materiais necessário para realização do experimento

- 4 rodas de carrinhos;
- 7 palitos de picolé
- 1 pistola de cola quente;
- 1 Fita adesiva; Tesoura;

- 1 canudinho de 10 cm;
- 1 garrafa d'água 500 ml ou algo semelhante;
- Vinagre 600ml;
- Bicarbonato de sódio 400 gramas.

*Figura 4 – Carrinho Químico*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

#### **5.4.1 Montagem do Carrinho Químico**

**Passo 1:** Para o chassi do carrinho, pegue os palitos de picolé e, com a cola quente, cole-os formando um trapézio isósceles. Por fim, finalize com a construção de uma asa traseira para deixar o carrinho mais elegante.

**Passo 2:** Pegue quatro rodas de carrinhos de brinquedos com eixo de metal ou algo similar. Depois cole o canudinho no chassi do carrinho e, em seguida, passe o eixo do carrinho por dentro do canudinho.

**Passo 3:** Próxima etapa é fazer um furo no centro da tampinha da garrafa d'água. Depois de ter feito o furo, pegue um canudinho com um comprimento de 10 cm, coloque nesse furo e, em seguida, prenda ele com cola quente.

**Passo 4:** Faça uma base com uma inclinação de 20 graus no chassi do carrinho para apoiar a garrafa de água. Em seguida, fixe-a com durex para garantir que fique firme.

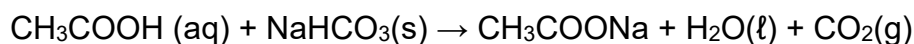
**Passo 5:** Para preparar o pacote de bicarbonato de sódio, coloque uma colher de sopa do produto no centro de uma toalha de papel. Depois, dobre e enrole a toalha, formando um pequeno pacote. Certifique-se de que o bicarbonato esteja bem embalado dentro da toalha. Lembre-se de que o pacote deve ser pequeno o suficiente para caber dentro de uma garrafa de 500 ml.

**Passo 6:** Antes de colocar o pacotinho de bicarbonato na garrafa, é essencial fixá-la no chassi do carrinho primeiro. A garrafa já deve conter a mistura de 250 ml de vinagre e 150 ml de água. Em seguida, tampe rapidamente a boca da garrafa com a tampinha. Atenção: essa etapa deve ser feita com muita rapidez!

#### 5.4.2 A Física e a Química do Carrinho Químico

O carrinho químico funciona através de uma reação clássica do ácido-base envolvendo vinagre e bicarbonato de sódio. Nesta reação, o ácido acético presente no vinagre ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) reage com o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), liberando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) como um dos produtos. Assim, à medida que se forma gás carbônico no interior da garrafa, a pressão dentro dela aumenta na mesma proporção, e essa pressão ao ser liberada pelo canudinho preso garrafa, provocar um jato de líquido, empurrando-o com uma força ( $-\vec{F}_{res}$ ) que é a ação. Esta, por sua vez, reage no carrinho, empurrando-o em sentido oposto com uma força ( $\vec{F}_{res}$ ), que faz o carrinho químico, se movimente no sentido contrário do jato de líquido, que é a reação. Demonstrando novamente, a terceira lei de Newton, a "Lei da Ação e Reação".

Podemos representa essa reação através da equação química abaixo:



Onde:

- $\text{CH}_3\text{COOH}$  é o ácido acético presente no vinagre;
- $\text{NaHCO}_3$  é o bicarbonato de sódio;
- $\text{CH}_3\text{COONa}$  é o acetato de sódio;
- $\text{H}_2\text{O}$  é água;
- $\text{CO}_2$  é o dióxido de carbono.

Essa reação é classificada como dupla troca, pois, temos duas substâncias compostas reagindo entre elas, trocando seus componentes e originando duas novas substâncias também compostas.

Em relação a transformação de energia do carrinho químico, a energia química presente na mistura é convertida em energia mecânica/cinética através de uma reação clássica do ácido-base envolvendo vinagre e bicarbonato de sódio, promovendo um jato de líquido que é responsável pelo movimento do carrinho.

## 5.5 Experimento 5: Carrinho Solar

➤ Objetivos Específicos:

- ✓ Estudar as fontes de energias alternativas;
- ✓ Determinar a Velocidade média e Energia Cinética.

Materiais necessário para realização do experimento:

- 1 Isopor;
- 4 rodas de carrinhos;
- 1 Ferro de solda;
- 1 Pistola de cola quente;
- 1 Fita adesiva; Tesoura;
- 2 canudinhos;
- 1 placa solar.

*Figura 5 – Carrinho Solar*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

### 5.5.1 Montagem do Carrinho Solar

**Passo 1:** Para o chassi do carrinho, pegue isopor de 20 cm a 15 cm e, corte-os formando um retângulo e, em seguida, cole palito de picolé embaixo do chassi do carrinho. Por fim, finalize com a construção de aerofólio traseiro para deixar o carrinho mais elegante.

**Passo 2:** Agora, vamos para a parte das rodas do carrinho. Pegue quatro rodas de carrinhos de brinquedos com eixo de metal ou algo similar. Depois cole o canudinho no chassi do carrinho e, em seguida, passe o eixo do carrinho por dentro do canudinho.

**Passo 3:** Pegue os fios do painel solar e os conecte ao motor do carrinho e, em seguida, cole-o com ferro de solda. Por último, prenda com durex o motor a placa solar no chassi carrinho.

### **5.5.2 A Física do Carrinho Solar**

O carrinho solar funciona por meio de um painel solar preso ao seu chassi, que está conectado ao motor como fonte de energia. Os painéis solares são compostos por várias células fotovoltaicas, formadas por duas placas de um material semicondutor, o silício. Essas placas de silício geralmente são combinadas com outros materiais para modificar sua estrutura eletrônica, criando uma metade eletricamente positiva e outra metade eletricamente negativa. Quando os fótons (partículas de luz) incidem sobre a placa, eles transferem sua energia para esse material, fazendo com que os elétrons das camadas mais externas ganhem energia suficiente para se tornarem elétrons livres. Esses elétrons livres geram corrente elétrica e, devido à diferença de polaridade entre as metades da placa, são forçados a se movimentar.

Assim, enquanto as placas solares estiverem expostas ao sol, os elétrons continuarão fluindo, gerando corrente elétrica. Dessa forma, o painel solar consegue produzir energia suficiente para alimentar o motor. Dessa forma, a energia solar é convertida em energia elétrica e, posteriormente, transformada em energia mecânica pelo motor, permitindo que o carrinho solar se movimente.

## **6. APLICAÇÃO DA ATIVIDADE DE CONFECÇÃO DE CARRINHOS NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO DURANTE O PROGRAMA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA**

### **6.1 Programa Residência Pedagógica**

No primeiro momento, essa atividade foi desenvolvida durante uma ação do programa residência pedagógica, da CAPES, com o objetivo de auxiliar as aulas de Física, tornando-as mais atrativas para os alunos do primeiro ano do ensino médio de Informática. Inicialmente, pensou-se em trabalhar apenas alguns conceitos básicos de Cinemática, como os conceitos de posição e velocidade média. Como os alunos demonstraram interesse pela atividade e participação ativa durante a aula, e considerando que o programa residência pedagógica tem 18 meses de duração e seu projeto envolvia interdisciplinaridade, foi feita a expansão dessa atividade de confecção de carrinhos, visto que conceitos de outros temas da Física foram abordados.

Como fruto desse trabalho foi desenvolvido cinco roteiros experimentais envolvendo a confecções de cinco carrinhos que abordaram os conceitos de Física e Química de fácil aplicabilidade podendo ser desenvolvida em sala de aula, sem ser, necessariamente, um espaço físico de um laboratório ou até mesmo construído em casa pelos próprios alunos. Vale ressaltar que esse trabalho não pode ser considerado como um produto pronto e acabado, mas sim, o início de uma produção que visa auxiliar os professores a inserir a experimentação em sala de aula podendo mudar de acordo com a realidade em que se encontra sua escola.

Portanto, de modo geral, o objetivo deste trabalho é a produção de estratégias didático-metodológicas que dê suporte aos professores, com experimentos de fácil execução e materiais acessíveis, com o intuito de tornar as aulas de Física mais atrativas e prazerosas, despertando o interesse dos alunos pelo conteúdo e, assim, promovendo uma aprendizagem significativa e interativa.

### **6.2 Local e participantes**

Atividade foi desenvolvida na turma do 1º ano do Ensino Médio Integral de Informática, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) - Campus Salgueiro. A turma era composta em média de 39 alunos.



### 6.3 Aplicação da atividade em sala de aula

Inicialmente, houve uma conversa com o professor responsável pela disciplina, que foi consultado se havia a possibilidade de aplicar a atividade experimental na turma. O mesmo concordou que sim, e também destacou a importância de se trabalhar com atividades experimentais em sala de aula.

Conforme é enfatizado por Araujo e Abib (2003), que salientam a importância de se trabalhar atividades experimentais em sala de aula. Uma vez, que as atividades experimentais podem ser realizadas de forma demonstrações, permitindo a saída da abstração e promovendo uma aprendizagem mais significativa:

“[...] na linha de proposta de atividades de demonstração encontram-se autores que salientam justamente a importância dessas atividades para ilustrar e tornar menos abstratos os conceitos físicos abordados, ao mesmo tempo que torna mais interessante, fácil e agradável o seu aprendizado, motivando a participação dos alunos. (Araújo; Abib, 2003, p.181).”

Assim, nas aulas iniciais foram trabalhados os assuntos base dentro da Cinemática. A Cinemática é uma parte da mecânica que estuda os movimentos dos corpos em um dado intervalo de tempo, relacionando grandezas físicas como posição, velocidade e aceleração. E outra parte da mecânica é a Dinâmica, que estuda as causas que alteram os movimentos. Em seguida, foram definidos em sala os conceitos de posição e de deslocamento, para em seguida introduzir a velocidade média de um corpo. Matematicamente:  $V_m = \Delta x / \Delta t$ , onde  $V_m$  é o módulo da velocidade média,  $\Delta x$  é o deslocamento, ou variação de posição, dado por  $x - x_0$ , em que  $x$  é a posição final e  $x_0$  a posição inicial do corpo, e  $\Delta t$  é o intervalo de tempo. Logo em seguida, foi mostrado a experimentos dos carrinhos.

*Figura 6 – Momento da aula e explicação da atividade experimental*



Figure 7 – Aluno realizando a atividade experimental (carrinho)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Em seguida foi apresentada a parte Dinâmica com as três leis de Newton. Depois, abordou-se a parte das conservações de energia, como energia cinética, potencial e força elástica. Por fim, foram trabalhadas as reações químicas, com aulas expositivas e atividades. Após as aulas expositivas, o professor conversou com os alunos e também trabalhou alguns conteúdos. Os alunos apresentaram-se envolvidos e motivados com as temáticas propostas.

Durante o desenvolvimento das aulas e atividades experimentais, foram realizados alguns questionamentos aos alunos, por exemplo, é possível determinar as velocidades médias dos carrinhos? E as acelerações, também é possível determinar? Em relação aos tipos de movimentos, é possível saber se é um movimento retilíneo uniforme (MRU) ou se é um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)? E, sua energia cinética, também é possível determinar? Depois que todos os alunos responderam os questionamentos, foi explicado que só era possível determinar as velocidades médias e a energia cinética média, mas não era possível determinar as acelerações e nem saber qual era o tipo do movimento.

Finalizados as etapas das informações, os alunos foram divididos em grupos, e cada um ficou responsável por confeccionar um determinado carrinho e explicar os fenômenos físicos ou químicos associados a ele, tendo um primeiro contato com os roteiros (atividades experimentais) antecipadamente e uma aula para a montagem dos experimentos com as devidas explicações. Outra aula foi destinada para demonstração dos carrinhos e à também para ver os quais são mais rápidos. Dessa forma, foi realizada uma corrida por categoria entre os carrinhos, a fim de promover a

competição, cooperação e socialização entre as equipes, aspectos fundamentais para promover uma aprendizagem ativa, segundo Vygotsky. As figuras 8 e 9 mostram os alunos envolvidos no processo de montagem dos experimentos e dialogando entre si.

*Figura 8 – Momento em que duas equipes estão construindo seus carrinhos*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

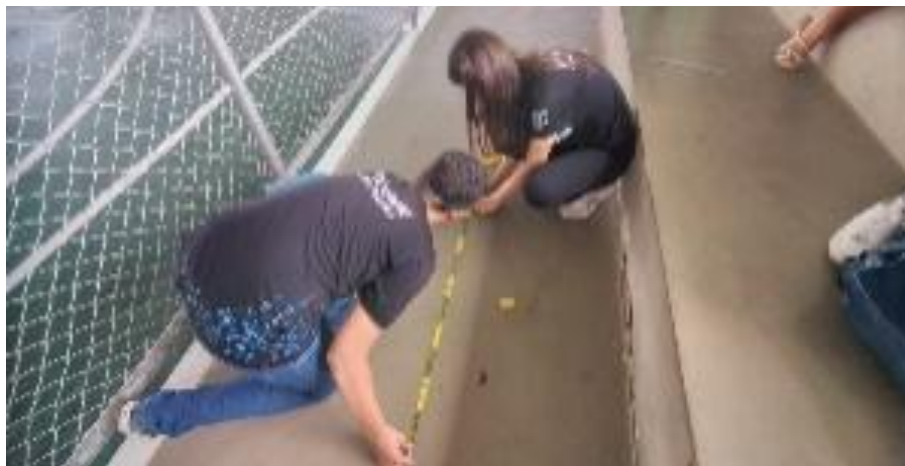
*Figure 9 - Momento que equipe está construindo seu carrinho*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Neste contexto, foram levados os alunos para um lugar aberto e espaçoso para ser realizada a corrida dos carrinhos. Inicialmente, os alunos definiram um ponto para ser o referencial de partida (origem) que é ponto A ( $x_0$ ), em seguida definiram outro ponto B ( $x$ ) que será a chegada. Com uma fita métrica eles mediram a distância do ponto A até ponto B, que é a variação do espaço ( $\Delta x$ ) dos carrinhos que foi de 300 cm, que converteram essa distância para metros (m), como representado na figura 10.

*Figura 10 – Momento em que os alunos estão fazendo a medida da pista para a corrida dos carrinhos*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

*Figura 12 - Momento em os alunos estão se preparando para corrida dos carrinhos*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

*Figura 13 - Momento corrida categoria dos carrinhos foguetes*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

*Figura 15 – Corrida de carrinhos – categoria: carrinhos elásticos*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

*Figura 16 – Corrida dos carrinhos – categoria: carrinhos químicos*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

*Figura 17 – O momento da premiação dos alunos que construíram os carrinhos mais rápidos em cada categoria*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Utilizando o cronômetro do celular, os alunos conseguiram determinar os intervalos de tempos que os carrinhos levaram para percorrer essa distância. Esse procedimento foi realizado para ambos os carrinhos várias vezes. Assim, os alunos calcularam a média dos intervalos tempos, onde os valores das distâncias e dos intervalos de tempos médios foram colocados na tabela 01 abaixo

**Tabela 1:** Valores das distâncias e dos tempos médios dos carrinhos

<b>Categoria</b>	<b>Distância (m)</b>	<b>Tempo médio (s)</b>
Carrinho foguete	3,0	3,15
Carrinho elástico	3,0	4,20
Carrinho solar	3,0	3,12
Carrinho elétrico	3,0	10,5
Carrinho químico	3,0	5,45

Com base no que tinha sido estudado nas aulas de Cinemática e, usando a definição de velocidade média que matematicamente:  $V_m = \Delta x / \Delta t$ . Desta forma, os alunos dividiram os deslocamentos dos carrinhos ( $\Delta x$ ) pelos intervalos de tempos gasto ( $\Delta t$ ). Assim, eles conseguiram determinar as velocidades médias dos carrinhos, como mostra a tabela 2 abaixo.

**Tabela 2:** Valores obtidos das velocidades médias dos carrinhos

<b>Categoria de carrinho</b>	<b>Velocidade média (m/s)</b>
Carrinho foguete	0,95
Carrinho elástico	0,71
Carrinho solar	0,96
Carrinho elétrico	0,29
Carrinho químico	0,55

Depois terem calculado a velocidade média dos carrinhos, foi a vez determinarem a energia cinética de ambos carrinhos e, usando a definição de energia cinética  $E_c = mv^2/2$ , onde  $m$  é a massa e  $v_m$  é o modulo da velocidade média. Assim, os alunos com auxílio de uma balança, obtiveram a massa dos carrinhos, depois multiplicaram a massa do carrinho pela sua velocidade média ao quadrado e, em

seguida, dividiram por dois. Dessa forma, eles conseguiram determinar a energia cinética média dos carrinhos, como mostra a tabela 3.

**Tabela 3:** Valores obtidos da energia cinética média dos carrinhos

<b>Categoria de carrinho</b>	<b>Energia cinética média (J)</b>
Carrinho foguete	0,042
Carrinho elástico	0,088
Carrinho solar	0,092
Carrinho elétrico	0,012

Durante a corrida de carrinhos por categoria, os carrinhos solares foram levados para um local aberto, permitindo que suas placas solares fossem expostas ao sol e gerassem energia elétrica. Já os carrinhos químicos foram separados dos demais, pois funcionam por meio da reação entre bicarbonato de sódio e vinagre, que gera bastante sujeira. Por esse motivo, a corrida dos carrinhos químicos foi realizada fora da quadra/sala de aula.

Finalizando a etapa de coleta de dados e a apresentação dos carrinhos, houve uma grande corrida final com todos os modelos de carrinhos, revelando o carrinho solar como o grande vencedor. No entanto, todos saíram ganhando, pois, essa atividade possibilitou discussões e debates entre as equipes, promovendo maior interação social e aprendizagem ativa, aspectos fundamentais das teorias de Vygotsky e Moreira.

Para poder avaliar a atividade dos carrinhos e atribuir notas aos alunos, foram estabelecidos alguns critérios a serem seguidos, como: apresentação do carrinho (criatividade e funcionamento), além da parte escrita e apresentação oral (organização do texto e explicação dos fenômenos físicos ou químicos relacionados aos carrinhos). Assim, essa atividade também possibilitou que os professores de Física formem parcerias com outros professores de outras disciplinas, como, os professores de Químicas, Artes e Português, por exemplo.

## 7. O USO DO SOFTWARE TRACKER PARA AS ANÁLISES E OBTENÇÃO DE DADOS DOS CARRINHOS

Essa seção se refere a uma proposta do autor, adicional ao relato de experiência, mas que não foi realizada na prática com a turma. São apenas atividades propostas, nas quais o Tracker poderia se mostrar como um *software* em potencial para acrescentar em atividades experimentais, como essa dos carrinhos.

### 7.1 Sobre o software Tracker e o ensino de Física

O *software* Tracker é um programa gratuito projetado pelo norte americano Doug Brown, esse *software* permite analisar o vídeo por meio de um programa baseado no código aberto *Open Saurcer Physic* (OSP), que usa a linguagem de programação *Java*. Sobre a história do Tracker, a primeira vez que ele foi mencionado é no boletim da sociedade americana de Física, ocorrido em 2008, durante um encontro realizado no Texas. Onde Doug Brown, criador do Tracker, apresentou seu projeto intitulado: “*Vídeo Analysis and Modeling in Physics Education*” (Bordim, 2020).

O Tracker possui inúmeros recursos como rastreador, modelagem e reajuste de vídeo. Em relação ao rastreamento, existem dois tipos, o rastreamento manual e automático. No rastreamento manual é preciso fazer as marcações manualmente. Para isso, pressione tecla “*SHIFT*” e, com mouse, clique em cima do objeto ao longo da evolução dos quadros do vídeo. Já rastreamento automático, circula-se o objeto de análise e, o programa automaticamente realiza as marcações as posições do objeto *frame a frame*. Nesse caso, o objeto não pode aparecer desfocado no vídeo.

Na parte de modelagem existe a opção Modelagem *Builder*, nessa opção permite criar modelo cinemático e dinâmica de partículas de massa pontual. Por fim, na parte de vídeo, existe um mecanismo de vídeo gratuito *Xuggle*, que reproduz e grava em diversos formatos de vídeo, como *mp4*, *mov*, *avi* e outros, compatíveis com *Windows / MacOS / Linux*. Além disso, o Tracker oferece efeitos especiais e múltiplos sistemas de referências, como bastão de calibração, que é utilizado para fazer as marcações corretas dentro do vídeo. Esses são apenas alguns recursos disponíveis no *software* Tracker.



A utilização do *software* Tracker vem se mostrando um grande aliado no ensino de ciências, em particular, a Física. Segundo os estudos realizados pelo grupo Tracker-Brasil, potencializou o uso do Tracker como uma poderosa ferramenta didática para o ensino de Física, e sua imensa área, englobando desde a Mecânica, até a Física Moderna (Bordim, 2020). Dessa forma, o professor pode explorar diversos assuntos da Física e estudar os fenômenos físicos com os alunos por meio da vídeoanálise, seja através de alguns experimentos filmados em sala de aula ou até mesmo alguns vídeos disponíveis na internet relacionado ao tema da aula.

## **7.2 Utilizando o *software* Tracker para as análises e obtenção de dados dos carrinhos**

Atividade da confecção de carrinhos não se restringem apenas estudar os fenômenos físicos e químicos associados a eles, mas também pode ampliada essa atividade com o uso *software* Tracker, que ao longo dos anos vem se mostrando um grande aliado no ensino e estudo da Física. Com o uso do Tracker, foi possível fazer as análises gráficas precisas de ambos os carrinhos, afim de discutir e identificar qual era o movimento realizado por eles, se era um movimento retilíneo uniforme (MRU) ou um movimento retilíneo uniforme variado (MURV).

### **7.2.1 Procedimento experimental para a gravação do vídeo**

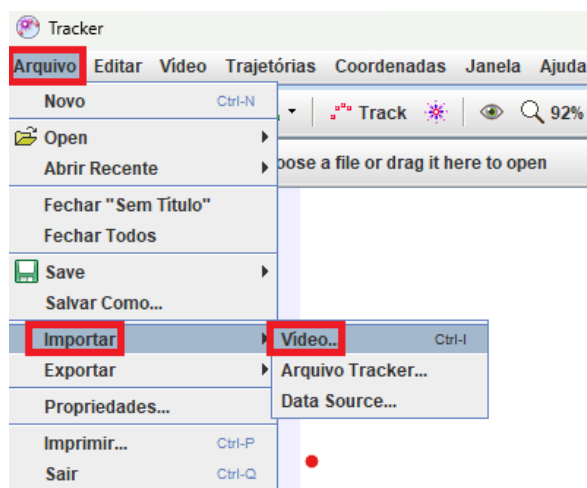
Para realizar a filmagem, foi posicionado o celular de forma que fosse possível, através da câmera, capturar todo o movimento realizado pelos os carrinhos. Assim, subiu-se sob uma cadeira, onde foi realizado toda gravação dos carrinhos. Em seguida, os carrinhos foram colocados separadamente para andar, afim de capturar cada movimento realizado por eles. Para isso, foi necessário que percorressem uma boa distância para gerar dados suficientes e permitir uma análise eficiente do vídeo. Por fim, o vídeo foi analisado através do programa Tracker, que é um programa que funciona no *Windows* e outros sistemas operacionais. Nesse caso, foi utilizado no aparelho Notebook, para o qual o vídeo foi copiado antes de se iniciar toda a análise.

### **7.2.2 Como fazer vídeoanálise**

Primeiramente, foi preciso fazer a aquisição/*download* do Tracker no Notebook, o *software* Tracker se encontrar disponível e totalmente gratuito no site: <https://physlets.org/tracker/>.

Após o *download*, o *software* Tracker foi aberto no notebook e, em seguida, o vídeo do experimento gravado foi carregado no programa para análise. Para realizar essa ação, basta arrastar o vídeo para dentro do Tracker ou anexá-lo diretamente no programa, clicando na opção: Arquivo → Importar → Vídeo → Escolher arquivo, como mostrado na Figura 16 abaixo.

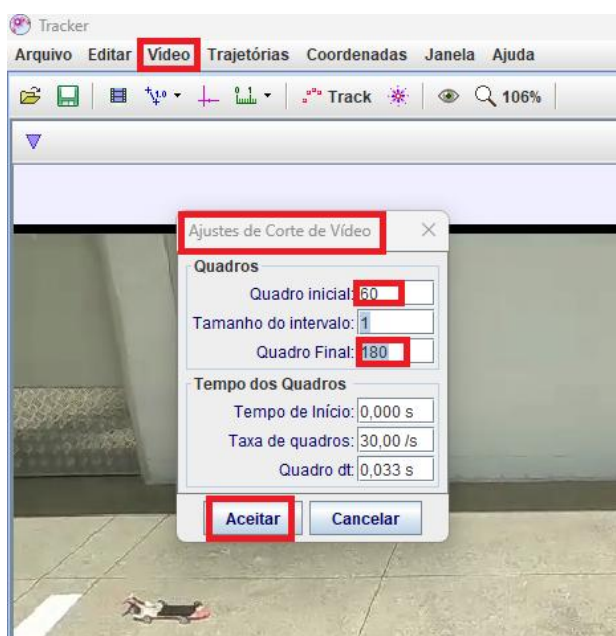
Figura 18 - Como importar o vídeo para dentro do Tracker



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Depois, foram escolhidas as opções: Vídeo → Ajustes de corte de vídeo. Nessa opção, foi possível selecionar quais quadros seriam trabalhados para a obtenção dos dados, no caso, do 60 ao 180. Por fim, a ação foi concluída clicando em Aceitar para salvar o ajuste de corte do vídeo, com mostrado na figura 17 abaixo.

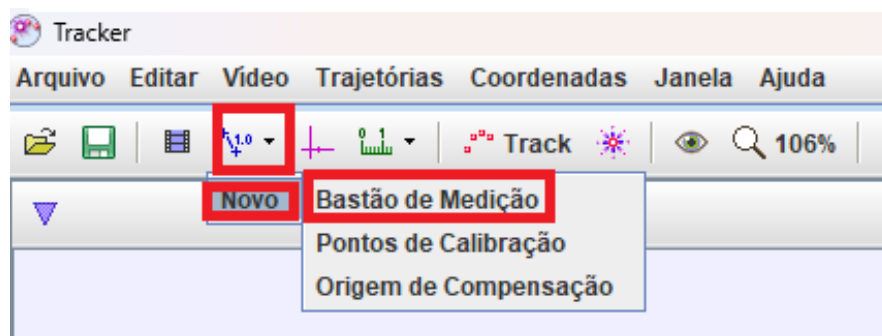
Figura 19 - Como escolher os quadros/frames para a análise



Fonte: elaborado pelo autor, 2024

As escalas presentes no Tracker estavam incorretas. Para ajustá-las, foi necessário escolher a seguinte opção: Fita Métrica com Transferidor → Novo → Bastão de Medição. Em seguida, foi inserido um metro como referência para o programa, como ilustrado na Figura 18 abaixo.

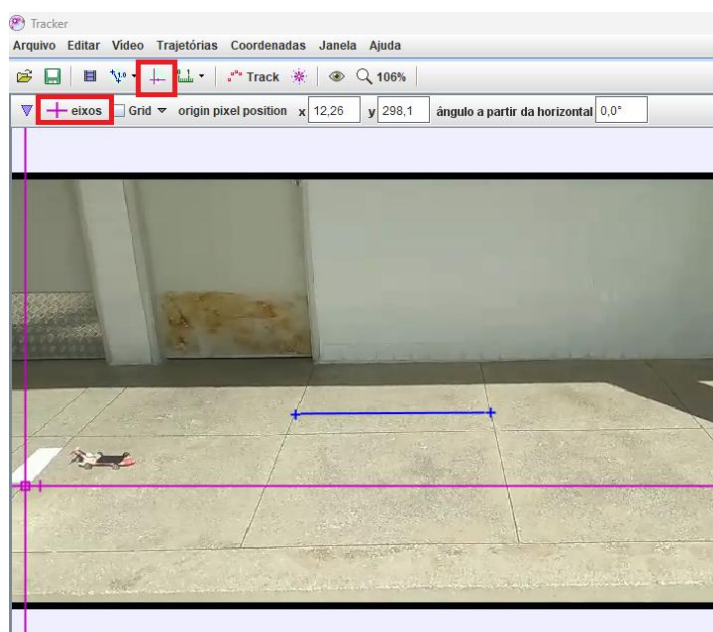
*Figura 20 - Como adicionar um bastão de medição*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Após a calibração, o próximo passo é adicionar o plano cartesiano, como mostrado na figura 19 abaixo.

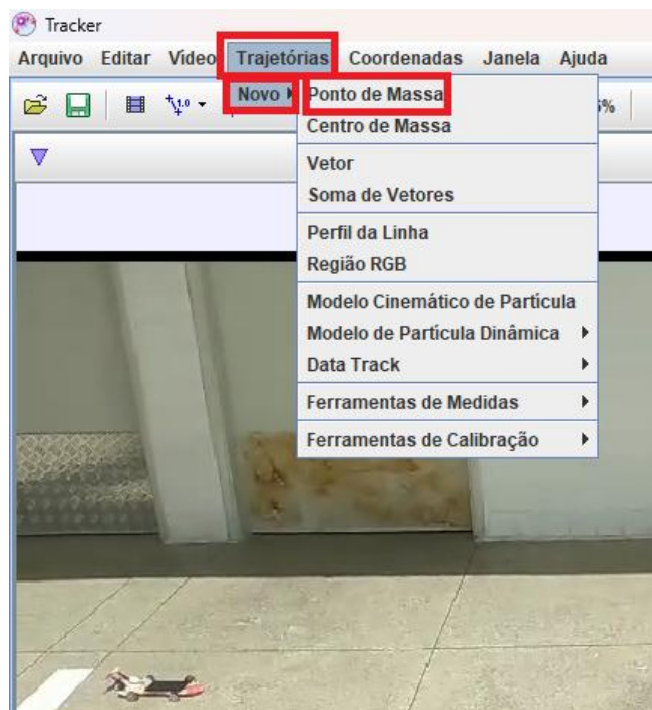
*Figura 21 - Como adicionar o plano cartesiano*



Fonte: elaborado pelo autor, 2024

O próximo passo foi escolher a opção: Trajetória → Novo → Ponto de Massa e, em seguida, inserir a massa do carrinho solar, que corresponde a 0,270 kg. como ilustrado na Figura 20 a seguir.

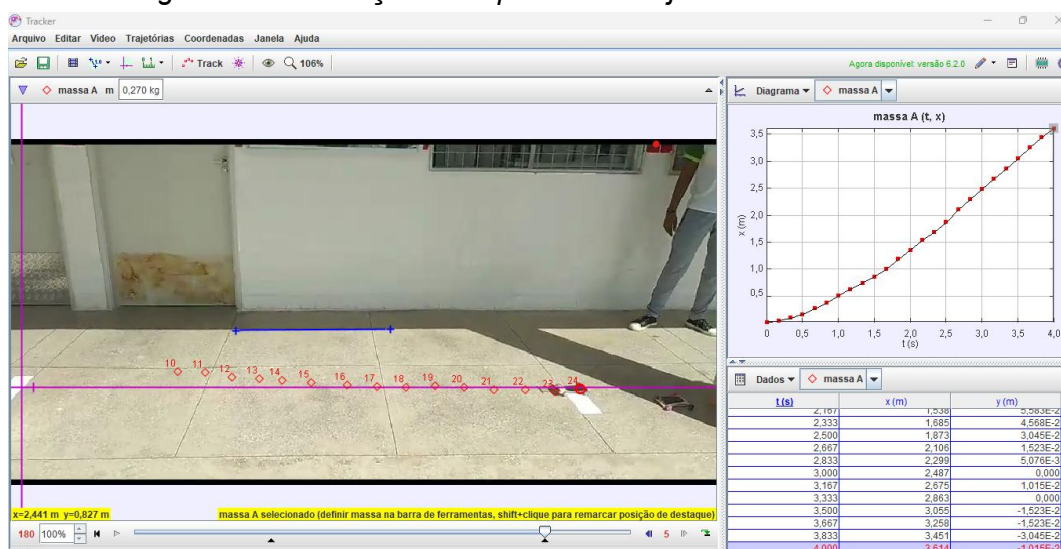
Figure 22 - Como adicionar o ponto de massa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

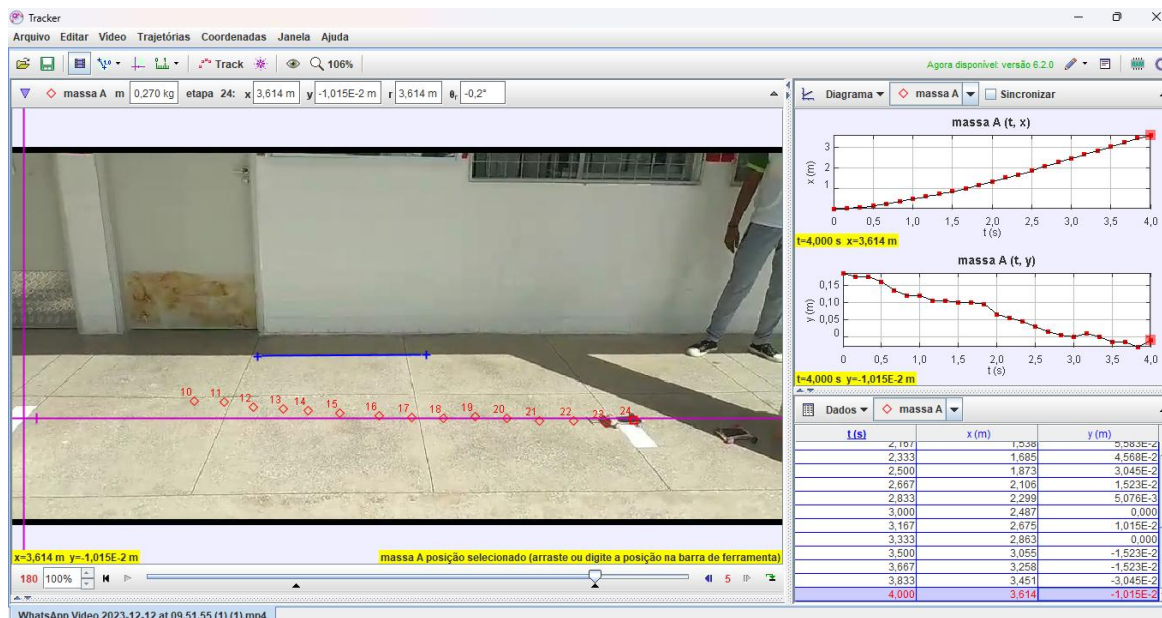
Para realizar as marcações, o processo é muito simples: pressione a tecla "SHIFT" e, com o mouse, clique sobre o objeto (neste exemplo, o carrinho solar). Em seguida, faça as marcações conforme a evolução dos frames/quadros do vídeo. No caso aqui apresentado, o vídeo corresponde à trajetória realizada pelo carrinho na direção do eixo X.

Figure 23 – Marcações dos pontos da trajetória do carrinho solar



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

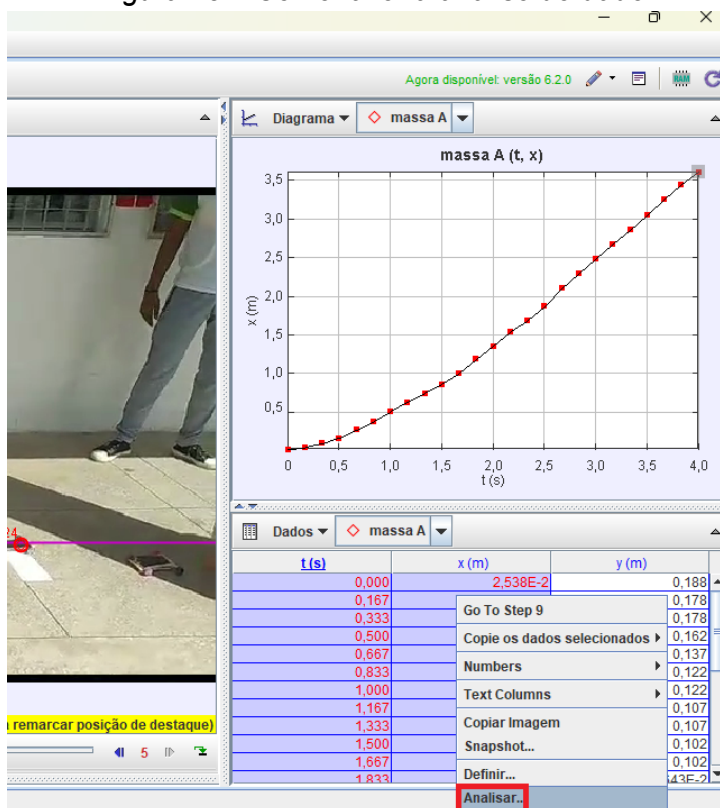
Figura 24 – Gráficos em função de  $(t, x)$  e  $(t, y)$



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Mas o gráfico escolhido para análise foi  $(t, x)$ , ou seja,  $t$  em função de  $x$ . Em seguida, as tabelas foram selecionadas com o mouse e, na opção "Analisar", a análise foi realizada.

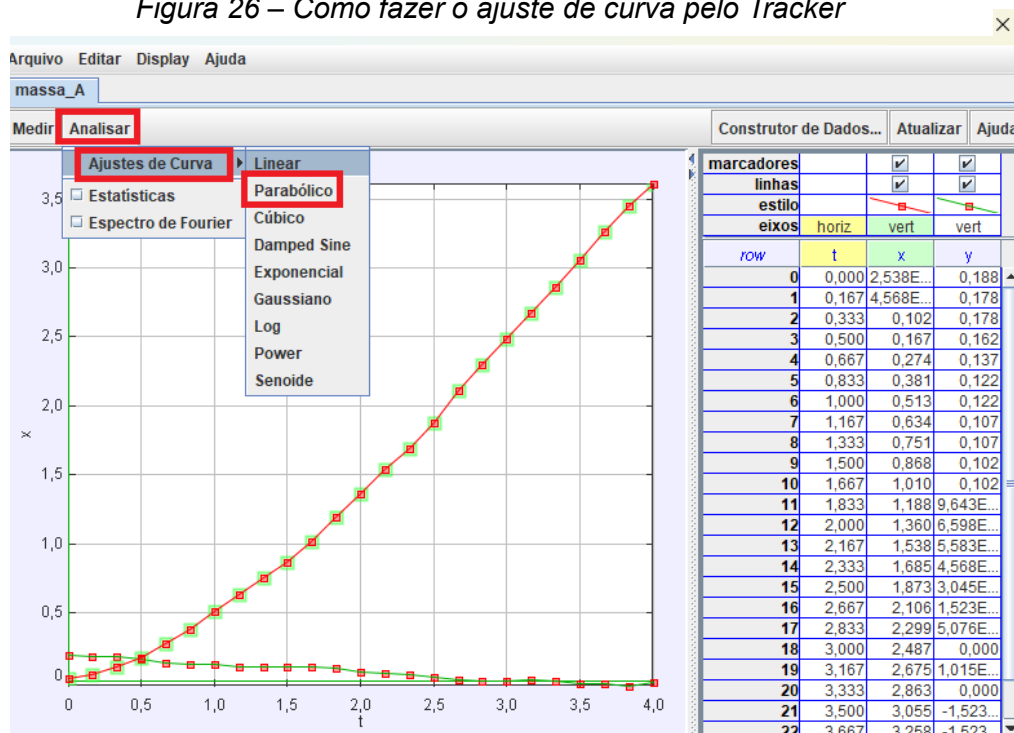
Figura 25 – Como fazer a análise de dado



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

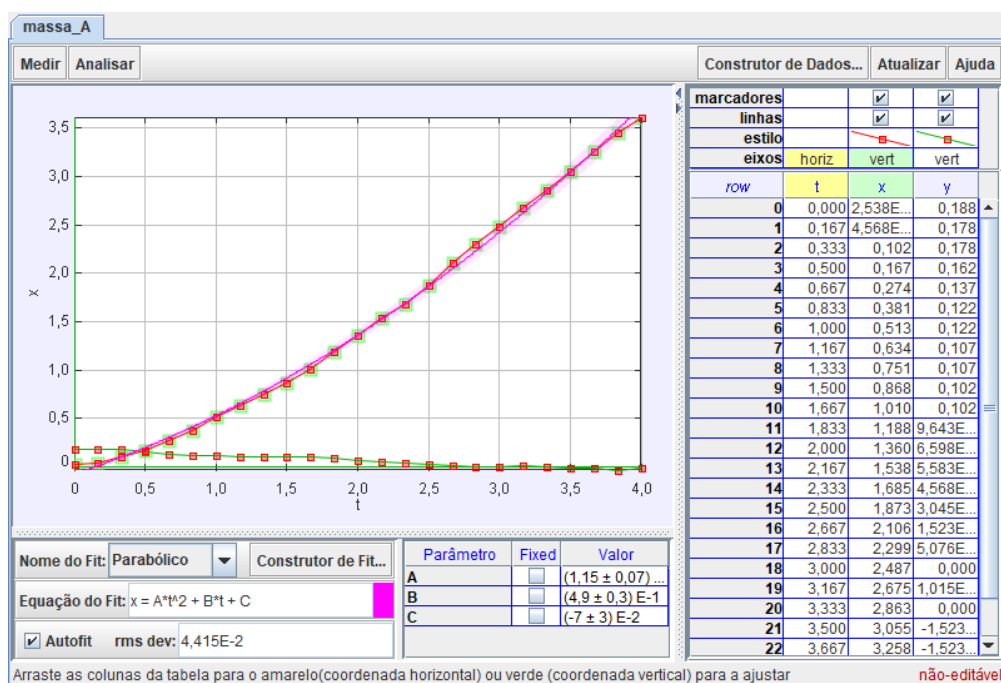
Logo em seguida, será apresentada a opção "Ferramenta de Análise de Dados". Clique novamente em "Analisar" e depois em "Ajuste de Curva". Nesse caso, observa-se claramente que o gráfico é uma parábola, então foi selecionada a opção "Parabólico", como ilustrado na Figura 24 abaixo.

Figura 26 – Como fazer o ajuste de curva pelo Tracker



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Figure 27 – Gráfico já com os parâmetros definidos do carrinho solar



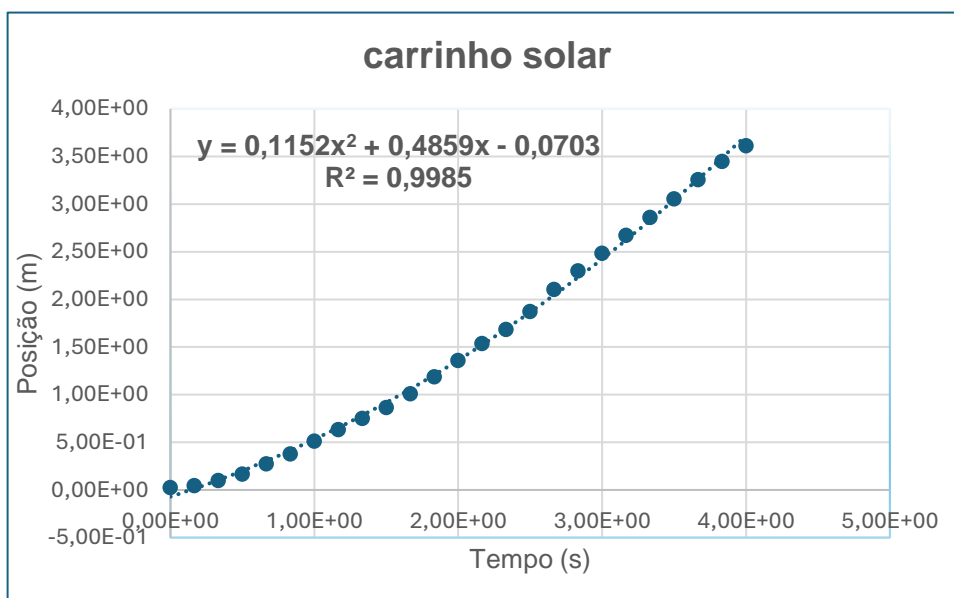
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Na Figura 25, é possível observar o recurso de tratamento de dados disponível no Tracker. Com os dados obtidos a partir do mapeamento do movimento realizado pelo carrinho solar, o programa permitiu realizar um ajuste ("fit") segundo uma função parabólica, representada por:  $y = At^2 + Bt + C$ , em que os parâmetros no SI são:  $A = 1,15$ ,  $B = 0,49$  e  $C = -0,07$ . "A" é o coeficiente angular representa a aceleração do carrinho solar. A equação  $y = At^2 + Bt + C$  representa a função horária da posição para o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV):  $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ , onde  $s_0$  é a posição inicial,  $v_0$  a velocidade inicial.

O termo  $1,15 \cdot t^2$  corresponde ao termo  $(a \cdot t^2) / 2$ . Igualando esses dois, é possível determinar o valor da aceleração com base nos dados obtidos pelo software Tracker, resultando em  $2,3 \text{ m/s}^2$ . Enquanto isso, a velocidade do carrinho solar foi equivalente a  $0,49 \text{ m/s}$ .

Além disso, podemos importar os dados do Tracker e realizar a análise em outros programas, como Origin ou Excel. Neste exemplo, utilizou-se o Excel para fazer a regressão linear, possibilitando o ajuste de curva e a determinação da aceleração e velocidade do carrinho solar. Os valores encontrados foram  $2,3 \text{ m/s}^2$  para a aceleração e  $0,485 \text{ m/s}$  para a velocidade.

Gráfico 1 – Posição VS tempo do carrinho solar criado pelo Excel

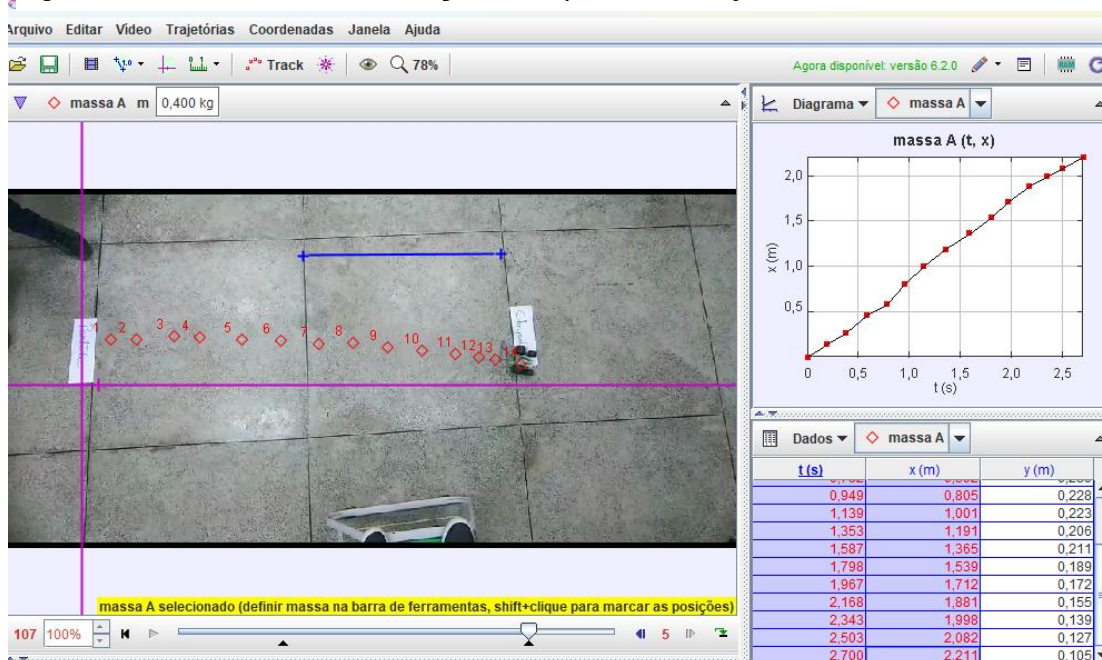


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

### 7.2.3. Usando o Tracker no Carrinho Elástico

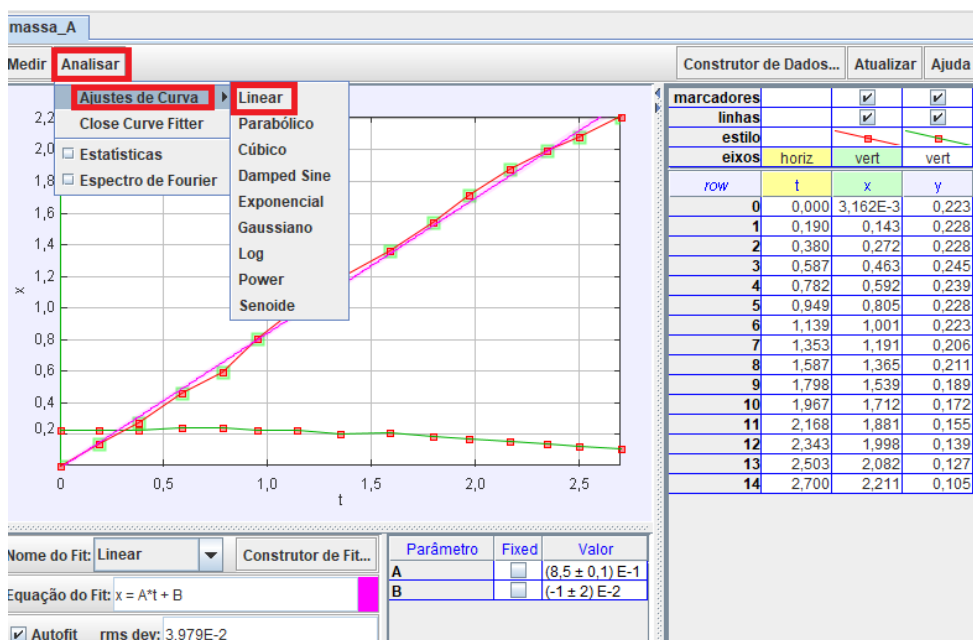
Para fazer a análise de vídeo, foram seguidas todas as etapas ilustradas no exemplo do carrinho solar. Além disso, também foi realizada a análise do vídeo do carrinho elástico.

Figura 28 – Momento das marcações dos pontos da trajetória do carrinho elástico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Figura 29 – Momento de Análise de dados e Ajuste de curva do carrinho elástico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

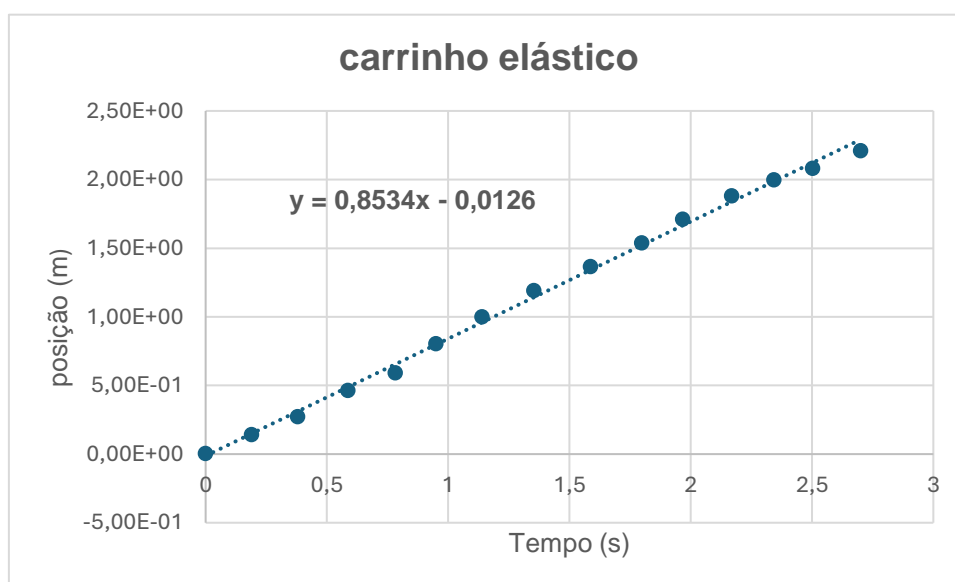


Na Figura 27, ao analisar o movimento do carrinho elástico no eixo X, percebemos que, ao longo do tempo, conforme o vídeo avança, há um crescimento linear. Isso ocorre porque, no eixo X, o movimento do carrinho elástico não é acelerado, ou seja, não há aceleração no eixo X, resultando em um gráfico linear.

A partir do mapeamento do movimento realizado pelo carrinho elástico, o programa permitiu realizar um ajuste (*fit*) segundo uma função linear, representada por:  $X = At + C$ , em que os parâmetros no SI são:  $A = 0,85$  e  $C = -0,01$ . “A” é coeficiente angular representa a velocidade do carrinho elástico, a equação  $x = At + C$ , representa a equação do movimento retilíneo uniformemente do MRU:  $s = s_0 + v \cdot t$ , onde  $s_0$  é a posição inicial, a  $v$  velocidade e  $t$  o tempo. Analogamente, a equação que descreve esse movimento é uma equação de 1º grau. Assim, a velocidade do carrinho elástico obtido foi de 0,85 m/s, segundo ao software Tracker.

Além disso, os dados do Tracker foram importados e analisados no Excel, onde foi possível realizar a regressão linear e o ajuste de curva. O valor encontrado para a velocidade do carrinho elástico foi de 0,85 m/s.

Gráfico 2 – Posição VS tempo do carrinho elástico criado pelo Excel

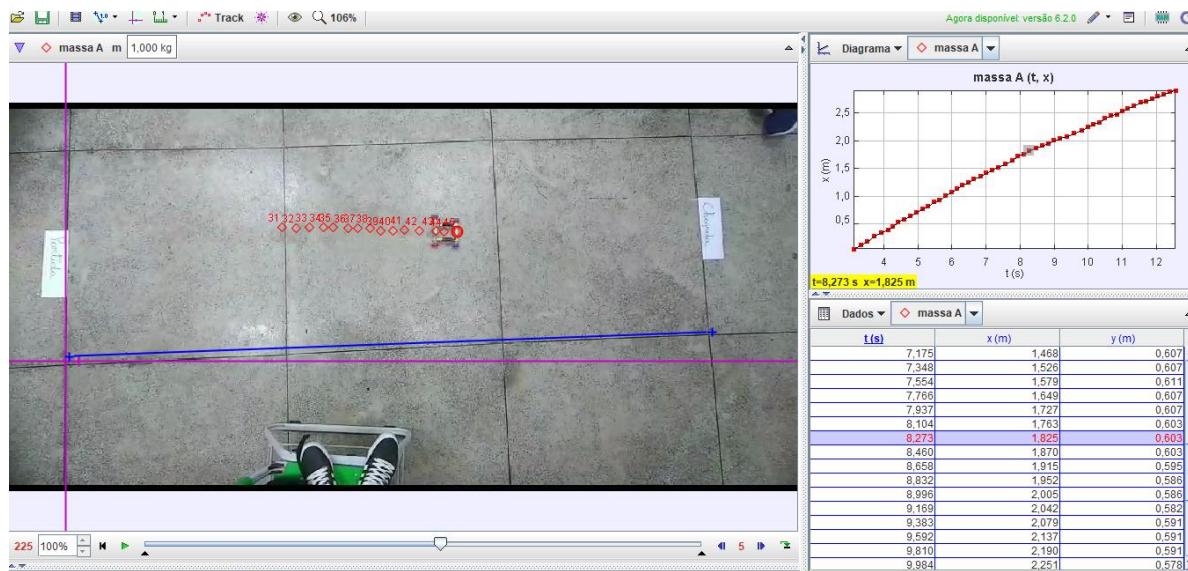


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

## 7.2.4 Usando o Tracker no Carrinho Elétrico:

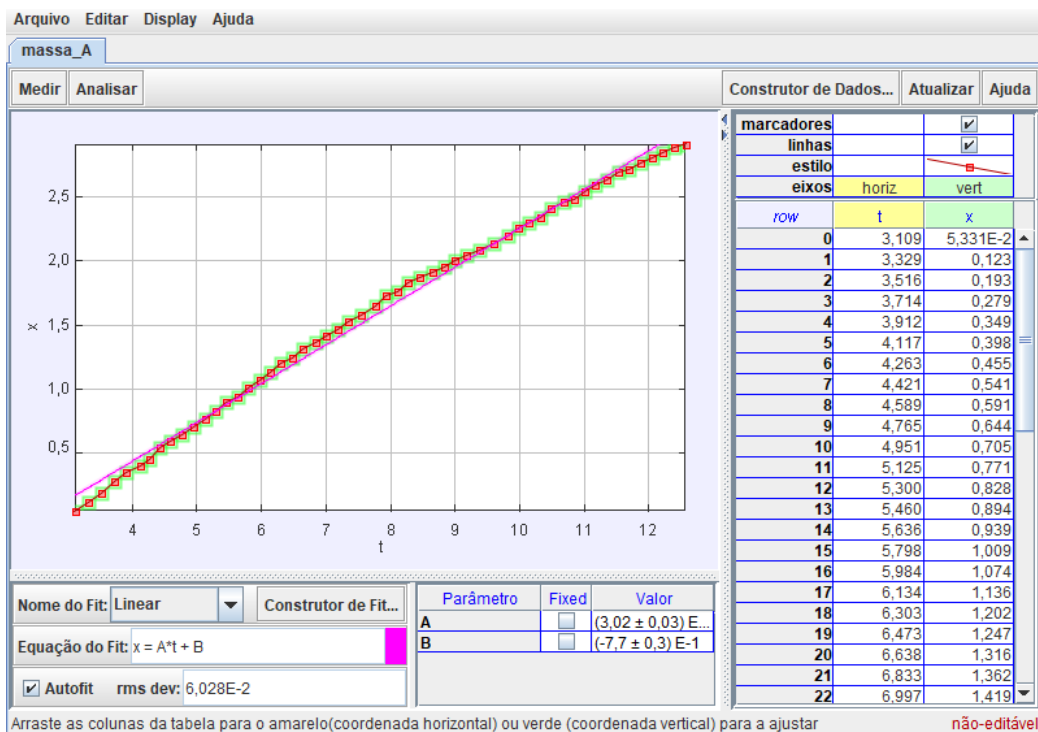
Para fazer a análise de vídeo, foram seguidas todas as etapas ilustradas no exemplo do carrinho solar. Além disso, também foi realizada a análise de vídeo do carrinho elétrico.

Figura 30 – Momento das marcações dos pontos da trajetória do carrinho elétrico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Figura 31 – Gráfico já com os parâmetros definidos do carrinho elétrico



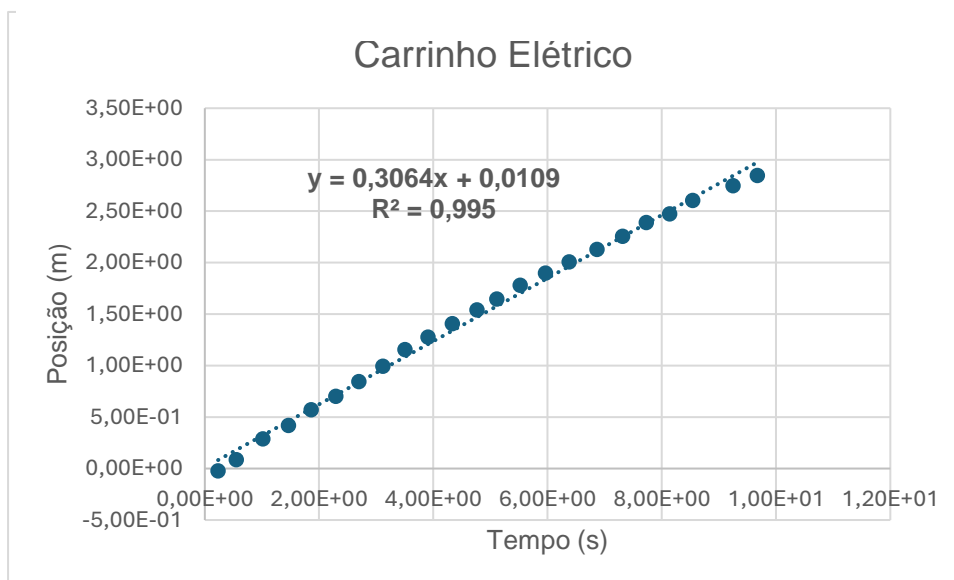
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Na figura 29, ao analisar o movimento do carrinho elétrico no eixo x, percebemos que, ao longo do tempo, conforme o vídeo avança, observa-se um crescimento linear. Isso ocorre porque, no eixo x, o movimento do carrinho elétrico não é acelerado, ou seja, não há aceleração nesse eixo. Portanto, obtivemos um gráfico linear.

A partir do mapeamento do movimento realizado pelo carrinho elétrico, o programa nos permitiu fazer um ajuste (“fit”) segundo uma função linear, representada por:  $X = At + C$ , em que os parâmetros no SI são:  $A = 0,30$  e  $C = -0,7$ . O coeficiente angular “A” representa a velocidade do carrinho elétrico. A equação  $x = At + C$  representa a equação do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU):  $s = s_0 + v \cdot t$ , onde  $s_0$  é a posição inicial, a  $v$  velocidade e  $t$  o tempo. Analogamente, a equação que descreve esse movimento é uma equação de 1º grau. Assim, a velocidade do carrinho elétrico obtida foi de 0,3 m/s, segundo o software Tracker.

Os dados do Tracker também foram importados para o Excel, onde foi possível realizar a regressão linear e o ajuste de curva. A velocidade do carrinho elétrico encontrada foi de 0,3 m/s.

Gráfico 3 – Posição VS tempo do carrinho elétrico criado pelo Excel

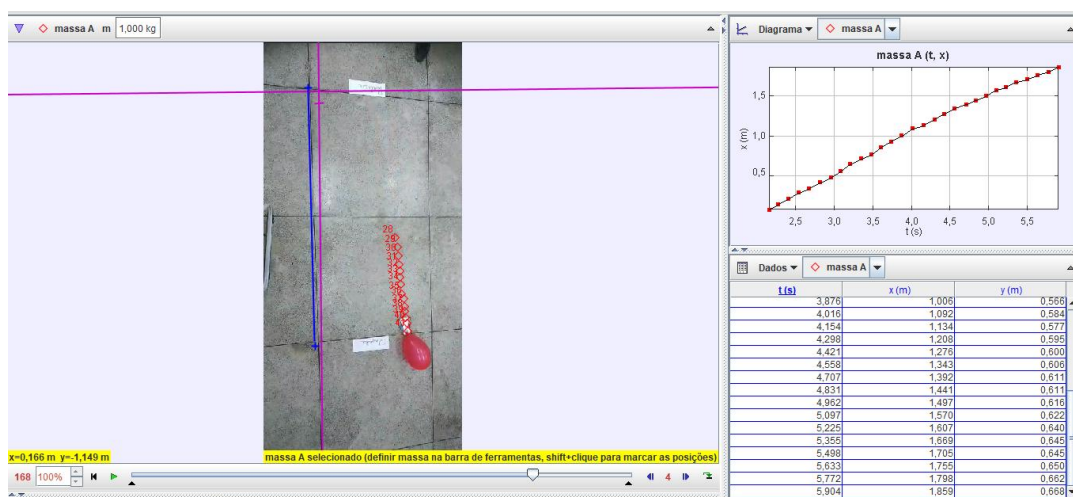


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

## 7.2.5 Usando o Tracker no Carrinho Foguete:

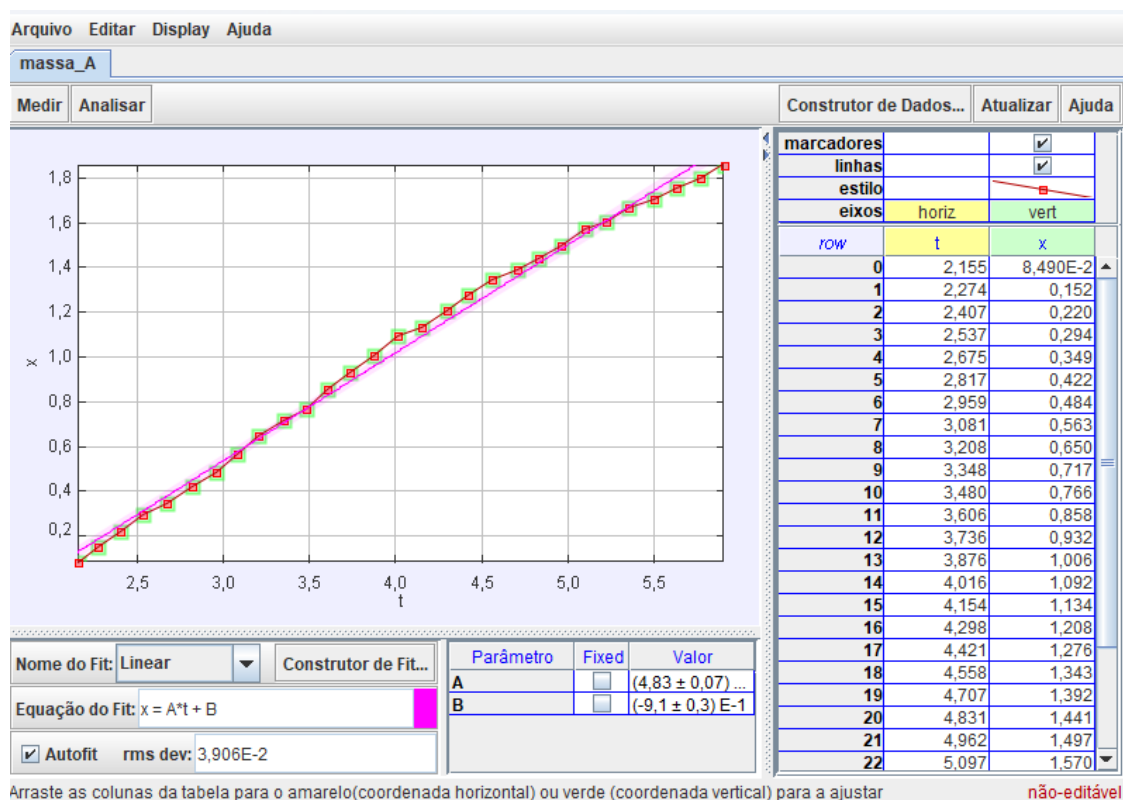
Para fazer a análise de vídeo, foram seguidas todas as etapas ilustradas no exemplo do carrinho solar. Também foi adotada a análise de vídeo do carrinho elétrico.

Figura 32 – Momento das marcações dos pontos da trajetória do carrinho foguete



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Figura 33 – Gráfico já com os parâmetros definidos do carrinho foguete



Arraste as colunas da tabela para o amarelo (coordenada horizontal) ou verde (coordenada vertical) para a ajustar

não-editável

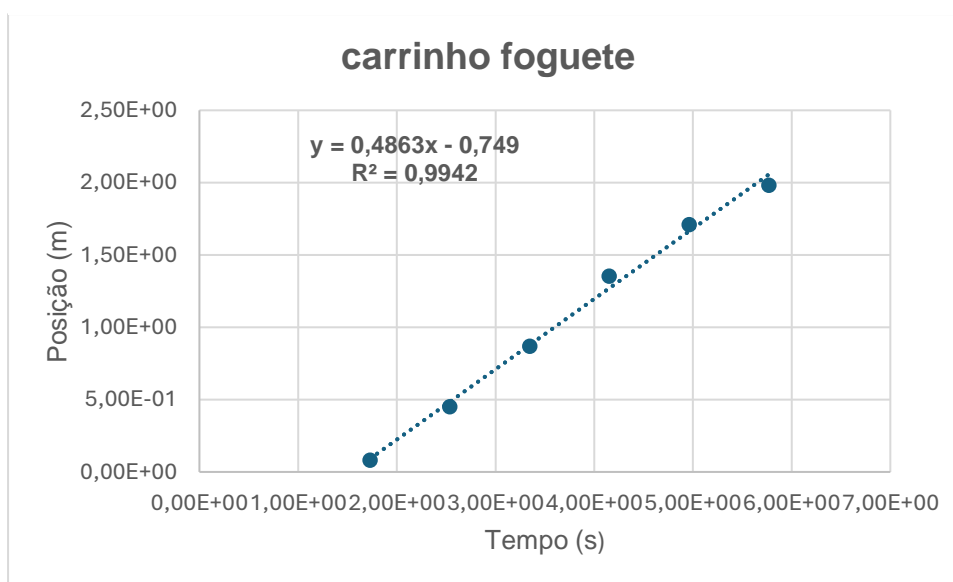
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Na Figura 31, ao analisar o movimento do carrinho elétrico no eixo x, percebemos que, ao longo do tempo, conforme o vídeo avança, ocorre um crescimento linear. Isso acontece porque, no eixo x, o movimento do carrinho foguete não é acelerado, ou seja, não há aceleração nesse eixo. Portanto, obteve-se um gráfico linear.

A partir do mapeamento do movimento realizado pelo carrinho foguete, o programa permitiu um ajuste (“fit”) por meio de uma função linear, representada por:  $X = At + C$ , em que os parâmetros no SI são:  $A = 0,48$  e  $C = -0,91$ . O coeficiente angular “A” representa a velocidade do carrinho elétrico. A equação  $x = At + C$  corresponde à equação do movimento retilíneo uniforme (MRU):  $s = s_0 + v \cdot t$ , onde  $s_0$  é a posição inicial, a  $v$  velocidade e  $t$  o tempo. Analogamente, essa equação descreve um movimento de 1º grau. Assim, a velocidade do carrinho foguete obtida foi de 0,48 m/s, segundo o *software* Tracker.

Além disso, os dados do Tracker foram importados para o Excel, onde foi realizada a regressão linear e o ajuste de curva. A velocidade do carrinho foguete encontrada nessa análise foi de 0,486 m/s.

Gráfico 4 – Posição VS tempo do carrinho foguete criado pelo Excel



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa atividade permitiu a exploração de diversos temas da Física, como Cinemática, Dinâmica e Transformações de Energia, além de conceitos da Química relacionados às reações químicas. Após a conclusão das etapas de construção e apresentação dos carrinhos, foi realizada uma competição, com prêmios para os mais rápidos em suas respectivas categorias. A corrida foi emocionante e revelou o carrinho solar como o grande campeão. No entanto, todos os participantes foram vencedores, pois, além de se divertirem na construção e nas corridas, adquiriram conhecimentos significativos em Física e Química.

Essa atividade pode envolver os alunos durante toda sua aplicação, isto é, desde dar construção até o final da corrida dos carrinhos, pois sempre os alunos estavam conversando entre si, e também esclarecendo dúvidas com o professor (o indivíduo mais capaz). Dessa forma, atividade pode promover uma maior interação social e colaboração entre os alunos, aspectos fundamentais para o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem, conforme é ressaltado na teoria de Vygotsky.

Para poder promover uma aprendizagem significativa segundo a teoria de Ausubel, é necessário considerar os conhecimentos prévios dos alunos, Moreira (2012) complementa enfatizando com mais duas condições fundamentais: Um material de ensino eventualmente significativo e a predisposição do aluno para aprender as temáticas proposta pela escola. Assim, essa atividade também cumpriu bem esses requisitos, pois os alunos já possuíam os conhecimentos prévios necessários, além de estarem bem motivados com a temática proposta a eles.

Nesse contexto, a atividade experimental dos carrinhos realizada em sala de aula, fez com todos participassem da prática. Assim, foi possível esclarecer várias dúvidas dos alunos sobre a Cinemática, Dinâmica, transformações de Energias e reações químicas. Além disso, pôde proporcionar aos alunos a visualização do problema que antes era apenas imaginado, isto é, saindo da abstração para algo concreto permitindo-os que possam se envolverem diretamente com atividade. Dessa forma, internalizou-se alguns conceitos fundamentais da Cinemática e Dinâmica na prática, como, os conceitos de posição, velocidade, as leis de Newton, energia cinética, força elástica (lei de Hooke) e, além disso, parte de conceitos das reações químicas. Como já enfatizado por Gaspar (2014), as atividades experimentais ajudam a

minimizar as dificuldades dos alunos na compreensão dos conceitos físicos abordados nas aulas.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Maria do Socorro Torres; ABIB, Maria de Lourdes Viana Sisson. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, p. 176-194, jun. 2003.

BARREIRO, Ana Carolina Martins; BAGNATO, Vanderlei Salvador. **Aulas Demonstrativas nos Cursos Básicos de Física**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 238-244, dez. 1992.

BATISTA, Carolina. **Reações Químicas**. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/reacoes-quimicas/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BORDIN, Guilherme Duarte. **Potencialidades de uso do software de vídeo análise Tracker no ensino de Física**. 2020. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 6 set. 2023.

BROWN, Douglas. **Video Analysis and Modeling in Physics Education**. APS, p. PL2. 001, 2008.

D'ANGELO, José Vicente Hallak; ZEMP, Roger Josef. **Experimentos em sala de aula para estimular a aprendizagem de conceitos fundamentais em cursos de engenharia**. Revista Ensino Superior, n. 13, abr.-jun. 2010.

DALLABONA, Sandra Regina; MENDES, Silvia Maria Smaniotto. **O lúdico na educação infantil: jogar, brincar, uma forma de educar**. Revista de Divulgação Técnico-Científica do ICPG, v. 1, n. 4, p. 107-112, jun. 2004.

AFELTRE, Ricardo. Química, volume 1: **Química geral**. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FEYNMAN, Richard Phillips. **O que é a ciência?** Física na Escola, n. 16, jun. 2018.

GASPAR, Alberto. **Atividades Experimentais no ensino de física: Uma nova visão baseada na teoria de Vygotsky**. 1ª ed. São Paulo: Livraria de Física, 2014.



HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**, volume 1: mecânica. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

HELOU, Ricardo Doca; GUALTER, José Biscuola; NEWTON, Villas Bôas. **Tópicos de Física**: volume 1. 21ª ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

HEWITT, Paul Gerson. **Física Conceitual**: Volume único. 12ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Instituto de Física UFRGS. [s.d.]. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 2014.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica**, volume 1: mecânica. 5ª ed. São Paulo: Blucher, 2013.

NASCIMENTO, Camila Souza; UIBSON, José. **Uso de experimentos no ensino de Física: uma revisão sistemática da literatura**. Anais do XV Colóquio Internacional Educação. 2022. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/artigos/uso-de-experimentos-no-ensino-de-fisica-uma-revisao-sistematica-da-literatura> . Acesso em: 10 fev. 2024.

Organizador Curricular Por Bimestre – **Formação Geral Básica (FGB) Física Ensino Médio**. Disponível em: [https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/Organizador\\_Curricular\\_FGB\\_Fisica.pdf](https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/Organizador_Curricular_FGB_Fisica.pdf).

RAMOS, Luciana Borges da Costa; ROSA, Pedro Rodrigues da Silva. **O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 13, n. 3, p. 299-331, fev. 2016.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Física Clássica, Dinâmica e Estática**. Volume 2. 2ª ed. São Paulo: Atual, 1998.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Física Clássica, Mecânica**. Volume 1. 1ª ed. São Paulo: Atual, 2012.

VALADARES, Eliane Cristina. **Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade**. Química Nova na Escola, n. 13, maio 2001.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch et al. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WALKER, Jearl. **O Circo Voador da Física**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

## APÊNDICE A – VÍDEOS DOS CARRINHOS CONSTRUÍDO PELOS ALUNOS DURANTE A ATIVIDADE

Abaixo, segue os links dos vídeos dos carrinhos construindo pelos alunos durante a oficina.

Vídeo 1: Aluno fazendo a demonstração do carrinho foguete.

<https://youtu.be/pa1qeYcv6hM?si=JewysMlfpniOCKuD>

Vídeo 2: Aluna se preparando para corrida de carrinho com seu carrinho foguete

[https://youtu.be/szTdb6my4AI?si=U60zmc\\_80hDNueAR](https://youtu.be/szTdb6my4AI?si=U60zmc_80hDNueAR)

Vídeo 3: Momento da corrida dos carrinhos.

[https://youtu.be/hJHXleSfcwE?si=PqPN\\_YC0XQpbCK2w](https://youtu.be/hJHXleSfcwE?si=PqPN_YC0XQpbCK2w)

Vídeo 4: Carrinho Solar

[https://youtu.be/IM-afCbK\\_tU?si=huLFuAUFm4cJ-tuE](https://youtu.be/IM-afCbK_tU?si=huLFuAUFm4cJ-tuE)

Vídeo 5: Carrinho Elétrico

[https://youtu.be/H3o1vjs0a4s?si=2ALxK\\_9SteyoSu9O](https://youtu.be/H3o1vjs0a4s?si=2ALxK_9SteyoSu9O)

Vídeo 6: Carrinho foguete

[https://youtu.be/VA9T3\\_mZBdg?feature=shared](https://youtu.be/VA9T3_mZBdg?feature=shared)

Vídeo 7: Carrinho Elástico

<https://youtu.be/bz3abJBX-hw?si=iq-X69bDRvMezg>