



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SALINÓPOLIS  
FACULDADE DE FÍSICA

JOICY BEATRIZ DE SOUZA NUNES

**ENSINO DE CINEMÁTICA POR INVESTIGAÇÃO USANDO  
ROBÓTICA**

SALINÓPOLIS

2023

JOICY BEATRIZ DE SOUZA NUNES

**ENSINO DE CINEMÁTICA POR INVESTIGAÇÃO USANDO  
ROBÓTICA**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado para a  
obtenção de grau de Licenciatura em Física, pela  
Faculdade de Física, Campus Salinópolis, Universidade  
Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves

SALINÓPOLIS

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

N972c Nunes, Joicy Beatriz de Souza.  
Ensino de Cinemática por Investigação Usando Robótica /  
Joicy Beatriz de Souza Nunes. — 2023.  
103 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Cledson Santana Lopes Gonçalves  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal do Pará, Campus Universitário de Salinópolis, Curso de  
Licenciatura em Física, Salinópolis, 2023.

1. Ensino por Investigação. 2. Aprendizagem Significativa.  
3. Alfabetização Científica. . I. Título.

CDD 530.071

---

**JOICY BEATRIZ DE SOUZA NUNES**

**ENSINO DE CINEMÁTICA POR INVESTIGAÇÃO USANDO  
ROBÓTICA**

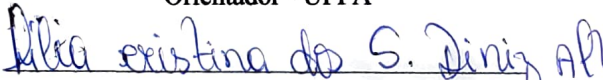
Trabalho de Conclusão de Curso orientado pelo Prof. Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves, apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Física da universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção de grau de Licenciatura em Física.

Data de Aprovação: 18 de Dezembro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. CLEDSON SANTANA LOPES GONÇALVES

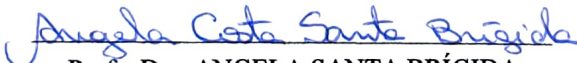
**Orientador - UFPA**

  
Profa. Dra. LÍLIA CRISTINA DOS SANTOS DINIZ ALVES

**Examinadora Interna – UFPA**

  
Técnico em Física RAFAEL LIMA DE MORAES

**Examinador Interno - UFPA**

  
Profa. Dra. ANGELA SANTA BRÍGIDA

**Examinadora Externa - UFPA**

Dedico este trabalho a Deus, o autor da minha vida e a minha querida mãe Marlúcia de Souza Nunes (in memoriam), cujo empenho em me educar sempre esteve em primeiro lugar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar ao enfrentar as dificuldades encontradas durante minha graduação.

Em especial gostaria de agradecer a minha mãe Marluvia de Souza Nunes (in memoriam), que não se encontra mais aqui entre nós, mas que sempre torceu pelo meu sucesso, por ter me ensinado a importância do esforço e da dedicação, seu exemplo de vida é minha inspiração para sempre buscar o meu melhor. Ao meu pai, seu José Maria Fonseca Nunes por ter acreditado em meus sonhos e durante todo o processo ter me apoiado e dado suporte emocional e financeiro para alcançar meus objetivos. Aos meus irmãos, José Anderson, José Wanderson, José Andrey e Marilucy pelo carinho e cuidado.

Ao meu namorado Matheus Lima de Araújo, por sempre ter me incentivado e me ajudado a superar as dificuldades, por ser um companheiro e amigo no qual eu pude contar em todos os momentos, trazendo felicidade e segurança para minha vida. Aos meus sogros, Abson e Joaneide que me acolheram e incentivaram durante minha graduação. E a dona Terezinha por seus ensinamentos, conselhos e cuidado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Cledson Santana Lopes Gonsalves, a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angela Santa Brígida, ao Ms. Rafael L. Moras e a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lília C. dos S. D. Alves pela grande contribuição para a realização do meu trabalho e formação acadêmica.

## RESUMO

Este trabalho foi resultado de um projeto desenvolvido no Programa Institucional de Bolsas de Extensão – PIBEX realizado na UFPA, campus Salinópolis. Dentro do ensino de Física existe um rico repertório de termos técnicos que devem ser utilizados, o que dificulta a compreensão e interesse dos alunos. Cabe ao professor facilitar o processo de ensino aprendizagem, através da inclusão de novas metodologias. Para contribuir com essa demanda, foi elaborado uma Sequência de Ensino Investigativo, com o uso de um protótipo experimental de *Arduíno*, utilizando o ensino por investigação como uma abordagem didática que permite o planejamento, o questionamento e a construção do conhecimento. A atividade investigativa foi realizada com alunos do 1º ano do Ensino Médio das escolas públicas de Salinópolis, com o objetivo analisar como as atividades de caráter investigativo, usando robótica como material didático, contribui para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. A atividade viabilizou a alfabetização científica, nos conteúdos de cinemática, com o enfoque no Movimento Retilíneo Uniforme.

**Palavras-Chave:** Ensino por investigação, aprendizagem significativa, alfabetização científica.

## **ABSTRACT**

This work resulted from a project developed in the Institutional Program of Extension Scholarships (PIBEX) at UFPA, Salinópolis campus. Within the field of Physics education, there exists a rich repertoire of technical terms that must be employed, posing a challenge to students' comprehension and interest. It is the responsibility of educators to facilitate the teaching-learning process by incorporating new methodologies. To contribute to this demand, an Inquiry Teaching Sequence was developed, utilizing an experimental Arduino prototype, adopting inquiry-based teaching as a didactic approach that enables planning, questioning, and knowledge construction. The inquiry activity was conducted with first-year high school students from public schools in Salinópolis, aiming to analyze how inquiry activities, using robotics as instructional material, contribute to the development of meaningful learning. The activity facilitated scientific literacy in the field of kinematics, with a focus on Uniform Linear Motion.

**Keywords:** Teaching by inquiry, meaningful learning, scientific literacy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2. 1 – Conceito de velocidade escalar média e instantânea.....	29
Figura 2. 2 - Movimento Uniforme.....	32
Figura 2. 3 - Carro Robô. ....	35
Figura 4. 1 - Momento de ação sobre os objetos de estudo.	43
Figura 4. 2 - Questionário 01 – Aula 01, alunos 1 e 2.	43
Figura 4. 3 - Momento de solução do problema.	44
Figura 4. 4 - Questionário 02 – Aula 02, alunos 3 e 4.	45
Figura 4. 5 - Momento de sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo.	47
Figura 4. 6 - Questionário 03 – Aula 03, alunos 1 e 5.	48
Figura 4. 7 - Momento de contextualização do conceito.	49
Figura 4. 8 - Atividade de escrita dos alunos 6 e 7.	49
Figura 4. 9 - Texto dos alunos sobre o conceito de velocidade.	50
Figura 4. 10 - Momento de explicação sobre os equipamentos de medição.	51
Figura 4. 11 - Momento de explicação sobre os equipamentos de medição.	52
Figura 4. 12 - Questionário 01 – Aula 05, alunos 6 e 8.	52
Figura 4. 13 - Manipulação dos dados para solução do problema.	54
Figura 4. 14 - Teste dos resultados das distâncias encontradas pelos alunos.	54
Figura 4. 15 - Questionário 02 – Aula 06, aluno 8.	55
Figura 4. 16 - Roda de conversa – Explicação Experimental.	55
Figura 4. 17 - Roda de conversa – Manipulações matemáticas.	56
Figura 4. 18 - Questionário 03 – Aula 07 – alunos 6 e 8.	57
Figura 4. 19 - Questionário 04 – Aula 07 – alunos 6 e 9.	57
Figura 4. 20 - Relação com o cotidiano.	58
Figura 4. 21 - Atividade escrita.	59
Figura 4. 22 - Coleta de dados e construção do gráfico pela professora.	60
Figura 4. 23 - Construção do gráfico pelos alunos.	60
Figura 4. 24 - Gráficos construídos pelos alunos.	61
Figura 4. 25 - Questionário 01 – Aula 09 – alunos 10 e 11.	61
Figura 4. 26 - Gráfico pelos grupos.	63
Figura 4. 27 - Teste do comportamento do carrinho mais lento para o tempo de 40s.	63
Figura 4. 28 - Momento de sistematização do conhecimento.	64
Figura 4. 29 - Questionário 02 – Aula 11, alunos 12 e 13.	65

Figura 4. 30 - Atividade escrita – Aula 12.	66
Figura 4. 31 - Desenho dos alunos.	66
Figura 1 - Posições dos componentes. ....	72
Figura 2 - Sensor Shield posicionado sobre a placa de Arduino UNO.....	72
Figura 3 - Esquema de conexões. ....	73

## **LISTA DE ABREVIACOES**

MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
PIBEX	Programa Institucional de Bolsas de Extensão
SEI	Sequência de Ensino Investigativo
GND	Terra
VCC	Voltagem Corrente Contínua
DC	Direct Current Motor

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>16</b>
2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM. ....	16
2.1.2 Aprendizagem significativa de Ausubel. ....	18
2.2 METODOLOGIAS ATIVAS. ....	21
2.2.1 Ensino por Investigação. ....	23
<b>2.2.2 Sequência de ensino investigativo (SEI)</b> . ....	<b>26</b>
2.2.3 Ensino por Investigação como ferramenta para a aprendizagem significativa em ensino de Física. ....	28
2.3 ROBÓTICA COMO SUBSÍDIO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA. ....	34
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>
3.1 A NATUREZA DA PESQUISA. ....	36
3.2 O LÓCUS DA PESQUISA. ....	37
3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS. ....	37
<b>4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>42</b>
4.1 PRIMEIRO CICLO .....	42
4.1.1 Aula 01: Ação sobre os objetos investigados. ....	43
4.1.2 Aula 02: Proposição de um problema. ....	44
4.1.3 Aula 03: Sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo. ....	46
4.1.4 Aula 04: Relacionamento com o cotidiano e registro das observações. ....	49
4.2 SEGUNDO CICLO .....	50
4.2.1 Aula 05: Ação sobre os objetos investigados. ....	50
4.2.2 Aula 06: Proposição de um problema. ....	53
4.2.3 Aula 07: Sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo. ....	55

4.2.4 Aula 08: Relacionamento com o cotidiano e registro das observações. ....	58
4.3.1 Aula 09: Ação sobre os objetos investigados. ....	59
4.3.2 Aula 10: Proposição de um problema. ....	62
4.3.3 Aula 11: Sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo. ....	63
4.3.4 Aula 12: Relacionamento com o cotidiano e registro das observações. ....	65
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE A – MONTAGEM DO CARRINHO ROBÔ DE ARDUÍNO.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B – PLANOS DE AULA .....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>101</b>

## INTRODUÇÃO

No Ensino de Física, tem se destacado a necessidade de debater sobre novas metodologias para produção do conhecimento, pois é comum, o professor dessa disciplina encontrar dificuldade em repassar os conteúdos que devem ser abordados de maneira compreensível e principalmente interessante. Portanto, este trabalho está centrado na seguinte problemática: como despertar o interesse dos alunos pela disciplina de Física? Pois, segundo Carvalho (2013), durante muitos anos, esses conhecimentos foram pensados como produtos finais e apenas repassados de forma expositiva pelo professor. Sendo esses conteúdos, ricos em termos técnicos e conceitos matemáticos, o que dificulta sua assimilação. Por isso, se faz necessário a busca por saber como fazer o aluno criar relação entre a linguagem matemática e a teoria? Quais métodos podem ser utilizados para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficaz? Sendo assim, vemos a necessidade da produção de propostas de atividades que busquem desenvolver o interesse do aluno e promovam a aprendizagem significativa.

Para compreender como tornar o processo de aprendizagem significativo, Ausubel se baseia na aprendizagem cognitiva para criar sua teoria, definida como Teoria da Aprendizagem Significativa, que busca compreender como tornar o processo de ensino aprendizagem mais eficaz, através da organização da estrutura cognitiva do aprendiz, valorizando seus conhecimentos prévios. (BESSA, 2011). Segundo essa teoria, para a aprendizagem ser significativa para o aluno, considerando o contexto no qual ele está inserido e suas experiências. Isso, o ajudaria a criar uma conexão entre a nova informação e a informação pré-existente, tornando o processo de aprendizagem mais interessante ao aluno, pois ele deixa de ser um mero expectador e passa a ser protagonista dentro do processo de aprendizagem.

Considerando o que foi mencionado acima, destacamos a importância e a necessidade da inserção de metodologias dinâmicas focadas no aluno, tais metodologias são conhecidas como metodologias ativas. É o que se observa na fala de Borges e Alencar (2014) como propostas centrada no estudante, com a finalidade de desenvolver a aprendizagem, podendo promover no aluno a construção do senso crítico, despertar a curiosidade, estimular ações de tomada de decisão coletiva e individual.

Partindo desse pressuposto, buscamos destacar uma das formas de abordagem de metodologia ativa, conhecida como Ensino por Investigação, sendo está uma concepção didática que pode contribuir para que essas habilidades sejam desenvolvidas. Para Carvalho

(2013), a aplicação desse tipo de abordagem, busca criar em sala de aula um ambiente que aproxime o aluno do meio científico, criando oportunidade a este de levantar hipóteses, testar suas hipóteses, coletar e registrar dados e defender seu ponto de vista, desenvolvendo sua capacidade argumentativa. Conseguindo ser trabalho a habilidade 1 da competência 3 das CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS NO ENSINO MÉDIO propostos por Brasil (2018).

**(EM13CNT301)** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2018, p. 559)

Segundo Brasil (2018) ao trabalhar essa competência busca-se que o aluno se aprimore nos processos e práticas científicas, no qual é estudado uma situação problema, o que leva ao levantamento e teste de hipóteses, busca explicações através da coleta e análise de dados, o que faz com que se desenvolva autonomia no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento. Neste contexto, a implementação metodológica irá proporcionar significativo entendimento do ensino de Física, contribuindo para a apreensão dos conhecimentos no intuito de transformá-lo, de mero espectador a protagonista do saber.

Seguindo os pressupostos teóricos de Carvalho (2013) é sugerido que a construção de uma atividade investigativa deve ser composta por etapas, que formam a chamada Sequência de Ensino Investigativo (SEI). A organização de uma SEI deve necessariamente passar por cinco atividades, são elas: (1) ação sobre os objetos investigados, no qual o aluno conhece o material didático, atitude que fornece informações para o levantamento de hipóteses; (2) proposição de um problema, onde o aluno aprende a argumentar e defender sobre seu ponto de vista; (3) sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo, em que criam consciência sobre suas ações; (4) relacionar o conteúdo com o cotidiano, onde se desenvolve a percepção da importância da aplicação do conhecimento construído em um âmbito social e (5) registro das observações, no qual acontece a sistematização do conhecimento de forma individual (CARVALHO, 2013).

Carvalho (2013) enfatiza que para se obter sucesso de uma SEI, o material didático utilizado, deve ser interessante, para despertar o interesse do aluno e de fácil manuseio, deve também proporcionar durante a solução do problema, o teste de diversas hipóteses, com a

finalidade de ajudar o aluno a distinguir as variáveis importantes para a solução do problema. Seguindo essa perspectiva, podemos destacar a utilização de materiais tecnológicos, como robôs, pois segundo Teixeira (2018) o uso de materiais tecnológicos como material didático no ensino de Física causa curiosidade e interesse nos alunos.

Portanto, no presente trabalho é elaborado uma Sequência de Ensino Investigativo (apêndice B), com o uso de um protótipo experimental de Arduino (apêndice A). Dessa maneira, o objetivo dessa pesquisa, é analisar como o ensino por investigação usando robótica como material didático, pode contribuir para que os alunos do primeiro ano do ensino médio, sejam alfabetizados cientificamente, nos conteúdos de cinemática, com o enfoque no Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

A natureza da pesquisa tem planejamento qualitativo pois, segundo Flick (2008) os critérios para uma pesquisa qualitativa são a busca por determinar se as descobertas estão embasadas no uso de evidências obtidas pela observação, ou se os foram selecionados e aplicados métodos adequados para o objetivo proposto, a relevância dos dados descobertos e na produção de reflexão sobre os procedimentos aplicados. Para obtenção dos dados necessários, foi realizado durante a SEI a análise comportamental dos alunos, aplicação de questionários e atividade de escrita e desenho.

Finalmente, para uma melhor compreensão do trabalho, ele está dividido da seguinte forma, na introdução estão apresentados a motivação e o objetivo do trabalho, no capítulo 1 estão os fundamentos teóricos, em seguida, o capítulo 2 detalha a metodologia utilizada e no capítulo 3 descreve a aplicação da atividade juntamente com a análise dos resultados e discussões e por fim, as conclusões.

## 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, será abordado a fundamentação teórica que serviu como base no trabalho. Nas bases teóricas, serão apresentadas algumas reflexões a respeito de teorias de aprendizagem, metodologias ativas, ensino por investigação, sequência de ensino investigativo, ensino por investigação como ferramenta para a aprendizagem significativa em ensino de Física e robótica como ferramenta didática no ensino de Física.

### 2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM.

Uma teoria, de modo geral, é um conjunto de leis ou regras, sistematizada, aplicada em uma área particular, que expressa uma maneira específica de opinião, defini e prevê observações e soluciona problemas. Nas palavras de Moreira (1999, p. 12) “uma teoria de aprendizagem é, então, uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos de aprendizagem”. Para Moreira (1999) uma teoria de aprendizagem é a postura de um autor ou pesquisador sobre determinado tema de aprendizagem. Sendo uma tentativa de esclarecer o que é a aprendizagem, como ela funciona e por que ela é válida.

As teorias de aprendizagem procuram compreender como as pessoas obtêm novos conhecimentos. Essa área de pesquisa é multidisciplinar, envolvendo contribuições da psicologia, neurociência, filosofia, sociologia, entre outras disciplinas. A compreensão dessas teorias é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de ensino e treinamento, bem como, para a compreensão dos processos de aprendizagem em contextos sociais e culturais.

Segundo Moreira (1999) temos três filosofias subjacentes que baseiam as teorias de aprendizagem, são elas: o comportamentalismo ou behaviorismo, a cognitivista ou construtivista e a humanista. Lembrando que cada teoria de aprendizagem oferece uma perspectiva única sobre o processo de aprendizagem, e a escolha da teoria mais adequada dependerá do contexto de ensino e das necessidades dos aprendizes. Na próxima secções daremos ênfase para a teoria construtivista, que será utilizada neste trabalho, mostraremos um pouco das principais características e seus expoentes.

#### 2.1.1 Cognitívismo.

A Teoria Cognitivista, destaca a importância do processamento mental interno na aprendizagem. Para Moreira (1999, p.14) “a filosofia cognitivista, por sua vez, enfatiza aquilo que é ignorado pela visão Behaviorista: a cognição, o ato de conhecer, como o ser humano conhece o mundo”. Essa teoria argumenta que o conhecimento é construído por meio da interação entre o indivíduo e o ambiente e que a cognição desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem.

Segundo Moreira (1999) o cognitivismo surgiu no século XX, praticamente na mesma época do comportamentalismo, sendo uma discordância dele e um reflexo ao pensamento da época que basicamente se ocupava de estudar o que as pessoas pensavam e sentiam. Os cognitivistas estavam focados principalmente nos processos mentais, que envolvem as variáveis que influenciam diretamente no processo estímulo e resposta, no processo de aquisição do conhecimento e no sistema das funções mentais superiores, na qual se realizam as principais atividades mentais (percepção, atribuição de significados, resolução de problemas, tomada de decisões, processamento), do qual o conhecimento se torna importante para a compreensão do comportamento humano.

Moreira (1999) declara que admitindo essa perspectiva, no qual a cognição se dá por meio de uma construção, chega-se ao construtivismo. Sendo está uma posição filosófica cognitivista interpretacionista. Cognitivista, porque trata da forma que o indivíduo reconhece, de como ele constrói sua estrutura cognitiva e interpretacionista porque supõe que os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente. Sendo assim, entendeu-se que o ser humano tem aptidão não só de responder ao mundo, como também de interpretá-lo.

Para Moreira (1999), afirmar que o construtivismo é um método, está equivocado, o que se tem, são teorias e metodologias construtivistas, todas coerente com a postura filosófica construtivista. A abordagem cognitivista é frequentemente aplicada em contextos de ensino formal, como salas de aula escolares, pois, acarreta uma mudança de visão do indivíduo como estudante, deixando de vê-lo como um mero receptor de informação e passa a se importar como aquele indivíduo armazena e organiza essas informações de forma cognitiva, o transformando em agente construtor de sua própria estrutura cognitiva.

Como aponta Ostermann e Cavalcante (2011, p.31) “a corrente cognitivista enfatiza o processo de cognição, através do qual a pessoa atribui significados à realidade em que se encontra”. Podemos citar alguns autores construtivistas que enfatizam a cognição, são eles: Bruner, Piaget, Ausubel entre outros. A teoria da aprendizagem significativa de David

Ausubel foi a escolhida como base, pois se encaixa no contexto de ensino e nas necessidades dos aprendizes escolhidos.

### **2.1.2 Aprendizagem significativa de Ausubel.**

David Paul Ausubel foi um psicólogo e sua teoria é focalizada primordialmente na aprendizagem cognitiva (MOREIRA, 1999). Segundo Bessa (2011) Ausubel busca compreender e explicar como tornar o processo de aprendizagem mais eficaz, sendo aprendizagem significativa o conceito central de sua teoria, que está associada ao processo de organização da estrutura cognitiva do aprendiz e a valorizando seus os conhecimentos prévios.

A teoria da aprendizagem significativa segundo Präss (2012, p.28) é “uma teoria cognitivista e procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e a estruturação do conhecimento”. Sua teoria contribui para o entendimento do processo de aprendizagem, onde é enfatizado a importância da estrutura cognitiva dos aprendizes na aquisição de novas informações.

Para Ausubel, esse tipo de aprendizagem é um mecanismo humano, no qual é possível armazenar uma vasta quantidade de informações. Segundo Moreira e Masini (2009, p. 08) “para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”. Para Júnior et al. (2023, p. 52) essa teoria “de aprendizagem se concentra em como os professores podem ajudar seus alunos a aprender de forma mais eficaz, conectando o que eles já sabem a novos conhecimentos e promovendo a geração de modelos mentais”.

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se relaciona de maneira não arbitrária (não aleatório) e não literal (possui um significado lógico) com a estrutura cognitiva do aluno. Isso quer dizer que a nova informação se junta aos conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, criando uma ligação significativa e relevante, no qual o subsunçor, que é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva é capaz de servir de ancoradouro a uma nova informação de modo que ela adquira, assim, significado para o indivíduo (OSTERMANN e CAVALCANTE, 2011). Sobre o conceito de elementos subsunçores, podemos afirmar que:

Tais elementos são representados pelos conhecimentos prévios e por conceitos anteriores já formulados pelo aprendiz. Além disso, podemos também considerar como elementos subsunçores aqueles utilizados pelo professor para auxiliar na organização do conhecimento a ser construído pelo aluno. Nesse

sentido, os materiais, as explanações introdutórias e toda a gama de atividades voltadas para a construção de uma ideia inicial sobre algum conteúdo podem ser consideradas um elemento subsunçor, contanto que atue, de fato, como facilitador da aprendizagem (BESSA, 2011, p. 135).

De acordo com Moreira (1999), existem duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra, essas condições são destacadas por Ausubel como o material a ser aprendido seja relacionável a estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não literal e não arbitrária e a outra é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva.

Sobre a primeira condição, podemos destacar que o material deve ser relacionável e incorporável ao conjunto de esquemas cognitivos do aluno. Isso implica, dizer que o material deve fazer sentido dentro da vivência do estudante, de modo, que estimule a aprendizagem. A segunda condição ressalta que para que haja aprendizagem, o aluno deve ter uma pré-disposição em aprender, trazendo o esforço da parte do aluno em realizar a ligação entre a nova informação e as subsunções já existentes em sua estrutura cognitiva, entretanto, Ausubel destaca que tal ação deve ser espontânea da parte do estudante, para que a aprendizagem não recaia em um ato apenas decorativo.

Moreira (1999, p.156) declara que “de acordo com Ausubel, a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis”. Entretanto, as evidências de uma aprendizagem significativa são difíceis de serem verificadas, pois, ao testar essa compreensão, simplesmente pedindo ao aluno que diga quais os atributos essenciais de um conceito ou os elementos essenciais de uma proposição, pode-se obter apenas respostas mecanicamente memorizadas.

Segundo Bessa (2011) tal preocupação com as evidências de aprendizagem se devem também em parte pelo fato de Ausubel considerar que a aprendizagem significativa pode ocorrer de três formas distintas: representacional, de conceitos e proposicional. Segundo Moreira (1999), podemos explicar cada uma delas como:

A aprendizagem representacional é o tipo mais básico de aprendizagem significativa, do qual os demais dependem. Envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos, conceitos). Os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo

que seus referentes significam. A aprendizagem de conceitos é, de certa forma, uma aprendizagem representacional, pois conceitos são também representados por símbolos particulares, porém, são genéricos ou categóricos, representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, i.e., representam regularidades em eventos ou objetos. Na aprendizagem proposicional, contrariamente à aprendizagem representacional, a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas sim, aprender o significado de ideias em forma de proposição. De um modo geral, as palavras combinadas em uma sentença para constituir uma proposição representam conceitos. A tarefa, no entanto, também não é aprender o significado dos conceitos (embora seja pré-requisito), e, sim, o significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de uma proposição, ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição (MOREIRA, 1999, p.157).

Segundo Bessa (2011, p. 136), “além de classificar a aprendizagem significativa em três tipos, Ausubel também se preocupa em classificar as aprendizagens significativas por força de atração organizativa”. Em outras palavras, Ausubel, busca demonstrar se o que influenciou na ocorrência da aprendizagem foram os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, se veio dos novos conhecimentos ou se veio de ambos. Desta forma, Ausubel dividiu as aprendizagens significativas em subordinadas, superordenadas e combinatórias.

É chamado de aprendizagem subordinada, o processo, no qual, a nova informação adquire significado por meio da interação com os subsunçores, que reflete uma relação de subordinação do novo material em relação à estrutura cognitiva preexistente (MOREIRA, 1999).

Na aprendizagem significativa superordenada, é o novo material já assimilado que, por meio de acomodações na estrutura cognitiva, passa a ser responsável por se ligar aos conhecimentos prévios, assimilando-os (BESSA, 2011).

A aprendizagem combinatória, por sua vez, é a aprendizagem de proposições e, em menor escala, de conceitos que não guardam uma relação de subordinação ou superordenarão com proposições ou conceitos específicos, e sim, com conteúdo amplo, relevante de uma maneira geral, existente na estrutura cognitiva, isto é, a nova proposição não pode ser assimilada por outras já estabelecidas na estrutura cognitiva, nem é capaz de assimilá-las (MOREIRA, 1999).

Nas palavras de Bessa (2011, p. 136) a “aprendizagem significativa combinatória a nova informação, por meio de pressões recíprocas entre os conhecimentos anteriores e os novos

conhecimentos, torna-se potencialmente significativa, não necessitando impor uma subordinação ou superordenação dos conhecimentos”. Com aponta Bessa (2011), a teoria de Ausubel, é uma teoria que baseasse na significação dos saberes por meio da organização dos conhecimentos em esquemas cognitivos. Ausubel nos traz também contribuições valiosas quanto ao entendimento dos processos de aquisição de conhecimento e fixação de conteúdo.

Portanto, temos que a aprendizagem deve partir do contexto do aluno, incorporando os novos conceitos aos conceitos pré-existentes, de forma significativa, partindo sempre do que o aluno já conhece, pois, dessa forma, o assunto se torna interessante para ele. É, a partir dessa visão, que vemos como é importante e necessária a aplicação de metodologias ativas voltadas as especificidades dos estudantes.

## 2.2 METODOLOGIAS ATIVAS.

As metodologias ativas são metodologias de ensino que contribuem para a autonomia do aluno, o colocando em posição de destaque, e não como mero ouvinte, pois, nesse caso o ensino deixa de ser centrado no professor, que passa a ser apenas um agente facilitador (ou mediador) entre o conhecimento e o aluno.

Existe, também, um desenvolvimento da relação entre prática e teoria, através da utilização de recursos didáticos e de uma postura docente voltada a construção de seres críticos, que traz como resultado uma aprendizagem significativa. Nesse processo, é fundamental que o professor reavalie a construção do conhecimento, na qual a mediação e a interação são os pressupostos essenciais para que ocorra aprendizagem (BORGES; ALENCAR, 2014).

Segundo Borges e Alencar (2014) as metodologias ativas são uma forma de desenvolver a aprendizagem, com finalidade de uma construção crítica dos alunos, sua utilização pode favorecer a autonomia do educando, despertando a curiosidade, estimulando tomadas de decisões individuais e coletivas, advindos das atividades essenciais da prática social e em contextos do estudante. Ainda segundo o mesmo autor, a substituição das formas tradicionais de ensino pelas metodologias ativas de aprendizagem, podem ser tomadas como um recurso didático na prática docente.

As metodologias são caracterizadas como ativas pelo fato de relacionarem a aplicação de práticas pedagógicas para envolver os alunos, engajá-los em atividades práticas, nas quais eles são protagonistas da sua aprendizagem. (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017).

Segundo Morán (2015) em sua grande maioria, costuma-se ensinar através de matérias e comunicações escritas, orais ou audiovisual, selecionados de forma previa, recursos que são extremamente importantes. Entretanto, a melhor forma de aprender é combinando equilibradamente atividades, desafios e informação contextualizada.

Segundo Lima (2017) nas metodologias ativas no sistema educacional, deve visar a proporcionar no processo educacional, o engajamento dos educandos, favorecendo seu desenvolvimento e sua capacidade crítica e reflexiva. Busca possibilitar a relação da aprendizagem com a realidade de forma significativa, raciocínio e capacitação para a realidade e a colaboração e cooperação entre os indivíduos.

Essa metodologia, oferece aos docentes uma nova perspectiva para o ensino, no qual se vê necessário a utilização de abordagens que sejam mais interativas e que ressaltem a participação ativa dos discentes, com a finalidade de tornar possível um ambiente onde o aluno se sinta confiante e estimulado.

Para Morán (2015) as metodologias precisam se adequar os objetivos pretendidos. Se buscamos uma postura proativa dos alunos, devemos adotar metodologias que envolvam atividades complexas, na qual, os alunos tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, utilizando como apoio de materiais relevantes. Porém, se buscamos que os alunos sejam criativos, eles precisam vivenciar, situações nas quais possam experimentar novas possibilidades variadas e detenham a postura de o poder de solução, no qual seja necessário a intervenção direta de sua iniciativa.

Dentro dessa perspectiva, os professores podem utilizar várias estratégias com a finalidade de possibilitar a participação ativa do aluno e a criação de autonomia, através da criação de situações desafiadoras, de materiais que sejam práticos ou até mesmo a inserção de recursos tecnológicos que possam ajudar nesse processo. Entretanto, devemos ressaltar que nem sempre essa abordagem deve ser utilizada, ou se for utilizada, será eficaz para remediar todos os desafios encontrados em sala de aula.

Para que se tenha um resultado positivo na aplicação dessas metodologias, é necessário levar em consideração vários fatores, entre eles, podemos destacar o contexto em que ele esteja sendo aplicado, a formação adequada dos profissionais que vão lidar com a aplicação e a disponibilidade de recursos adequados e suficientes para a todos alunos. Também se faz indispensável que exista um planejamento adequado, levando em consideração todos os fatores citados acima, e uma avaliação contínua durante todo o processo, para que se possa garantir

que elas tragam real benefício para aprendizagem dos alunos. Assim, dentre todas as formas de abordagem das metodologias ativas, em que o docente pode pôr em prática, podemos destacar o ensino por investigação, pois, ele visa contribuir para o desenvolvimento de várias habilidades, onde pode ser envolvido o aprendizado de conceitos científicos e compreensão da natureza.

### **2.2.1 Ensino por Investigação.**

O ensino por investigação, sendo uma abordagem de metodologia ativa, pode gerar uma aprendizagem significativa. Segundo Castellar (2016) o ensino por investigação define o aluno como o centro da construção do conhecimento e é caracterizado por práticas no qual o estudante é encorajado ou desafiado a resolver problemas simples, que estejam inseridos em sua vivência.

O ensino por investigação promove o envolvimento do aluno, pois através da investigação é trabalhado o senso crítico do indivíduo, por meio do questionamento, o planejamento, a busca por evidências, explicações, as descrições dos eventos e objetos trabalhados, a elaboração de perguntas e formação de hipóteses. Outra característica da abordagem investigativa, é a partilha de descoberta, no qual se tem um envolvimento social através de grupos de discussão, desenvolvendo assim a compreensão ativa da ciência ao combinar suas habilidades com o conhecimento científico e o raciocínio lógico.

A inserção do ensino por investigação na sala de aula, necessita de uma postura diferente do professor, no qual ele deve ser o mediador do conhecimento e possibilitar uma postura ativa do aluno, onde eles possam tomar decisões e criar soluções, perder o medo de correr o risco de errar e criarem autonomia de enfrentar problemas e dificuldades.

Essa abordagem é baseada em um princípio construtivista, no qual destaca que todo novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. A abordagem desse tipo de didática necessita de cuidado em várias etapas. Podemos destacar quatro etapas fundamentais do ensino por investigação, são eles: apresentação de problemas investigativos que contribuam para o entendimento do conceito, a passagem da ação manipulativa para ação intelectual, tomada de consciência e a sistematização de ideias (CARVALHO, 2013).

Tal abordagem enfatiza a importância de um problema inicial para a construção do conhecimento, nas palavras de Carvalho:

Ao trazer esse conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato - propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo - vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento. No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO, 2013, p. 07).

É a partir da solução dos problemas que começa a se desenvolver o ensino por investigação, pois, é nesse momento que surgem novas situações, no qual, proporciona ao aluno o desenvolvimento de habilidades importantes como o raciocínio lógico, a capacidade de análise crítica e a utilização da criatividade na busca da solução do problema.

Outra etapa importante, é a passagem da ação manipulativa para ação intelectual. Podemos chamar de ação manipulativa as são ações que provocam reflexões, levantamento de hipóteses que podem ser observadas e analisadas, podemos chamar de ação manipulativa o momento de busca pela solução do problema proposto. Já a construção intelectual do conteúdo pode ser entendida como a assimilação de informações externas, a transformação dessa informação de forma interna no cognitivo do aluno.

Para Carvalho (2021) essa passagem deve ser feita por intermédio do professor, agindo de forma orientadora, levando o aluno através de pequenas ações tomar consciência de como suas práticas influenciaram na resolução do problema e porque deu certo. Portanto, podemos salientar que um planejamento de uma sequência didática que tem como objetivo conduzir o aluno a entender os constructos teóricos, deve ser iniciada por atividades manipulativas, que pode incluir atividades experimentais, problemas abertos ou estudo de textos.

Uma das dificuldades que o professor pode encontrar nessa etapa é como agir e quais questões salientar para conduzir o aluno nessa tomada de consciência, pois nesse momento a postura do educador deve ser de orientador fazendo o educando compreender que ele e suas ações são o centro do processo de aprendizagem.

Para Carvalho (2013, p.03) “é nesta etapa da aula que o professor precisa, ele mesmo, tomar consciência *da importância do erro na construção de novos conhecimentos*”. O erro é uma fase importante a ser passada pelo aluno, pois, faz com que repense, se questione, nutra uma curiosidade e interesse em conseguir encontrar a resposta correta. O erro quando

trabalhado de forma correta, pode ajudar o aluno a separar as hipóteses que contêm variáveis que interverem na solução do problema das que não interferem, quando essas hipóteses são testadas por eles mesmos cria-se uma autonomia e uma confiança no seu próprio raciocínio.

O erro é um aspecto importante para a tomada de consciência, pois, está diretamente ligada a relação de interação do aluno com o problema proposto, visto que acontece a construção do conhecimento através da tomada de consciência de suas ações, permitindo uma reorganização das ideias e informações e proporcionando a passagem de uma assimilação prática para uma assimilação conceitual de forma interiorizada.

A última etapa que destacamos é a sistematização de ideias, essa etapa é consequência das etapas anteriores, é nesse momento que acontece a compreensão do fenômeno investigado, através da compreensão das relações entre as suas ações e a solução do problema. Segundo Carvalho (2013, p.07) “a solução do problema deve levar à explicação do contexto mostrando aos alunos que Ciências não é a natureza, mas leva a uma explicação da natureza”.

Nesse momento, o papel do professor será de mediador, levantando questões que possam levar os alunos compreender dentro dos seus dados as justificativas para a solução do problema. Nas palavras de Carvalho (2013) é possível “fazê-los sistematizar raciocínios como "se"/"então"/"portanto" ou o raciocínio proporcional, isto é, se uma das variáveis cresce, a outra também cresce ou se uma delas cresce, a outra decresce. Nesses casos a linguagem científica, isto é, a linguagem argumentativa vai se formando”.

A linguagem científica é um ponto importante a destacar, pois, na Física a linguagem utilizada não é somente a linguagem escrita e verbal, deve ser levado em consideração a linguagem matemática, dentro dela o estudo dos gráficos, tabelas, figuras, etc., para explicar os fenômenos físicos estudados. Portanto segundo Carvalho (2021, p.06) “temos de prestar atenção nas outras linguagens, uma vez que somente as linguagens verbais – oral e escrita – não são suficientes para comunicar o conhecimento científico”.

A busca por uma melhor forma de alfabetização científica é a nossa principal preocupação, portanto, deve-se se organizar as aulas de maneira compatível com os referenciais teóricos e sociais do aluno, entretanto, essa tarefa não é fácil, pois entendemos que os alunos não iram pensar ou se comportar como cientistas, tampouco conhecimentos específicos para utilizar as ferramentas científicas (CARVALHO, 2013, p. 09).

Seguindo esses aspectos, é proposto uma sequência de ensino investigativo (SEI), ou seja, uma sequência de atividades que pode abranger alguns tópicos escolares em cada atividade planejada. Buscando segundo Carvalho (2013, p.09) “proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores”.

### **2.2.2 Sequência de ensino investigativo (SEI).**

Segundo Carvalho (2013) na maioria das vezes a SEI começa a partir de um problema, existem vários tipos de problemas que podem ser abordados, sejam de cunho experimental ou não, porém, o mais utilizado é o experimental. O problema escolhido deve ser “contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático” (CARVALHO, 2013).

Devemos destacar que o material didático, tem que, possibilitar ao aluno, durante a tentativa de solução do problema uma gama de possibilidades, variações de ações e levantamento de hipóteses, pois é durante os testes de suas hipóteses que ocorre a observação em relação ao objeto trabalhado, possibilitando a passagem da ação manipulativa para ação intelectual. Carvalho (2013) orienta que:

O problema não pode ser uma questão qualquer. Deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referenciais teóricos: estar contido na cultura social dos alunos, isto é, não pode ser algo que os espantem, e sim provoque interesse de tal modo que se envolvam na procura de uma solução e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto. É com base nesses conhecimentos anteriores e da manipulação do material escolhido que os alunos vão levantar suas hipóteses e testá-las para resolver o problema (CARVALHO, 2013, p.11).

Segundo Carvalho (2013) uma Sequência de Ensino Investigativa deve conter três atividades essenciais, são elas: (i) um problema experimental ou teórico, (ii) atividade de sistematização do conhecimento e (iii) a contextualização no dia a dia do aluno. Nos parágrafos a seguir, será explicado com mais detalhes o planejamento e as interações didáticas presentes nas nessas atividades de Sequências de Ensino Investigativas. Para uma melhor compreensão,

serão destacadas em etapas segundo as ideias de Carvalho (2013), as ações do professor e dos alunos.

- Etapa de distribuição do material e proposição do problema.

Nessa etapa, os alunos são divididos em grupos, ocorre a distribuição do material e a proposição do problema.

- Etapa de solução do problema.

Nessa etapa, o importante não é o conceito em si, e sim, as ações manipulativas que dão condições aos alunos de levantar hipóteses. É no teste dessas hipóteses que haverá a oportunidade de construção do conhecimento, nesse momento o erro também toma papel importante, pois, é partir dele que será possível destacar as variáveis que não interferem na solução e criar convicção das variáveis que influenciam na solução.

A construção de grupos para a solução do problema ajuda na interação entre os alunos e facilita o diálogo das ideias, uma vez que, é mais fácil expor suas hipóteses a um colega do que ao professor. Nesse momento a intervenção do professor deve ser a mínima possível.

- Etapa de sistematização do conhecimento

Essa etapa ocorre após todos os grupos terminarem de solucionar o problema proposto, os materiais experimentais devem ser totalmente recolhidos, para evitar distrações. Os alunos devem ser organizados em um único grupo e alocados em um círculo, onde ocorrerá um debate entre os alunos e o professor.

O papel do professor é de suma importância nessa etapa, pois, ele deve proporcionar um espaço e tempo apropriado para a organização dos conhecimentos dos alunos. Nessa etapa temos dois momentos importantes, o que o aluno compreende como ele resolveu o problema e o quando ele entende por que deu certo a solução a partir de ações específicas. Nesses momentos a participação dos alunos é muito importante, quando eles ouvem os colegas e respondem o professor, faz com que eles relembrem o que fizeram e contribuam para a sistematização do conhecimento. É nessa etapa que ocorre a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.

A ação intelectual promove por meio do relato e consciência do que fizeram, a tomada de consciência, tornando possível o desenvolvimento de atitudes científicas como levantamento de dados e a construção de evidências. Na busca por justificativas para a solução do problema, os alunos utilizam explicações casuais, devendo haver a intervenção do professor, com a

finalidade de ampliar o vocabulário científico dos alunos. Em algumas ocasiões, principalmente no Ensino Médio, a sistematização dos dados leva a construção de equações, tabelas e gráficos. Nesses casos a intervenção do professor é necessária, para direcionar a construção do conceito, tendo que ajudar na tradução da linguagem matemática (gráficos, tabelas e equações) para uma linguagem oral e acessível, buscando ajudar os alunos a aprimorar a compreensão das linguagens científicas.

➤ Etapa de contextualização do conhecimento no dia a dia e escrever e desenhar.

É a etapa consequente da terceira atividade essencial da SEI, onde acontece a contextualização do conhecimento no cotidiano do aluno, no qual, eles podem entender a importância da aplicação do conhecimento do ponto de vista social e o auxiliando no aprofundamento no assunto estudado. No momento de desenhar e escrever sobre as experiências vividas. Nesse momento, existe a sistematização individual do conhecimento. No qual será pedido para os alunos escreverem e desenharem sobre as experiências vividas durante a aula.

Para Azevedo (2006) o objetivo de uma abordagem de ensino por investigação é fazer os alunos pensarem, debaterem, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em novas situações, utilizando os seus conhecimentos teóricos e matemáticos. Segundo o mesmo autor, no ensino de Física torna-se fundamental a apresentação de problemas a serem resolvidos, visto que, esse tipo de abordagem é a utilizada nos laboratórios científicos em todo o mundo.

### **2.2.3 Ensino por Investigação como ferramenta para a aprendizagem significativa em ensino de Física.**

O ensino por investigação pode ser um grande aliado para a aprendizagem significativa do conceito de MRU, que será o trabalhado nessa pesquisa. Com essa finalidade, o primeiro conceito a ser entendido pelos alunos deve ser o de velocidade. No livro didático Ramalho (2007) é utilizado a imaginação do aluno para introduzir o conceito de velocidade. O autor utiliza um exemplo para calcular a velocidade de um móvel em uma viagem, sendo que é necessário que os estudantes já tenham um entendimento do conceito de rapidez, que envolve a definição de distância percorrida e tempo. Desta forma, o autor define, matematicamente, o conceito de velocidade escalar média e, logo em seguida, define o conceito de velocidade instantânea, como mostrado na Figura 2.1, que é um recorte do livro didático Ramalho (2007).

Figura 2. 1 – Conceito de velocidade escalar média e instantânea.

Considere um ponto material  $P$  descrevendo uma certa trajetória em relação a um determinado referencial. No instante  $t_1$  seu espaço é  $s_1$  e no instante posterior  $t_2$  seu espaço é  $s_2$  (figura 10). No intervalo de tempo  $\Delta t = t_2 - t_1$  a **variação do espaço** do ponto material é  $\Delta s = s_2 - s_1$ . A velocidade escalar média  $v_m$  no intervalo de tempo  $\Delta t$  é expressa pela relação:

$$v_{m_{t_1 \rightarrow t_2}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

Note, na definição de velocidade escalar média, que  $\Delta t$  é sempre positivo, pois é a diferença entre o instante posterior  $t_2$  e o instante anterior  $t_1$ . Já a variação do espaço  $\Delta s = s_2 - s_1$  pode ser positiva, se  $s_2 > s_1$ ; negativa, se  $s_2 < s_1$ ; e eventualmente nula, quando o móvel retorna à sua posição inicial ( $s_2 = s_1$ ). O sinal de  $\Delta s$  determina o sinal da velocidade escalar média.

como uma velocidade escalar média  $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ , considerando-se o intervalo de tempo  $\Delta t$  extremamente pequeno, isto é,  $\Delta t$  tendendo a zero ( $\Delta t \rightarrow 0$ ), o que implica que  $t_2$  tende a  $t_1$  ( $t_2 \rightarrow t_1$ ). Nesse caso, o quociente  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  assume um determinado valor limite. Daí a definição:

A **velocidade escalar instantânea**  $v$  é o valor limite a que tende a velocidade escalar média  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ , quando  $\Delta t$  tende a zero. Representa-se por:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Fonte: RAMALHO, 2007, p. 18-19.

É possível observar, através da Figura 2.1, que o conceito de velocidade é abundante em termos técnicos e conceitos matemáticos, o que dificulta sua assimilação, tudo é feito de forma muito “mecânica”, onde o professor, utilizando essa abordagem, apenas transmite o que está no livro utilizando a linguagem matemática. Nesse sentido, é necessário que o professor busque alternativas ou metodologias que facilitem o processo de aprendizagem desses alunos. Segundo Carvalho (2021, p.02) “SEI é uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdo ou temas científicos, sendo que este tema é investigado com *o uso de diferentes atividades investigativas* (por ex: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos)”.

Segundo Carvalho (2012) existem vários tipos de problemas que podem ser desenvolvidos para se iniciar uma SEI, o problema experimental é o mais utilizado. Portanto, escolhemos o uso de atividades investigativas experimentais, para facilitar o processo de entendimento do conteúdo. No qual os alunos iram utilizar um aparato experimental chamado de carinho robô de Arduino, para em vez de usar a imaginação, utilizarem a observação do

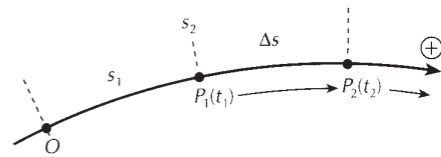


Figura 10.

fenômeno para a construção do conhecimento. Os carrinhos andam com velocidade fixa, e a pista obriga que o movimento seja unidimensional. Com isso o conceito de velocidade média e de velocidade instantânea sejam exatamente iguais, portanto iremos nos referir no texto como apenas velocidade.

A atividade investigativa desenvolvida nesse trabalho propõe para o ensino de física promover a curiosidade através da inserção de um material didático atrativo e interesse, utilização de conhecimentos prévios (teóricos e matemáticos) na busca da justificativa para a solução do problema, criação de senso crítico, possibilita o teste de hipóteses, validação de ações nos testes das variáveis dos conceitos, debates e socialização. Pois, o aluno terá a possibilidade de observar o fenômeno estado, e trabalhar com suas variáveis através de uma sequência de atividades, onde cada atividade planejada busca a interação dos conhecimentos prévios dos alunos com o novo conhecimento, de maneira que o aluno possa passar do conhecimento espontâneo para o conhecimento científico, em contravérsia do proposto no livro didático ao entregar o conteúdo pronto.

Nas palavras de Castellar (2016, p.39) “a partir dos anos 1990, o ensino por investigação passa a adquirir papel central em documentos oficiais sobre o ensino de Ciências. Exemplo disso são os Parâmetros Curriculares Norte-americanos, o National Science Education Standards (NRC, 1996)”. Incorpora o ensino por investigação como uma ferramenta para a aprendizagem significativa no ensino de Física, é uma abordagem que tem ganhado destaque nos últimos anos, pois, através dela os estudantes são motivados a investigar, e conhecer melhor os fenômenos físicos reais. No ensino por investigação o aluno é instigado a se aproximar do meio científico através do conhecimento científico, de como fazer e como entender ciência.

Segundo Azevedo (2006) no desenvolver das atividades investigativas acontece o compartilhamento de hipóteses, ação que desenvolve a argumentação, entre os participantes dos grupos. O processo de argumentação desenvolve o conhecimento científico, no qual os alunos têm a oportunidade de construir novos conhecimentos a partir dos seus conhecimentos já existentes na sua estrutura cognitiva. Nas palavras de Azevedo (2006)

A experimentação baseada na resolução de problemas não é suficiente para a descoberta de uma lei física, tampouco achamos necessário que o aluno passe por todas as etapas do processo de resolução de maneira autônoma, mas que, com base nos conhecimentos que os alunos já possuem do seu contato cotidiano com o mundo, o problema proposto e a atividade de ensino criada a partir dele venham despertar o interesse do aluno, estimular sua participação, apresentar uma questão que possa ser o ponto de partida para a construção do

conhecimento, gerar discussões e levar o aluno a participar das etapas do processo de resolução do problema (AZEVEDO, 2006, p.22).

Para carvalho (2021, p.02) “a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado *com problema* e o grau de *liberdade intelectual dado ao aluno*”. A utilização das atividades investigativas para desenvolver a compreensão de conceitos leva o aluno a ser participante ativo do processo de ensino aprendizagem, fazendo com que ele mude sua postura, que antes era de mero receptor, recebendo os conceitos prontos pelo professor, e passa a uma postura ativa, onde se relaciona diretamente com o objeto de estudo, buscando entender seu comportamento e suas relações com suas ações, desenvolvendo explicações, mesmo que casuais para explicar o resultado de suas ações (AZEVEDO, 2006).

De acordo com Lawson, conforme citado por Carvalho (2021, p.8) “quando centramos nosso ensino em problemas investigativos sobre os fenômenos (para que haja argumentação dos alunos) [...] estamos dando também oportunidade para que os alunos se desenvolvam no raciocínio hipotético dedutivo. Assim, ao construírem os conceitos eles também aprendem a raciocinar cientificamente”. Portanto, nesse contexto o papel do professor de física é de direcionar os alunos para que eles possam começar no pensamento científico.

No ensino por investigação é proposto uma atitude diferente da convencional para o professor, onde ele passa a ser apenas um mediador do conhecimento e o aluno passa a ser o centro da construção do conhecimento. Segundo Azevedo (2006) o professor passa a ser o orientador das atividades, mediando os questionamentos e debates.

Outro ponto importante a salientar sobre as contribuições do ensino por investigação para o ensino de física é a importância da linguagem adequado, pois, segundo Carvalho (2021, p.6) “a linguagem da Física não é só uma linguagem verbal, é necessário para expressar suas construções de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática”. Portanto, devemos buscar a melhor forma de inserir todas essas linguagens de comunicação científica para a construção do conhecimento, pois, sem o domínio delas, torna-se difícil a compreensão das disciplinas científicas. Na Física, o aluno deve entender e dar significado a uma tabela, um gráfico ou uma equação dependendo do tipo de conceito que esteja aprendendo.

Ao repassar o conteúdo de forma expositiva, pode gerar dificuldade no aluno de entender e criar relações entre as linguagens matemáticas e a teoria. As atividades investigativas propõem seja feita uma relação entre essas linguagens através da utilização das linguagens

utilizadas pelos próprios estudantes. Portanto, o conceito de Velocidade será construído através das observações e relatos dos alunos sobre as vareáveis que influenciam na solução do problema, podendo assim ser construído o conceito proposto na Figura 2.1.

Nas palavras de Azevedo (2006) as contribuições que as atividades experimentais investigativas ligadas a solução de problemas e a argumentação podem gerar para o ensino de Física são: percepção de concepções espontâneas por meio da participação do aluno nas diversas etapas da resolução de problemas; valorização de um ensino por investigação; aproximação de uma atividade de investigação científica; maior participação e interação do aluno em sala de aula; valorização da interação do aluno com o objeto de estudo; valorização da aprendizagem de atitudes e não apenas de conteúdos; possibilidade da criação de conflitos cognitivos em sala de aula.

A participação do aluno é de extrema importância nas atividades investigativas. Na Figura 2.2, que é um recorde do livro do Ramalho (2007) sobre o Movimento Uniforme, é proposto a entrega do conceito e da equação de forma pronta, no qual o professor se torna a figura soberana do processo de ensino-aprendizagem, ou seja, é o detentor do conhecimento e os alunos passam a ser apenas receptores de informações, anulando a participação deles na construção do conceito.

Figura 2. 2 - Movimento Uniforme.

### 3. Movimento uniforme (MU)

Movimentos que possuem **velocidade escalar instantânea constante** (não-nula) são chamados **movimentos uniformes**. Portanto, se a velocidade escalar é a mesma em todos os instantes, ela coincide com a velocidade escalar média, qualquer que seja o intervalo de tempo considerado:

$$v = v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{constante} \neq 0$$

Sendo assim, **no movimento uniforme, o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.**

### 4. Função horária do MU

No movimento uniforme, a velocidade escalar instantânea é constante e coincide com a velocidade escalar média, qualquer que seja o intervalo de tempo. Portanto, de  $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  resulta  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ .

Fazendo  $\Delta s = s - s_0$  e  $\Delta t = t - 0 = t$ , vem:

$$v = \frac{s - s_0}{t} \Rightarrow v \cdot t = s - s_0 \Rightarrow \boxed{s = s_0 + vt} \quad \text{função horária do MU}$$

Fonte: RAMALHO, 2007, p. 32.

Em nossa proposta, visamos a participação assídua do aluno no processo de construção do conhecimento. Portanto em vez de lhe apresentar o conteúdo pronto como está exposto nos

livros didáticos, será realizada atividades nas quais eles deverão manipular o aparato experimental com a finalidade de coletar e manipular dados obtidos, para a construção da função horaria e dos critérios para que o um movimento seja considerado MRU.

Dentro do contexto do ensino de Física o problema experimental pode gerar condições para uma enculturação científica, pois, quando trabalhado em conjunto com uma postura de orientação da parte do professor, possibilita a compreensão das linguagens científicas como o entendimento de gráficos, tabelas e a equações.

A linguagem gráfica é de suma importância para a compreensão de alguns fenômenos Físicos, MRU é um deles. Porém, o livro didático do Ramalho (2007) não faz essa relação. Carvalho (2021, p. 07) destaca que “o uso competente dos gráficos requer a familiarização com os processos que levaram a sua construção”, para isso no lugar do professor utilizar de exemplos e dados ilustrativos com a finalidade de apenas mostrar a construção do gráfico que representa o MRU, os alunos participaram de todo o processo de construção do gráfico, no qual eles realizaram a coleta e organização dos dados, com a finalidade de familiarização com a linguagem e o conceito, para assim conseguirem formalizar o conceito contido no gráfico que será criado por eles.

Para o sucesso desse processo Carvalho (2013) salienta que no planejamento das atividades investigativas o problema e o material didático utilizado devem ser organizados juntos, em razão de que um depende do outro para dar certo. Sobre o material ditado Carvalho (2013) orienta:

O material didático - aparato experimental, textos, figuras - sobre o qual o problema será proposto precisa ser bem-organizado para que os alunos possam resolvê-lo sem se perder, isto é, o material didático deve ser intrigante para despertar a atenção deles, de fácil manejo para que possam manipular. O material didático deve permitir que o aluno, ao resolver o problema, possa diversificar suas ações, pois é quando vai poder variar a ação e observar alterações correspondentes da reação do objeto que ele tem a oportunidade de estruturar essas regularidades. Caso não ocorra, isto é, se não houver uma correspondência direta entre as variações nas ações e reações, tal fenômeno oferecerá pouca oportunidade para estruturação intelectual (CARVALHO, 2013, p. 11).

Dentro da nossa pesquisa, o material didático que foi desenvolvido foi um carro robô de Arduíno, o aparato foi escolhido por conseguir atender a todos os requisitos acima citados. No tópico a seguir será exposto como ele vem sendo usado no ensino de física e como atende aos encargos da nossa proposta.

### 2.3 ROBÓTICA COMO SUBSÍDIO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA.

O ensino de Física tradicional tem dificuldade de despertar o interesse dos alunos, pois, em muitos momentos eles não conseguem fazer relação entre as linguagens matemáticas e a teoria, por esse motivo se faz necessário a busca por novos métodos de ensino e materiais didáticos. Pretendemos utilizar a robótica para desenvolver o conhecimento científico através do uso da tecnologia Arduino aplicando os conceitos físicos que estão presentes na disciplina e em seu dia a dia.

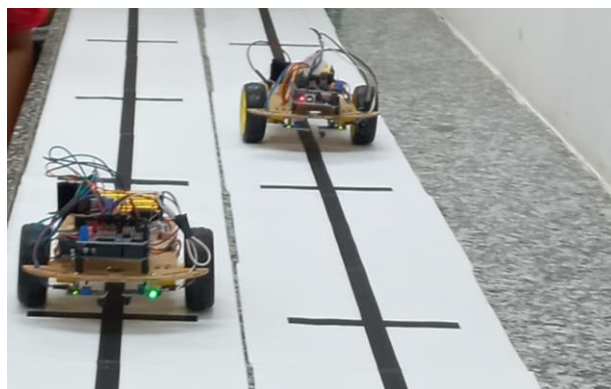
No ensino de Física, mais especificadamente no estudo dos movimentos, é necessário medir tempos e distâncias, com a finalidade de entender o comportamento da velocidade dos objetos estudados, essas medidas normalmente são feitas com réguas, trenas e cronômetros. O uso de robôs como ferramenta pedagógica dando suporte no processo de ensino aprendizagem também é aplicável no âmbito do ensino de Física, pois, esse tipo de material proporciona uma aquisição de dados por parte do próprio aluno, tornando o estudo significativo e causando uma proximidade entre o objeto de estudo e o aprendiz (TEIXEIRA et al, 2018).

Em nosso trabalho buscamos ensinar de forma prática os conceitos relacionados a cinemática. Baseado nesse contexto, buscamos um material didático que proporcionasse ao aluno curiosidade, por esse motivo, optamos por utilizar um carro robô de Arduino.

Foi escolhido o Arduino por ser uma plataforma de uma empresa de software de código aberto. Segundo McRoberts (2018) a maior vantagem do Arduino em relação a outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de utilização o que permite que qualquer pessoa possa aprender o básico e criar seus próprios projetos. O Arduino funciona como um pequeno computador que processa entradas e saídas entre dispositivos e componentes.

Portanto, conseguimos criar o protótipo com as características que gostaríamos, com a finalidade de facilitar a coleta de dados manual para aumentar a interação do aluno com o objeto de estudo, conseguindo manuseá-lo com facilidade e tendo a possibilidade de testar várias hipóteses. A figura a seguir mostra o nosso protótipo pronto, ele é um robô seguidor de linha que foi programado para andar em movimento retilíneo uniforme, utilizando sensores de infravermelho para determinar suas ações.

Figura 2. 3 - Carro Robô.



Fonte: Autora, 2023.

De acordo com Bennitti, conforme citado por Teixeira (2018) o uso de robôs físicos tende a estimular mais os estudantes e proporciona eficácia em despertar interesse e motivá-los. O carro robô criado como material didático nesse trabalho tem a finalidade de desenvolver o raciocínio lógico, as relações sociais entre os indivíduos, estimular a criatividade e o pensamento crítico do aluno através do seu manuseio.

Segundo Teixeira (2018) muitas pesquisas recentes estão centradas em apresentar o uso de materiais não convencionais como apoio no ensino-aprendizagem de Física. Os materiais tecnológicos são novidade no âmbito educacional, por esse motivo sua inclusão como material didático no ensino de Física causa curiosidade e interesse da parte dos alunos. Porém, se a robótica for utilizada de forma descontextualizada, seu potencial pedagógico pode ser afetado (TEIXERA, 2018). Devido a isso, optamos por utilizar o carro robô no contexto Físico, onde é utilizado como ferramenta de investigação, podendo explorar seu comportamento e realçando a experiência de aprendizagem dos alunos.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 A NATUREZA DA PESQUISA

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, pois segundo Godoy (1995) a pesquisa qualitativa inclui a exploração de dados característicos sobre pessoas, lugares e sobre processos no qual contenha interação direta entre o pesquisador e a situação estudada, buscando entender os fenômenos da perspectiva dos sujeitos, isto é, do ponto de vista dos participantes da situação estudada.

Para Lüdke e André (1986) “o pesquisador deve exercer um papel subjetivo de participante e o papel objetivo de observador, colocando-se numa posição ímpar para compreender e explicar o comportamento humano”. Portanto, esse tipo de pesquisa requer uma interação direta entre o pesquisador e o objeto de estudo. Podemos destacar alguns critérios de uma pesquisa qualitativa a partir das palavras de Flick (2008):

Os critérios centrais da pesquisa qualitativa consistem mais em determinar se as descobertas estão embasadas ao material empírico, ou se os métodos foram adequadamente selecionados e aplicados, assim como a relevância das descobertas e na reflexividade dos procedimentos (FLICK, 2008, p. 24).

Essa pesquisa está centrada no critério da descoberta. Os métodos, foram adequadamente selecionados e aplicados, com a finalidade de compreender como uma sequência de ensino investigativo influencia no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, utilizando a importância das descobertas e a flexibilidade na aplicação das atividades.

Para Flick (2008) os campos frequentemente utilizados nesse tipo de pesquisa não são artificiais ou reproduzidas em laboratório, consistem sim, em situações práticas e interações entre sujeitos. Nas palavras de Flick (2008) a reflexividade do pesquisador e da pesquisa consistem que:

[...]os métodos qualitativos consideram a comunicação do pesquisador em campo como parte explícita da produção de conhecimento, em vez de simplesmente encará-la como uma variável a interferir no processo. A subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa. As reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões, irritações, sentimentos, etc., tornam-se dados em si mesmos, constituindo parte da interpretação e são, portanto, documentadas em diários de pesquisa ou em protocolos de contexto (FLICK, 2008, p. 25).

Sendo a pesquisa de caráter exploratório e subjetivo, com a finalidade de estimular os participantes a refletir e expressar livremente suas observações e conclusões sobre o tema abordado. Esta, traz uma revisão da literatura referente ao campo de ensino por investigação, mostrando um breve panorama dessa abordagem no contexto de aplicação no ensino físico e posteriormente, uma proposta de atividade, que busca entender como a abordagem de uma sequência de ensino investigativo influencia no ensino dos conceitos de movimentos retilíneo uniforme, através da análise do comportamento dos alunos no desenvolvimento de cada parte da atividade.

### 3.2 O LÓCUS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com os alunos de duas escolas da rede pública de ensino do município de Salinópolis-PA, com 5 participantes na primeira aplicação e 13 na segunda, que cursavam o 1º ano do ensino médio. As aplicações ocorreram em forma de oficina, a primeira foi realizada no laboratório de física da UFPA campus Salinópolis, durante três dias consecutivos, a aplicação foi feita nos dias 18,19 e 20 de setembro de 13h30 às 17h30 e segunda aplicação foi feita nas dependências da própria escola, nos dias 08, 09 e 10 de novembro de 13h30 às 17h30.

### 3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.

A coleta de dados se deu em 12 aulas (apêndice c) descritas abaixo:

*AULA 01:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento será apresentado o objeto de pesquisa aos alunos, quais seus componentes e seu funcionamento.
- No segundo, será um momento de familiarização com aparato experimental (carrinho robô), onde os alunos serão divididos em grupos de 5-7 alunos, cada grupo receberá dois carrinhos para mexer e conhecer melhor seu funcionamento na prática, irão também responder a um questionário com cinco questões sobre o Carrinho robô e seus componentes.

*AULA 02:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento os alunos serão divididos em grupos de 5 alunos, será distribuído dois carrinhos robô (mesmos da aula 1) e duas pistas para cada grupo, os carrinhos se movem em velocidades constantes, porém diferentes. Propõe-se um problema aos alunos partindo da ordem que eles devem fazer com que os dois carrinhos passem pela linha de chegada ao mesmo tempo, sem mexer no código de funcionamento deles e conferir se todos os grupos entenderam o problema a ser resolvido.
- No segundo momento, será o de levantamento de hipóteses, no qual os alunos compartilharam com os demais membros do grupo suas ideias e testaram usando os carrinhos e as pistas. No final, irão responder a um questionário composto por seis questões sobre a solução do problema.

*AULA 03:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento será feita uma roda de conversa, no qual será solicitado aos alunos que expliquem sobre como fizeram para resolver a questão problema dada na aula anterior, para levar o aluno a repensar no que ele fez.
- No segundo momento os alunos serão instigados a pensar no porque deu certa sua solução do problema e será mostrado nesse momento os conceitos de intervalo de tempo, deslocamento, velocidade e a sua equação, através do uso da explicação dos próprios alunos, proporcionando uma ampliação do vocabulário e promovendo uma alfabetização científica. No final eles responderam seis perguntas sobre os conceitos e a atividade em grupo.

*AULA 04:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento, será mostrado pelo professor alguns exemplos de onde o conceito de velocidade está presente no cotidiano dos alunos e pedido para que cada um deles de um exemplo de onde consegue identificar a presença do conceito de velocidade.
- No segundo momento será pedido para cada um aluno descreva através da escrita e/ou desenho sua experiência no decorrer das aulas.

*AULA 05:* esta aula será dividida em três momentos

- No primeiro momento, será direcionado a confirmação e reforço do conceito de velocidade, no qual será pedido que os alunos escrevem de forma individual o que eles entendem sobre tal conceito.
- No segundo momento, os alunos serão divididos em grupos de 5 alunos, lhes será apresentado os aparatos experimentais a serem utilizados: trena, régua, relógio digital e

análogo e explicado a unidade de medida de cada um e como funcionam. Eles terão autonomia para escolher qual desses materiais devem utilizar.

- No terceiro momento, será mostrado as pistas com marcações prévias e será pedido para que os alunos determinem a velocidade de cada carrinho em cada ponto da pista utilizando a equação da velocidade. Portanto, será disponibilizado alguns minutos da aula para que eles possam fazer a coleta de dados e os cálculos. E ao final responderão um questionário de duas perguntas sobre velocidade.

*AULA 06:* esta aula será dividida em três momentos

- No primeiro momento, será utilizado os dados das velocidades calculados na aula anterior, fazendo com que os alunos comparem os valores obtidos em todos os pontos, com a finalidade que eles notem sua semelhança.
- No segundo, será proposto um problema aos alunos partindo da ordem de que eles devem, utilizando a equação da velocidade, os dados da velocidade encontrada dos carrinhos e o tempo que o carrinho mais veloz levou para chegar ao final da pista, qual a distância que cada carrinho deve ser solto para que cheguem juntos a linha de chegada.
- No terceiro momento, cada equipe mostrara seu resultado e testará sua resposta nos carrinhos. Ao final da aula os alunos irão responder a um questionário composto por três questões relacionadas ao uso da equação da velocidade.

*AULA 07:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento será feita uma roda de conversa, no qual será solicitado aos alunos que descrevam quais dados, manipulações e ações foram necessárias para resolver o problema, tal ação tem o propósito de levar o aluno a refletir no que ele fez.
- No segundo momento é reservado ao questionamento do porquê com certas ações e manipulações foi possível encontrar a solução do problema. Durante esse momento, deverá ser exposto e definido critérios observáveis do movimento retilíneo uniforme que são: velocidade constante, movimento em linha reta e definir a equação horaria do espaço. Dessa forma, será propiciado a evolução do vocabulário e possibilitado uma alfabetização científica. A partir das definições construídas será solicitado aos alunos que deem um exemplo de como usar os conceitos e a equação no seu cotidiano. Ao final, será repassado dois questionários, um sobre os conceitos aprendidos e um contendo algumas aplicações.

*AULA 08:* esta aula será dividida em dois momentos

- O primeiro momento, será utilizado para que o professor possa mostrar alguns exemplos onde o conceito de movimento retilíneo uniforme no cotidiano dos alunos.
- No segundo momento será pedido para cada aluno descreva através da escrita e/ou desenho sua experiência no decorrer das aulas.

*AULA 09:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento, será pedido para que os alunos repitam as medidas de tempo e espaço percorridos pelo carrinho a cada marcação da pista. Usando esses dados (carrinho mais veloz), mostrando no gráfico do movimento em que região do gráfico são plotados cada medida (eixo  $y$  = distância e eixo  $x$  = tempo), como devem ser plotados, que são equidistantes, e seu comportamento (linha reta).
- No segundo momento os alunos deverão repetir todo o processo para o segundo carrinho (com a velocidade menor), coleta de dados e confecção do gráfico. No final da aula eles responderão a um questionário de três perguntas sobre os gráficos.

*AULA 10:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento será apresentado a questão problema aos alunos, nesta aula a questão problema a ser resolvida é que eles determinem graficamente qual será o comportamento do carrinho depois de 20s, 40s, 60s e 80s. Confere-se se todos os alunos entenderam o problema a ser resolvido. E será entregue folhas de papel em branco, onde eles decidirão as proporções do gráfico.
- No segundo momento os alunos irão testar suas respostas.

*AULA 11:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento com os alunos será feita uma roda de conversa, onde serão instigados a entender como eles resolveram o problema, quais as ações, manipulações e dados foram necessários para prever o comportamento do carrinho.
- No segundo momento, será perguntado aos alunos porque deu certo a solução do problema utilizando os dados de forma correta nos gráficos, nesse momento eles deverão dizer com suas próprias palavras como o gráfico deles representa o movimento e será introduzido que a velocidade está implícita no gráfico, que reta projetada no gráfico proveniente de uma equação do primeiro grau representa o movimento uniforme do carrinho ou de qualquer objeto em movimento uniforme e como realizar a leitura de um gráfico do movimento uniforme de forma correta dentro dos termos científicos. No final da aula eles deverão responder a um questionário de duas questões onde utilizam

os ensinamentos para resolver questões teóricas e práticas envolvendo a leitura de gráficos do movimento retilíneo uniforme.

*AULA 12:* esta aula será dividida em dois momentos

- No primeiro momento, será utilizado para que o professor possa evidenciar exemplos de onde é utilizado a compreensão gráfica para prever o comportamento de movimento retilíneo uniforme no cotidiano dos alunos.
- No segundo momento será pedido para cada um aluno descreva através da escrita e/ou desenho sua experiência no decorrer das aulas.

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, será realizado uma análise da aplicação do produto educacional e da sequência didática elaborados nesse projeto, onde serão expostos os resultados encontrados durante sua aplicação.

Carvalho (2013) salienta que em algumas situações, como o de dar conta de conteúdos curriculares de difícil compreensão, são necessários vários ciclos de aplicação das principais atividades da SEI. Divididos as atividades da SEI em cinco atividades: ação sobre os objetos investigados, proposição de um problema, sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo, registro das observações e relacionamento com o cotidiano. Para um melhor aproveitamento dessa abordagem na aplicação da construção do conceito de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), optamos por realizar esse ciclo de cinco atividades três vezes.

Segundo Rocha et al (2017), as maiores dificuldades apontadas pelos professores durante a aplicação de atividades investigativas são as salas lotadas, indisciplina dos alunos, o pouco conhecimento dessa abordagem e a falta de capacitação. Devido a isso, optamos por uma aplicação em forma de oficina, com um número limitado de participantes, coerente com a quantidade de material disponível. Com um número reduzido de participantes as atividades podem ser mais produtivas. Nas palavras de Moreira (1999) um dos pré-requisitos para a aprendizagem significativa é a disposição do aluno em aprender. Para isso em vez do professor selecionar os alunos, preferimos deixar as inscrições em aberto e os alunos que tivessem interessados pudessem participar nos dias selecionados.

A análise está dividida por aula, descrevendo a etapa da SEI na qual a aula está inserida e analisando os questionários aplicados a partir de recortes de imagens, os alunos serão identificados por uma sequência de números, com a finalidade de preservar a identidade deles. A análise dos questionários tem o intuito de trazer embasamento aos resultados obtidos na pesquisa.

### 4.1 PRIMEIRO CICLO

Este ciclo foi desenvolvido para a construção do conceito de velocidade e entendimento sobre suas variáveis, conceito importante para o entendimento do Movimento Retilíneo Uniforme.

#### 4.1.1 Aula 01: Ação sobre os objetos investigados.

Nessa etapa foi mostrado aos alunos o aparato experimental que será utilizado na pesquisa, que é o carro robô de Arduino, foi explicado seus componentes e seu funcionamento. Depois os alunos foram divididos em grupos de 5-7 componentes, cada grupo recebeu dois carrinhos e foi disponibilizado um tempo para que eles conheçam o movimento dos carrinhos na prática. Segundo Castellar (2016) o material didático tem a capacidade de acessar os conhecimentos prévios do aluno por meio das atividades e provoque a curiosidade e motivação para as atividades seguintes. Na Figura 4.1 é mostrado o momento de manuseio do material didático pelos alunos.

Figura 4. 1 - Momento de ação sobre os objetos de estudo.



Fonte: Autora, 2023.

Possibilitar que o aluno conheça e manipule o objeto de estudo, permite que ele entenda seus mecanismos de ação e reação, o que irá propiciar o levantamento de hipóteses na atividade posterior. Nessa atividade é utilizado o conhecimento prévio dos alunos, como por exemplo o seu entendimento sobre o conceito de rapidez para identificar que os carrinhos se moviam de forma diferente um do outro. Segundo Carvalho (2013) o material didático deve ser intrigante para despertar o interesse deles e de fácil manuseio. A Figura 4.2 mostra a algumas respostas do questionário 01 aplicado na primeira aula em relação ao objeto utilizado.

Figura 4. 2 - Questionário 01 – Aula 01, alunos 1 e 2.

Questionário 01

1 - O que é o Arduino?  
 É uma plataforma onde posso escrever um código para comandar o carrinho ou seja é um mini sistema hardware para programação

2 - Qual a função do código no arduino?  
 A função do código é comandar as informações que foram passadas para o carrinho.

3 - O carrinho consegue seguir a linha devido ao uso de qual equipamento?  
 devido o infra-vermelho que consegue captar a luz

4 - Teve dificuldade em ligar o carrinho?  
 Não! pois foi bem fácil.

5 - Ao observar e manipular o Carrinho você se sentiu motivado em tentar descobrir como tal equipamento será utilizado para aprender conceitos físicos?  
 Sim! porque achei interessante a forma <sup>com que o se</sup> <sup>manipulava</sup>

6 - Quais conceitos físicos acha que será estudado usando o carrinho?  
 o deslocamento, a velocidade, o tempo e MRU

Questionário 01

1 - O que é o Arduino?  
 É um aplicativo para criar códigos e controlar as diferentes partes do carrinho.

2 - Qual a função do código no arduino?  
 Dar as coordenadas para que o carrinho tenha um determinado movimento.

3 - O carrinho consegue seguir a linha devido ao uso de qual equipamento?  
 Os Grupos dos sensores led e infra-vermelho.

4 - Teve dificuldade em ligar o carrinho?  
 Não, foi bem simples e prático.

5 - Ao observar e manipular o Carrinho você se sentiu motivado em tentar descobrir como tal equipamento será utilizado para aprender conceitos físicos?  
 Sim, pois parece-me interessante.

6 - Quais conceitos físicos acha que será estudado usando o carrinho?  
 Deslocamento, M.R.U., trabalho, energia cinética, etc

Fonte: Autora, 2023.

A partir das respostas dos alunos, podemos concluir; alcançamos os critérios para um bom material didático, sendo ele de fácil manuseio e interessante.

#### 4.1.2 Aula 02: Proposição de um problema.

Nessa aula, foi primeiramente dividido os alunos em grupos de 5-7 componentes e destinado a cada grupo dois carrinhos e duas pistas. Depois propomos um problema a ser resolvido. Carvalho (2013) ressalta sobre a escolha do problema, que ele deve estar inserido na cultura social dos estudantes, deve ser interessante de modo que desafie o aluno na procura pela solução, mas não deve ser difícil para que os alunos não se cansem no decorrer do processo de solução do problema.

Sedo assim, o problema escolhido foi “como fazer os dois carrinhos passarem ao mesmo tempo pela linha de chegada? ”, sua escolha se deu pela fácil associação com situações do dia a dia dos alunos. Ao propor o problema, teve de ser feita uma observação aos alunos, para que problema fosse resolvido de forma manual, sem mexer no código dos carrinhos.

Carvalho (2013) salienta que o problema investigativo deve permitir que os alunos exponham seus conhecimentos pré-existent em estrutura cognitiva, e com base nesses conhecimentos possam manipular o objeto para alcançar seus objetivos. Tal abordagem gera ao estudante um ambiente propício a aprendizagem significativa, pois, segundo Moreira (1999) os conhecimentos prévios, serviram como ponto de ancoragem na construção de novos conhecimentos. A figura 4.3, mostra o momento de levantamento de hipóteses dos alunos.

Figura 4. 3 - Momento de solução do problema.



Fonte: Autora, 2023.

Durante esse momento os alunos buscam a solução do problema por meio de tentativa e erro, no qual tentavam largar os carrinhos de espaços diferentes, e marcavam na pista os lugares já utilizados, analisando se a modificação aproximou ou distanciou a chegadas em conjunto dos carrinhos, com a socialização de informações entre os grupos, primeiro foi estado essa hipótese, e posteriormente, após serem questionados se haveria a outra forma de solucionar o problema, eles passaram a largar os carrinhos em tempos diferentes, ações importantes, para a construção do conceito de velocidade, pois trata-se das duas variáveis que influenciam nesse conceito.

Portanto, podemos ressaltar a importância do erro no processo. Segundo Carvalho (2013 p.03) “o erro quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio”. Logo, os erros podem ser utilizados pelos alunos como possibilidade de entender quais variáveis interferem ou não a solução do problema. Na figura 4.4 é mostrado algumas respostas dos alunos 3 e 4 sobre a solução do problema.

Figura 4. 4 - Questionário 02 – Aula 02, alunos 3 e 4.

Questionário 02	Questionário 02
1- É possível que, ao largar, os dois carrinhos, de uma mesma posição, cheguem juntos na linha de chegada ao mesmo tempo? Explique o porquê. <u>Não, porque eles têm a velocidade diferente.</u>	1- É possível que, ao largar, os dois carrinhos, de uma mesma posição, cheguem juntos na linha de chegada ao mesmo tempo? Explique o porquê. <u>Não, porque um é mais rápido e o outro não. Porém se largar os carrinhos em momentos diferentes é possível sim.</u>
2- Quais variáveis influenciaram na solução do problema? <u>a distância que os dois carrinhos foram colocados.</u>	2- Quais variáveis influenciaram na solução do problema? <u>A velocidade.</u>
3- Sentiu curiosidade em descobrir a solução do problema? O que mais achou interessante? <u>Sim, os dois carrinhos não literalmente se idênticos, mas variam a velocidade.</u>	3- Sentiu curiosidade em descobrir a solução do problema? O que mais achou interessante? <u>Sim, achei interessante como os carrinhos que são quase idênticos podem funcionar de maneiras diferentes.</u>
4- Teve dificuldade em imaginar uma solução para que os carrinhos chegassem juntos na linha de chegada? Justifique sua resposta. <u>Não, tem várias possíveis soluções.</u>	4- Teve dificuldade em imaginar uma solução para que os carrinhos chegassem juntos na linha de chegada? Justifique sua resposta. <u>Não, pois como era notável que um carrinho é mais lento que o outro, era só deixar o mais lento ir primeiro.</u>
5- O momento de expor sua proposta, sentiu medo de estar errado? <u>Não, é errado que se aprende.</u>	5- O momento de expor sua proposta, sentiu medo de estar errado? <u>Não, pois já fiz algo parecido antes.</u>
6- Quantas vezes teve que testar novas hipóteses de solução do problema? Por quê? <u>Várias vezes, porque nem sempre a primeira tentativa é a que funciona.</u>	6- Quantas vezes teve que testar novas hipóteses de solução do problema? Por quê? <u>Várias vezes, porque às vezes dava errado no hora do procedimento.</u>

Fonte: Autora, 2023.

A partir das respostas dos alunos podemos identificar que durante a solução do problema eles conseguiram definir a partir do erro as soluções adequadas para o problema, pois segundo Carvalho (2013) é muito difícil que o aluno acerte de primeira, é necessário tempo para que ele pensar, testar, entender o motivo do erro e tentar um acerto novamente. A ação em grupo ajuda na proposição de ideais por parte dos alunos devido a que é mais confortável para o estudante expor suas hipóteses e explicar seus motivos para um colega do que para o professor (CARVALHO, 2013).

#### 4.1.3 Aula 03: Sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo.

Nessa aula foi retirado o material didático utilizado, pois, segundo Carvalho (2013) devemos evitar nesse momento que os alunos continuem a brincar com o material didático, visto que, isso pode distrai-los. Para execução da atividade de socialização e sistematização dos conhecimentos, os alunos foram organizados em um único grupo. Sobre esse momento Carvalho (2013) destaca que

[..]as questões do professor devem levá-los a buscar evidências em seus dados, justificativas para suas respostas, fazê-los sistematizar raciocínios como "se"/"então"/"portanto" ou o raciocínio proporcional, isto é, se uma das variáveis cresce, a outra também cresce ou se uma delas cresce, a outra decresce. Nesses casos a linguagem científica, isto é, a linguagem argumentativa vai se formando. (CARVALHO, 2013, p.07).

Desse modo, nesse momento foram levantados questionamentos por parte do professor, para que os alunos explicassem como resolveram o problema e o porquê deu certo a solução descrita por eles. A Figura 4.5 mostra alguns registros do momento de sistematização do conhecimento.

Figura 4. 5 - Momento de sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo.



Fonte: Autora, 2023.

Durante a conversa os alunos explicaram suas soluções e tentaram defende-las usando o conceito de rapidez, no qual explicavam que um carrinho era mais rápido que o outro, pois um percorria a pista em um tempo menor que outro, a partir desse dialogo, foi construído o conceito de deslocamento e intervalo de tempo, e pedido para que eles explicassem como eles fariam para descobrir esses valores que tempo e deslocamento, e assim foi construído a definição matemática desses conceitos. Destacando a influência dessas suas vareáveis para definir o movimento do móvel, foi construído o conceito e velocidade e sua equação. Para enfatizar a importância da construção do conceito pelos alunos Carvalho (2013) cita Lemke (1997)

[...] ao ensinar ciência, ou qualquer matéria, não queremos que os alunos simplesmente repitam as palavras como papagaios. Queremos que sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras [...] mas estas devem expressar os mesmos significados essenciais que hão de ser cientificamente aceitáveis (LEMKE, 1997, p. 105 *apud* CARVALHO, 2013, p. 07).

Segundo Carvalho (2013) nessa etapa o papel do professor é fundamental, tendo ele a função de conduzir o aluno na forma de organizar o conhecimento, lhe proporcionando um

espaço propício e tempo necessário para conseguir expressar suas ideias, pois é nesse momento que ocorre a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, no qual acontece a construção do conhecimento que está sendo sistematizado. Na Figura 4.6 são mostrados alguns resultados dos questionários respondidos pelos alunos 1 e 5 na aula 03.

Figura 4. 6 - Questionário 03 – Aula 03, alunos 1 e 5.

Questionário 03	Questionário 03
1- Para descobrir a velocidade de alguém o que nós precisamos conhecer a respeito do seu movimento? <i>O tempo percorrido e sua distância</i>	1- Para descobrir a velocidade de alguém o que nós precisamos conhecer a respeito do seu movimento? <i>A variação do tempo e a do espaço.</i>
2- Descreva quais conceitos aprendeu nessa aula? <i>velocidade. É o espaço percorrido de um corpo em espaço-tempo</i>	2- Descreva quais conceitos aprendeu nessa aula? <i>conceito da velocidade, espaço e tempo</i>
3- Teve dificuldade em entender algum conceito? <i>sim! Pois no começo achei bem difícil</i>	3- Teve dificuldade em entender algum conceito? <i>Não, pois já os estudei antes.</i>
4- Qual a equação aprendeu nessa aula e para que ela serve? <i><math>v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_f - s_i}{t_f - t_i}</math> ; serve para achar o espaço percorrido e o tempo gasto e a velocidade média de um automóvel</i>	4- Qual a equação aprendeu nessa aula e para que ela serve? <i>Equação para determinar o tempo, o espaço, e a partir destas, a velocidade.</i>
5- Durante a roda de conversa, se sentiu à vontade para comentar suas hipóteses sobre como e por que deu certo a solução do problema proposto? Justifique. <i>Sim! pois achei bem interessante já que usamos as duas principais variáveis como deslocamento e tempo.</i>	5- Durante a roda de conversa, se sentiu à vontade para comentar suas hipóteses sobre como e por que deu certo a solução do problema proposto? Justifique. <i>Um pouco. Não tinha certeza das minhas respostas</i>

Fonte: Autora, 2023.

Se fez necessário a utilização da linguagem matemática para a sistematização do conceito de velocidade. Sobre a aplicação da linguagem matemática na construção do conhecimento Carvalho (2021) destaca que

É durante também a sistematização das ideias e do fazer científico que a necessidade da utilização das outras linguagens da Física – as tabelas, os gráficos e depois a matemática – vão aparecendo. O professor deve notar que nas falas dos alunos, quando eles estão explicando o que fizeram, aparece o raciocínio proporcional ‘quanto mais água eu coloquei isso, mas longe ela foi’ ou ‘quanto mais eu fiz isso, menos de aquilo’. É a hora mais do que certa de transformar as falas (linguagem falada cotidiana) em proporções matemáticas diretas ou indiretas (linguagem matemática e científica) (CARVALHO, 2021, p.8).

Carvalho (2021) sustenta que “esse é o papel que precisamos que nossos professores de física desempenhem, dirigindo os nossos alunos para que eles se iniciem no pensamento científico” (CARVALHO, 2021, p. 08). Portanto, se faz necessário a inserção da linguagem matemática para que os alunos entendessem que a Física se apropria desses aparatos para compreender e explicar os fenômenos estudados.

#### 4.1.4 Aula 04: Relacionamento com o cotidiano e registro das observações.

Nessa aula, reuni os alunos, dei alguns exemplos de aplicação do conceito de velocidade no cotidiano e pedi para que cada um deles desse um exemplo de onde conseguem identificar a presença do conceito de velocidade, um dos exemplos mais citados pelos alunos foi a velocidade que deveriam utilizar irem das suas casas até a escola.

Segundo Carvalho (2013) devemos fazer com que os alunos façam a contextualização do conceito com seu cotidiano, pois é a partir dessa atividade que o aluno toma consciência da importância da aplicação desse conteúdo em um âmbito social. A Figura 4.7 mostra o momento de contextualização do conceito com seu cotidiano dos estudantes.

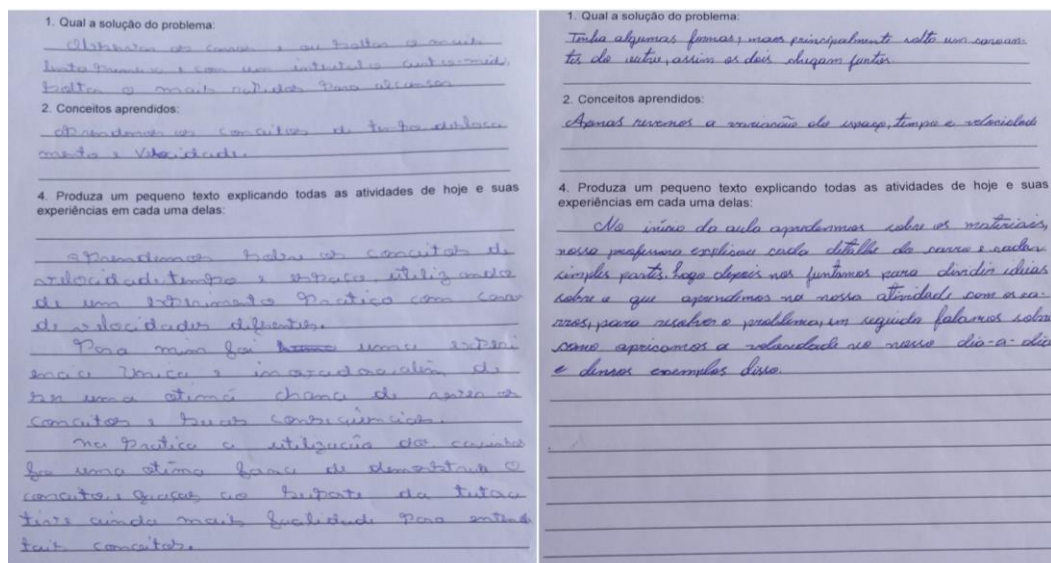
Figura 4. 7 - Momento de contextualização do conceito.



Fonte: Autora, 2023.

Segundo Oliveira e Carvalho (2005) a complementação da atividade de discussão de ideias é a atividade de descrita, pois, na atividade de discussão de ideias é construído o conhecimento em grupo e atividade de escrita é utilizada para a construção do conhecimento pessoal e individual do aluno. Na Figura 4.8 é mostrado o resultado da atividade de escrita de dois alunos.

Figura 4. 8 - Atividade de escrita dos alunos 6 e 7.



Fonte: Autora, 2023.

Para analisar os dados dessa atividade Carvalho (2013) destaca algumas evidências que devemos observar na escrita de texto dos alunos, são eles:

[...]quando eles escrevem os verbos de ação no plural mostrando o respeito pelo trabalho realizado em grupo, e a aprendizagem procedimental é evidenciada quando relatam, por meio do texto e/ou do desenho, a sequência das ações realizadas e as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado (CARVALHO, 2013, p.09).

Nos textos dos dois alunos temos a presença de verbos no plural, destacando a experiência em grupo realizada nas atividades anteriores, construíram uma relação entre as atividades e construção dos conceitos, criando uma associação entre a demonstração experimental, as suas ações e os resultados, podendo assim criar uma conexão do conceito e seu dia a dia.

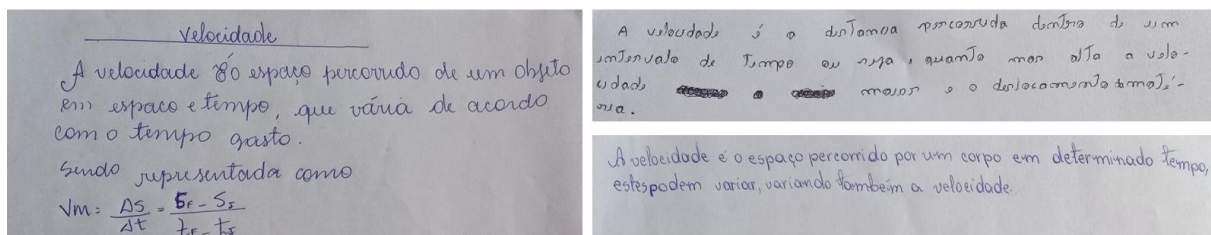
## 4.2 SEGUNDO CICLO

Este ciclo foi desenvolvido com a finalidade de construir do conceito de Movimento Retilíneo Uniforme, definir suas características e a Função Horária do Espaço, através da manipulação de dados experimentais.

### 4.2.1 Aula 05: Ação sobre os objetos investigados.

Segundo Oliveira e Carvalho (2005, p. 349) “explicar, ou escrever analiticamente, então, requer uma posição lógica reflexiva que estimula os estudantes a refinar seu pensamento, aumentando assim seu entendimento do tema estudado”. Por essa razão, foi pedido que os alunos explicassem com suas palavras o que entendiam sobre o conceito de velocidade através de um pequeno texto, com a finalidade de reforçar e identificar se o conceito de velocidade estava claro para eles, pois é o conceito fundamental para o entendimento do MRU que será trabalhado nesse ciclo. A Figura 4.9 mostra alguns desses registros.

Figura 4. 9 - Texto dos alunos sobre o conceito de velocidade.



Fonte: Autora, 2023.

Nessa aula o material didático (Carrinhos Robô) foi utilizado como instrumento de coleta de dados, com a finalidade de ensinar os alunos a realizar medições, compreender os dados coletados, manipular e utilizá-los corretamente para compreensão do fenômeno estudado,

possibilitando o aluno organizar de forma correta o pensamento científico. Visto que, dentro da Física, a linguagem matemática é utilizada como forma explícita de construir conceitos.

Para o início da atividade de coleta de dados, foi dividido grupos de 5-7 alunos, e apresentado os aparatos experimentais disponíveis. Foi pedido a eles que medissem o tempo a distancias percorridas por cada carrinho, para isso foram disponibilizados trenas, régua, relógio analógico e cronometro digital, foi explicado a eles as unidades de medida de cada equipamento e como manusear.

Figura 4. 10 - Momento de explicação sobre os equipamentos de medição.



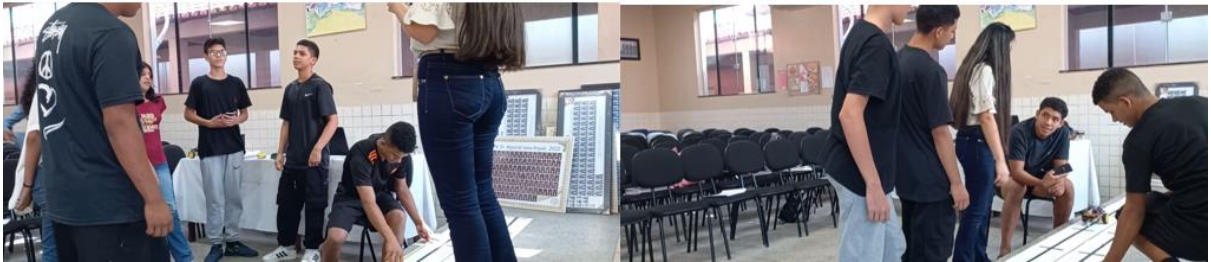
Fonte: Autora, 2023.

A partir das observações sobre os equipamentos, lhes foi permitido escolher qual equipamento melhor supriria suas necessidades. Nas palavras de Séré, Coelho e Nunes (2003) é a partir da experiência proporcionada dentro da experimentação que o aluno é preparado para tomar decisões na investigação e aprende a argumentar sobre seus resultados. Segundo Séré, Coelho e Nunes (2003) podemos destacar a importância da experimentação

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 39).

Os alunos escolheram utilizar a trena e o cronometro digital, por serem aparelhos que lhes fornecessem dados mais precisos, a Figura 12 mostra o momento de medição das distâncias e tempos. As distancias e tempos foram medidos a cada divisão da pista.

Figura 4. 11 - Momento de explicação sobre os equipamentos de medição.



Fonte: Autora, 2023.

Depois da coleta de dados, foi pedido para que os alunos utilizassem os valores de espaço e tempo para calcular a velocidade dos dois carrinhos, pois os dados coletados forneciam os espaços e tempos iniciais e finais de cada divisória da pista. Essa atividade teve como objetivo a familiarização dos alunos com a manipulação da equação da velocidade, conhecendo e identificando os dados de cada componentes. Sér e, Coelho e Nunes (2003, p.39) ressaltam “o aluno são conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-rela o entre a teoria e o experimento”. A Figura 4.12 mostra a reposta do questionário de dois alunos sobre o conceito de velocidade.

Figura 4. 12 - Questionário 01 – Aula 05, alunos 6 e 8.

Questionário 01	Questionário 01
<p>1. Seu entendimento sobre velocidade mudou após o experimento? Explique como o experimento mudou a forma como entende o conceito de velocidade.</p> <p><i>Eu não compreendi o que eu tinha aprendido e consigo compreender mais agora por causa.</i></p>	<p>1. Seu entendimento sobre velocidade mudou após o experimento? Explique como o experimento mudou a forma como entende o conceito de velocidade.</p> <p><i>Sim, antes eu não sabia definir o conceito de velocidade com palavras.</i></p>
<p>2. Agora você sabe como calcular a velocidade em qualquer situa�o do cotidiano em que exista movimento. Por exemplo, em uma viagem de ônibus entre duas cidades? Quais dados precisaria para calcular e qual equa�o utilizaria.</p> <p><i>Precisamos saber a velocidade e o espaço percorrido e o tempo gasto.</i></p>	<p>2. Agora você sabe como calcular a velocidade em qualquer situa�o do cotidiano em que exista movimento. Por exemplo, em uma viagem de ônibus entre duas cidades? Quais dados precisaria para calcular e qual equa�o utilizaria.</p> <p><i>Precisaria saber <del>o tempo</del> em quanto tempo o ônibus percorreu e qual espaço percorrido, assim utilizando; <math>v = \frac{d}{t}</math>.</i></p>

Fonte: Autora, 2023.

O questionário buscava entender se os alunos adquiriam novos conhecimentos ou relembrem sobre o conceito de velocidade e principalmente se conseguiriam aplicar em uma situa o hipotética do cotidiano, como uma viagem de  nibus.

As respostas foram positivas, pois, nelas os alunos expressam que lembraram o assunto e entenderam mais sobre ele, também foi possível verificar que os estudantes conseguiram identificar os dados necessários para efetuar o cálculo e qual equação utilizar.

#### **4.2.2 Aula 06: Proposição de um problema.**

A partir da experiência de manipulação da equação da velocidade, foi dado o seguinte problema aos alunos “qual as distancias que os carrinhos deveriam ser soltos para chegarem juntos na linha de chegada?”, foi explicado que nesse momento eles deveriam utilizar a equação que eles construíram na aula anterior, os dados coletados e os dados construídos por eles para determinar as distancias exatas. Para dito a eles que poderiam usar os dados da velocidade, tempo que o carro mais rápido levou para percorrer toda a pista e o tamanho da pista, e a equação da velocidade. Sobre a utilização da linguagem matemática dentro do ensino de Física, Petrocola (2002, p.90) salienta que “no ensino da Física, a linguagem matemática é muitas vezes considerada como a grande responsável pelo fracasso escolar. É comum professores alegarem que seus alunos não entendem Física devido à fragilidade de seus conhecimentos matemáticos”.

Essa atividade tinha como objetivo, que os alunos conseguissem compreender como utilizar a manipulação de uma equação para determinar outras variáveis, que nesse caso foi o espaço inicial. Foi percebido que os alunos tinham os pré-requisitos matemáticos necessários para manipular corretamente a equação. Petrocola (2002) cita Bonjorno et al (1992) sobre a descrição da ciência como

Para estudar os fenômenos, a ciência procura, numa primeira etapa, estabelecer uma relação qualitativa entre eles. São as leis qualitativas... O conhecimento destas leis não é suficiente e um estudo mais profundo sugere medidas quantitativas... Quando se pode medir aquilo de que se está falando e exprimi-lo por números, estabelecemos o que chamamos de lei física. Lei física é a relação matemática entre as grandezas que participam de um mesmo fenômeno (BONJORNIO et al, 1992, p. 14 *apud* PETROCOLA, 2002, p.95).

Buscava-se que os alunos conseguissem passar da relação qualitativa do conceito, para a relação quantitativa a partir das observações dentro da experimentação conseguindo expressar a descrição matemática precisa do conceito. Na Figura 4.13 e mostrado a forma como os alunos manipularam os dados para resolver o problema.

Figura 4. 13 - Manipulação dos dados para solução do problema.

$$25 = \frac{250 - S_0}{9,8 - 0}$$

$$25 = \frac{250 - S_0}{9,8}$$

$$25 \cdot 9,8 = 250 - S_0$$

$$245 - 250 = -S_0$$

$$-5 = -S_0 \quad (\neq 7)$$

$$5 = S_0$$

$$5 \text{ cm}$$
  

$$12,7 = \frac{250 - S_0}{9,8 - 0}$$

$$12,7 = \frac{250 - S_0}{9,8}$$

$$12,7 \cdot 9,8 = 250 - S_0$$

$$12,7 \cdot 9,8 - 250 = -S_0$$

$$125 - 250 = -S_0$$

$$-125 = -S_0 \quad (x-1)$$

$$125 = S_0$$

$$132 \text{ cm}$$

Fonte: Autora, 2023.

Segundo Petrocola (2002) a matemática se torna parte do processo de produção do conhecimento como uma ferramenta ou instrumento utilizado para confirmação dentro do trabalho científico. Diante disso, foi utilizado os dados para confirmação dos resultados experimentalmente, evidenciando a importante relação da matemática com a Física. Na Figura 15 é mostrado o momento de teste dos resultados dos alunos.

Figura 4. 14 - Teste dos resultados das distâncias encontradas pelos alunos.



Fonte: Autora, 2023.

A partir dessa atividade conseguimos mostrar para os alunos que a linguagem matemática é como qualquer outra linguagem e tem finalidade de transmitir algo. Com essa atividade os alunos puderam utilizar seus conhecimentos prévios teóricos e matemáticos para ampliarem seu entendimento sobre o conceito estudado. O questionário 02 buscou entender se os alunos sabiam identificar a equação, os dados e unidades de medida usados, critérios importantes para compreensão experimental. Na Figura 4.15 é mostrado a respostas de um dos alunos.

Figura 4. 15 - Questionário 02 – Aula 06, aluno 8.

Questionário 02

1- Encontrou as distâncias no problema usando qual equação?  
 $V = \frac{\Delta S}{\Delta T}$   $V = \frac{S_f - S_0}{t_f - t_0}$  Convertendo para encontrar a posição inicial.

2- Quais dados usou para encontrar as distâncias que deveriam largar os carrinhos?  
 Medimos a distância e contamos o tempo.

3- Qual a unidade de medida de tempo e de distância que foi utilizada?  
 Para tempo, segundos (s), para distância, centímetros (cm)

Fonte: Autora, 2023.

A resposta do aluno 8, mostra características importantes, como a compreensão da manipulação da equação da velocidade para encontrar o espaço inicial. A utilização das medidas feitas através da manipulação experimental e as unidades de medida usadas conforme o aparelho de medição utilizado.

#### 4.2.3 Aula 07: Sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo.

Nessa aula foi organizado uma roda de conversa, no qual foi solicitado aos alunos que explicassem o que eram os dados que eles utilizaram, por esse motivo, foi pedido para que os alunos se organizarem perto da pista, com o objetivo de fazê-los descreverem o que fizeram experimentalmente, quais foram os dados coletados e como se deu essa coleta, como mostrado na Figura 4.16.

Figura 4. 16 - Roda de conversa – Explicação Experimental.



Fonte: Autora, 2023.

Segundo Carvalho (2021, p.06) “temos de integrar, de maneira coerente, todas as linguagens, introduzindo os alunos nos diferentes modos de comunicação que cada uma para a construção de seu conhecimento”. Dessa forma, primeiro foi buscado a explicação experimental

dos alunos, depois foi pedido para eles a explicação das manipulações usadas, onde foi escrito no papel a equação da velocidade e pedido para que os alunos indicassem onde usaram os dados e quais ações foram necessárias para resolver o problema, como mostrado na Figura 4.17.

Figura 4. 17 - Roda de conversa – Manipulações matemáticas.



Fonte: Autora, 2023.

Lawson conforme citado por Carvalho (2021) destaca que o professor deve evidenciar, durante a sistematização do conhecimento, as hipóteses as quais foram obtidos os dados e a estrutura da argumentação que gerou as conclusões.

Desse modo, após a indicação de quais dados foram utilizados, foi pedido para que eles explicassem como foi realizada a escolha do valor da velocidade, que foi explicado por eles que se deu devido a semelhança entre os valores encontrados, com isso foi possível construir o conceito de velocidade constante, no qual um móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais. Posteriormente foi solicitado aos alunos que explicassem como os carrinhos se moviam na pista, no qual foi identificado o seu movimento em linha, com os dois critérios para que o movimento seja considerado MRU definidos, foi construído o conceito de Movimento Retilíneo Uniforme.

Com o conceito de MRU definido, passamos para sua definição matemática, com a Equação Horária do Espaço, para sua construção, foi solicitado os estudantes, que explicassem como foi realizada o procedimento para encontrarem o espaço inicial, que se deu a partir da manipulação da equação da velocidade, outro ponto destacado por eles foi o tempo inicial que sempre era 0, com foi mostrado que as suas manipulações, geraram a Equação Horária do Espaço, que é utilizada para encontrar variáveis como: espaço final, espaço inicial, velocidade e tempo.

Foi aplicado dois questionários, um sobre os conceitos aprendidos e um contendo algumas aplicações, algumas repostas desses questionários estão sendo mostrados na Figura 4.18 e 4.19.

Figura 4. 18 - Questionário 03 – Aula 07 – alunos 6 e 8.

Questionário 03	Questionário 03
<p>1. Descreva conceitos novos você aprendeu nesta aula?</p> <p>Conceito de velocidade e M.R.U.</p> <p>Um objeto deve ter a velocidade constante para estar em M.R.U.</p>	<p>1. Descreva conceitos novos você aprendeu nesta aula?</p> <p>o conceito de m.u., onde a velocidade não varia ou não ocorre deformação.</p>
<p>2. Qual a equação aprendeu nessa aula e para o que ela pode ser utilizada?</p> <p><math>V = \frac{\Delta s}{\Delta t}</math>. Para calcular a velocidade de qualquer objeto</p>	<p>2. Qual a equação aprendeu nessa aula e para o que ela pode ser utilizada?</p> <p><math>S = S_0 + v \cdot t</math>. Encontrar a velocidade ou espaço e tempo.</p>
<p>3. Defina o(s) critério(s) para que o movimento seja considerado MRU - movimento retilíneo uniforme.</p> <p>Um movimento pode ser considerado um M.R.U quando a velocidade do objeto é constante ao longo do tempo, ou seja, a velocidade não varia, e quando ele segue uma linha reta.</p>	<p>3. Defina o(s) critério(s) para que o movimento seja considerado MRU - movimento retilíneo uniforme.</p> <p>A velocidade não ocorre variação e o corpo percorre o mesmo movimento de um linha reta.</p>

Fonte: Autora, 2023.

Figura 4. 19 - Questionário 04 – Aula 07 – alunos 6 e 9.

Questionário 04	Questionário 04
<p>1. Um ônibus passa pelo km 30 de uma rodovia às 06 horas, e às 09 horas passa pelo km 240. Qual a velocidade do ônibus nesse intervalo de tempo?</p> <p>a) 50 km/h  <b>b) 70 km/h</b>  c) 60 m/h  d) 70 cm/s</p> <p><math>V = \frac{\Delta s}{\Delta t}</math>  <math>V = \frac{240 - 30}{9 - 6}</math>  <math>V = \frac{210}{3}</math>  <math>V = 70 \text{ km/h}</math></p>	<p>1. Um ônibus passa pelo km 30 de uma rodovia às 06 horas, e às 09 horas passa pelo km 240. Qual a velocidade do ônibus nesse intervalo de tempo?</p> <p>a) 50 km/h  b) 70 km/h  c) 60 m/h  d) 70 cm/s</p> <p><math>V = \frac{\Delta s}{\Delta t}</math>  <math>V = \frac{240 - 30}{9 - 6}</math>  <math>V = \frac{210}{3}</math>  <math>V = 70</math></p>
<p>2. Um aluno sai de casa às 06 h e chega na escola às 07h, sendo que a distância da casa é de 50 km.</p> <p>a) Quanto tempo ele gasta de casa até a escola?  <math>\Delta t = t_f - t_i</math>  <math>\Delta t = 07 - 06</math>  <math>\Delta t = 1 \text{ h}</math></p> <p>b) Qual a velocidade dele?  <math>V = \frac{\Delta s}{\Delta t}</math>  <math>V = \frac{50}{1}</math>  <math>V = 50 \text{ km/h}</math></p>	<p>2. Um aluno sai de casa às 06 h e chega na escola às 07h, sendo que a distância da casa é de 50 km.</p> <p>a) Quanto tempo ele gasta de casa até a escola?  <math>T_f = 07</math>, <math>T_i = 06</math>  <math>07 - 06 = 01</math>  <math>t = 01</math></p> <p>b) Qual a velocidade dele?  <math>V = \frac{S}{t}</math>  <math>V = \frac{50}{01}</math>  <math>V = 50</math>  <math>t = 50 \text{ km}</math></p>
<p>3. Um aluno sai da escola às 17h 30 e chega em casa às 18h 30 min. Ele verificou que a velocidade do moto taxi que ele usa para ir para casa é de 60 km/h. Qual a distância entre a escola e a casa do aluno?</p> <p><math>\Delta t = t_f - t_i</math>  <math>\Delta t = 18,5 - 17,5</math>  <math>\Delta t = 1</math></p> <p><math>V = \frac{\Delta s}{\Delta t}</math>  <math>60 = \frac{\Delta s}{1}</math>  <math>\Delta s = 60 \text{ km}</math></p>	<p>3. Um aluno sai da escola às 17h 30 h e chega em casa às 18h 30 min. Ele verificou que a velocidade do moto taxi que ele usa para ir para casa é de 60 km/h. Qual a distância entre a escola e a casa do aluno?</p> <p><math>S = S_0 + v \cdot t</math>  <math>t = 1</math>  <math>S = 0 + 60 \cdot 1</math>  <math>S = 60 \cdot 1</math>  <math>S = 60 \text{ km}</math></p>
<p>4. Levando em consideração dois alunos que saem ao mesmo tempo, um da frente das lojas Americanas e outro da frente do supermercado Lider e chegam juntos a escola Aracy Alves.</p> <p>a) Podemos afirmar que as velocidades dos dois são iguais durante o percurso até a escola? Explique com suas palavras.</p> <p>Não, pois eles saíram de distâncias diferentes, para chegarem juntos ao mesmo local, a velocidade deve variar.</p> <p>b) O deslocamento dos dois é igual? Explique com suas palavras.</p> <p>Não, os locais que os dois alunos saíram é diferente, um é mais próximo da escola e o outro é mais distante.</p>	<p>4. Levando em consideração dois alunos que saem ao mesmo tempo, um da frente das lojas Americanas e outro da frente do supermercado Lider e chegam juntos a escola Aracy Alves.</p> <p>a) Podemos afirmar que as velocidades dos dois são iguais durante o percurso até a escola? Explique com suas palavras.</p> <p>Não, porque uma teve que andar mais rápido do que a outra.</p> <p>b) O deslocamento dos dois é igual? Explique com suas palavras.</p> <p>Não, porque a distância é diferente.</p>

Fonte: Autora, 2023.

Se faz relevante salientar ao aluno que a linguagem matemática é importante melhorar a compreensão de conceitos físicos, para isso fazer essa aproximação entre a linguagem matemática e a física é de suma importância, fazer o aluno participar dessa construção, e criar domínio sobre a estruturação matemática do conceito o aproxima do fazer científico, no qual ele compreende o fenômeno como um todo.

Petrocola (2002, p. 105) frisa que “se a matemática é a linguagem que permite ao cientista estruturar seu pensamento para apreender o mundo, o ensino da ciência deve propiciar meios para que os estudantes adquiram esta habilidade”.

Portanto, durante a solução do problema e a sistematização do conhecimento, buscou-se que o aluno criasse a habilidade de estruturar seu pensamento científico através da matemática podendo então compreender o conceito como um todo.

#### 4.2.4 Aula 08: Relacionamento com o cotidiano e registro das observações.

A partir das definições construídas foi solicitado aos alunos que dessem um exemplo de como usar os conceitos e a equação horária do espaço no seu cotidiano. A principal intensão dessa atividade é fazer com que os alunos entendam que a Física não está presente apenas dentro de um laboratório ou sala de aula, ela existe dentro do mundo real e através da relação com o cotidiano se faz possível os alunos enxergarem como a Física pode ser importante no seu dia a dia. O momento da roda de conversa sobre a relação dos conceitos e equação no cotidiano é mostrado na Figura 4.20.

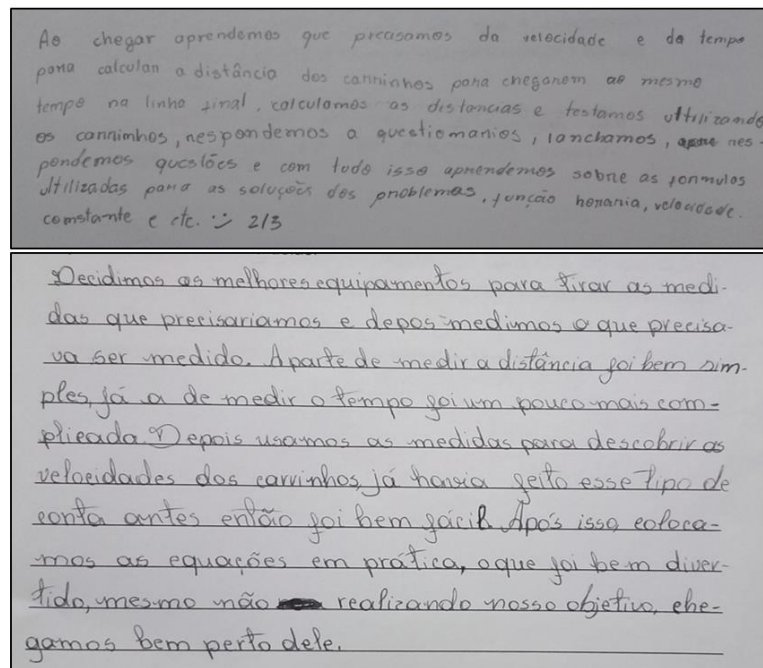
Figura 4. 20 - Relação com o cotidiano.



Fonte: Autora, 2023.

A última etapa da SEI desse ciclo é o de produzir um texto destacando suas percepções sobre os conteúdos. Oliveira e Carvalho (2005, p.350) nos diz que “o registro escrito é um importante instrumento de aprendizagem na construção pessoal do conhecimento. O uso da escrita é importante para a retenção de conhecimentos científicos desde que a discussão entre os alunos tenha ocorrido”. Na Figura 4.21, mostra alguns registros dos textos de alunos que preferiram não seguir o roteiro.

Figura 4. 21 - Atividade escrita.



Fonte: Autora, 2023.

Segundo Oliveira e Carvalho (2005, p.349) “A escrita, como instrumento cognitivo, tende a ser uma ferramenta discursiva importante por organizar e consolidar ideias rudimentares em conhecimento mais coerente e bem estruturado”. Utilizamos essa atividade com forma de fazer os alunos refinarem seu pensamento sobre os significados dos novos conhecimentos e fixando em sua estrutura cognitiva.

#### 4.3 TERCEIRO CICLO

Este ciclo foi desenvolvido com o objetivo de fazer o estudante compreender a importância da linguagem gráfica para a compreensão de fenômenos físicos, através do seu processo de construção.

##### 4.3.1 Aula 09: Ação sobre os objetos investigados.

Segundo Carvalho (2013, p. 06) “o aluno na disciplina de física deve entender e dar significado a uma tabela ou um gráfico. Sem dominar essas outras linguagens, esses outros modos de comunicação, não se dominam os conteúdos específicos de cada uma das disciplinas científicas”. Devido a isso se fez necessário a tradução do conceito de movimento retilíneo uniforme para os gráficos. Postigo e Pozo (2000 *apud* DE CAMARGO FILHO et al, 2011) propõe que o exame da construção gráfica se baseia em três níveis de processamento da informação, a explícita, a implícita e a conceitual, existindo três grupos de ações, dentro das

atividades de construção e interpretação de um gráfico que podemos destacar, são elas as responsáveis pela elaboração da estrutura gráfica, numérica e conceitual.

Foi pedido para que os alunos utilizassem um dos carrinhos para tirar medidas de tempo e espaço, foi organizado esses dados em uma tabela, a partir dos dados de um dos carrinhos em foi construí o gráfico que representava seu movimento e explicado características importantes dos gráficos. O material didático nesse cenário, serviu fornecedor de dados para a construção de gráficos, com a finalidade de familiarizar os alunos com esse tipo de linguagem. A Figura 4.22 mostra o momento de coleta de dados e a construção do gráfico do carro mais lento.

Figura 4. 22 - Coleta de dados e construção do gráfico pela professora.



Fonte: Autora, 2023.

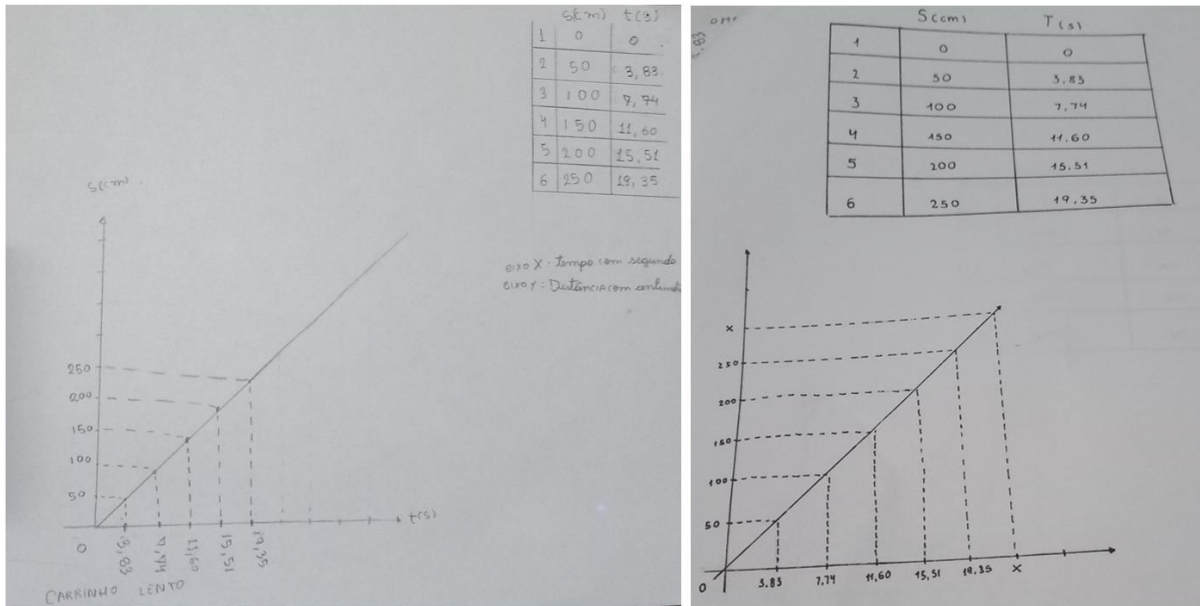
Posteriormente, foi pedido aos alunos que construíssem o gráfico do outro carrinho. Carvalho (2021, p. 07) salienta que “o uso competente dos gráficos requer a familiarização com os processos que levaram a sua construção”. O uso dos carros robô tem a finalidade de fazer com que o aluno participe do processo de construção do gráfico, no qual, ele coleta os dados, organiza até chegar no momento de montagem do gráfico. A Figura 4.23 mostra os alunos construindo os gráficos e na figura 4.24 mostra os gráficos construídos por eles.

Figura 4. 23 - Construção do gráfico pelos alunos.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 4. 24 - Gráficos construídos pelos alunos.



Fonte: Autora, 2023.

A partir dessa experiência busca-se facilitar o processo no qual o aluno dá significado ao gráfico, pois Carvalho (2021) comenta que “dar significado dos gráficos para os alunos é, talvez, a maior dificuldade do ensino de Física”. Na Figura 4.25 é mostrado a resposta do questionário 01 de alguns alunos sobre algumas características do gráfico.

Figura 4. 25 - Questionário 01 – Aula 09 – alunos 10 e 11.

Questionário 01	Questionário 01
1- Quais dados estão plotados no eixo y e quais estão no eixo x? <u>No eixo Y estão: 0; 50; 100; 150; 200 e 250, posição</u> <u>No eixo X estão: 0; 2,1; 4,2; 6,3; 8,3; 10,4, tempo</u>	1- Quais dados estão plotados no eixo y e quais estão no eixo x? <u>É distância para no "Y" e tempo para no "X"</u>
2- O que são os pontos? <u>São as coordenadas.</u>	2- O que são os pontos? <u>Os pontos são as medidas de tempo e distância.</u>
3- Qual o comportamento do gráfico e o que representa? <u>É Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).</u>	3- Qual o comportamento do gráfico e o que representa? <u>Ele se comporta em linha reta e está em movimento retilíneo uniforme.</u>

Fonte: Autora, 2023.

Sobre a atividades de formação do nível de processamento da informação explícita De Camargo Filho (2011) destaca:

A estrutura gráfica é formada por ações que produzem elementos básicos de um gráfico. Tal estrutura está relacionada com o nível de compreensão explícito que é o grau mais superficial de elaboração dessa representação. Nesse nível, as ações que os estudantes realizam são responsáveis por produzir signos que formam a estrutura inicial do gráfico cartesiano e convertem elementos da representação na forma de tabela para a representação gráfica,

que corresponde, respectivamente, às atividades cognitivas de formação e conversão, que resulta, por sua vez, na estrutura gráfica que possibilita a elaboração de estruturas superiores. (DE CAMARGO FILHO et al, 2011, p.552).

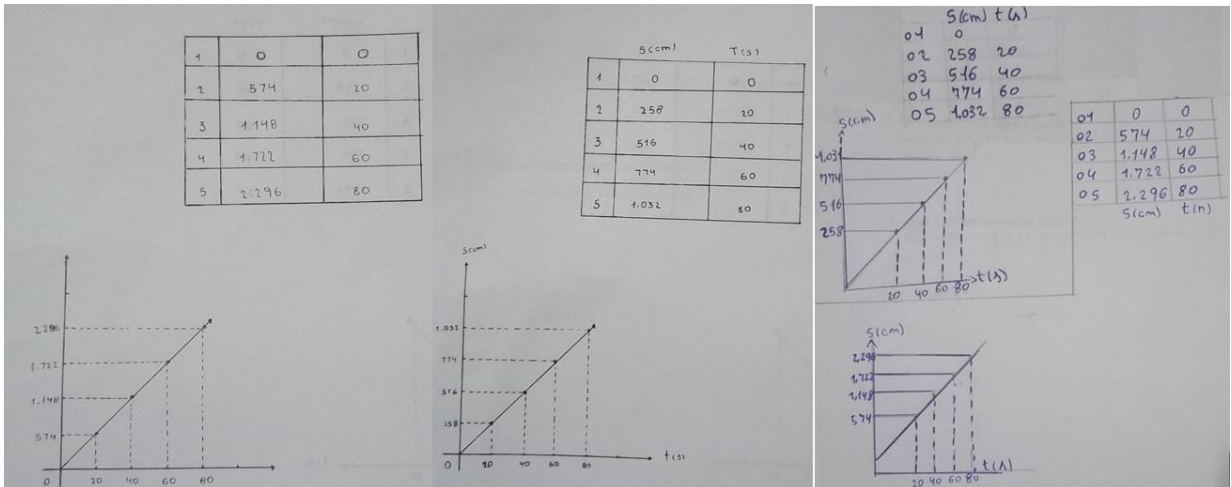
As respostas do questionário e o esquema da atividade de construção gráfica realizada, se encontra dentro da atividade de estrutura gráfica, pois os alunos desempenharam ações como a de produção de eixos coordenados, estabeleceram a escala do gráfico, as suas variáveis e localizam os pares de coordenadas, a partir dos dados inicialmente representados em tabela por eles.

#### **4.3.2 Aula 10: Proposição de um problema.**

O problema investigativo desse ciclo, foi que cada grupo determinasse o comportamento dos carrinhos depois de 20s, 40s, 60s e 80s. Esta atividade da SEI, estabelece a importância do trabalho em grupo para a construção do conhecimento conforme apresentado por Carvalho (2013, p.05) “o trabalho em grupo sobe de status no planejamento do trabalho em sala de aula, passando de uma atividade optativa pelo professor para uma necessidade quando o ensino tem por objetivo a construção do conhecimento pelos alunos”.

A solução deveria ser feita graficamente, devido a isso foi pedido que os alunos observassem as características presentes nos gráficos construídos e investigassem o comportamento desses gráficos. Para criar os gráficos dessas situações, eles perceberam que existia um padrão entre os espaços e os tempos, devido a isso eles perceberam que se encontrassem criarão a hipótese que se encontrassem o padrão da distância percorrida pelo carrinho dentro do tempo de 20s, poderiam utilizar essa medida como padrão para descobrir o comportamento do carrinho para os tempos de 40s, 60s e 80s. Para o teste do carrinho mais rápido, foi necessário a junção das duas pistas disponíveis para cada grupo, pois o carrinho mais veloz percorre um espaço maior no mesmo intervalo de tempo. Na figura 4.26 são mostrados os gráficos dos produzidos pelos alunos.

Figura 4. 26 - Gráfico pelos grupos.



Fonte: Autora, 2023.

Essas ações segundo De Camargo Filho et al (2011) se encaixam nas ações de estrutura numérica do gráfico, pois, se é estabelecida por essas ações o acréscimo de novas informações internas ao gráfico por meio da identificação de padrões. Os alunos tiveram a oportunidade de testar seus resultados do carrinho lento para o tempo de 40s, mostrado na Figura 4.27.

Figura 4. 27 - Teste do comportamento do carrinho mais lento para o tempo de 40s.



Fonte: Autora, 2023.

### 4.3.3 Aula 11: Sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo.

Esta aula foi voltada a sistematização dos conhecimentos elaborados em grupos, para isso foi criado um diálogo em grupo. Dentro da disciplina de Física o uso da linguagem gráfica é essencial, pois, através dela é possível visualizar o comportamento de algumas variáveis de forma mais clara. A intensão dessa atividade e criar um lugar propício ao diálogo, no qual os

alunos possam se sentir à vontade para partilhar suas ideias, argumentar para defender seu ponto de vista e gerar conteúdo relevante para o grupo.

Dentro da explicação dos alunos de como resolveram o problema e porque deu certo a solução, foi criada uma ligação entre as expressões usadas por eles e a linguagem gráfica. Para tal ação, foi necessário a postura de orientação da professora, pois, segundo Carvalho (2013) deve ensinar a uso da linguagem correta de cada disciplina. Na Figura 4.28 mostra alguns registros do momento de sistematização do conhecimento.

Figura 4. 28 - Momento de sistematização do conhecimento.



Fonte: Autora, 2023.

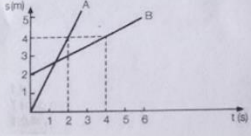
Quando um determinado conteúdo exige a expressão em mais de uma linguagem, o professor deve ser facilitador no processo de interação entre as linguagens envolvidas. Para facilitar o processo de interação entre várias linguagens Carvalho (2013) cita Marques et al (2003) que acentua que há uma cooperação entre as linguagens quando uma reforça o significado de outra.

Ao discutir a criação, manipulação dos dados e uso dos gráficos, foram necessárias a indicação através de gestos e a linguagem verbal, com o intuito de os alunos conseguissem expressar uma descrição formal do fenômeno estudado.

Essa atividade completa os três grupos de ações que compõem o exame da construção gráfica. Pois, segundo De Camargo Filho et al (2011) “correspondem às ações da estrutura conceitual a elaboração de legenda, a descrição formal do fenômeno físico e a formulação de explicações por meio de entrevista, as quais explicitem as relações e convenções usadas para a construção do gráfico[..]”.

Figura 4. 29 - Questionário 02 – Aula 11, alunos 12 e 13.

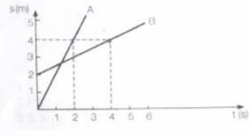
O gráfico a seguir relaciona a posição de dois móveis, em metros, com o tempo, em segundos. Qual a velocidade do móvel A e do móvel B?



A)  $V = \frac{4-0}{2-0} = \frac{4}{2} = 2 \text{ m/s}$

B)  $V = \frac{4-2}{4-0} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ m/s}$

O gráfico a seguir relaciona a posição de dois móveis, em metros, com o tempo, em segundos. Qual a velocidade do móvel A e do móvel B?



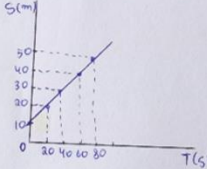
A =  $V = \frac{4-0}{2-0} = \frac{4}{2} = 2 \text{ m/s}$

B =  $V = \frac{4-2}{4-0} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ m/s}$

A tabela fornece, em vários instantes, a posição s de um automóvel em relação ao início da estrada (s=0m) em que se movimenta.

S (m)	10	20	30	40	50
T (s)	0	20	40	60	80

a) Monte um gráfico com os pontos da tabela.



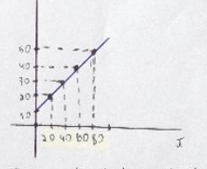
b) A partir do gráfico como podemos classificar o movimento desse automóvel?

*Esta em movimento retilíneo uniforme (MRU)*

A tabela fornece, em vários instantes, a posição s de um automóvel em relação ao início da estrada (s=0m) em que se movimenta.

S (m)	10	20	30	40	50
T (s)	0	20	40	60	80

a) Monte um gráfico com os pontos da tabela.



b) A partir do gráfico como podemos classificar o movimento desse automóvel?

*É o mesmo em MRU/movimento retilíneo uniforme*

Fonte: Autora, 2023.

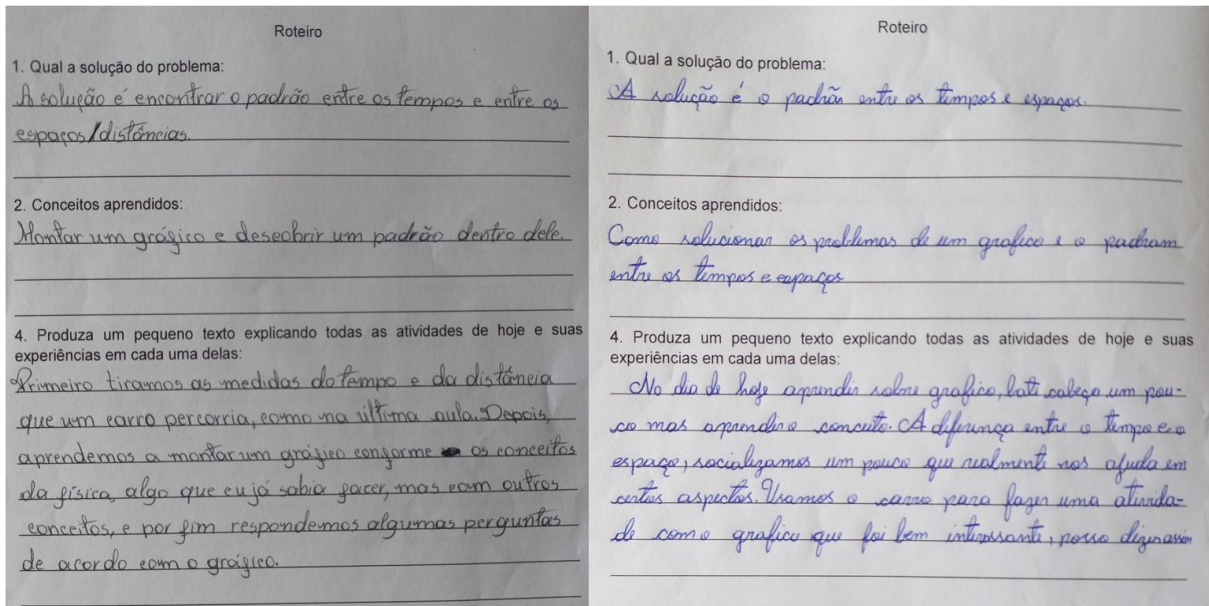
O objetivo do questionário 02 é de mostrar que com a construção do conhecimento através da familiarização do aluno com o processo de construção gráfica, proporciona a ele conseguir idêntica as características do movimento retilíneo uniforme em outras situações.

#### 4.3.4 Aula 12: Relacionamento com o cotidiano e registro das observações.

Foi pedido para que os alunos explicassem quais situações do seu dia a dia poderiam ser representadas por gráficos, os alunos de modo geral expressam situações de movimento, no qual se deslocariam de um lugar a outro da cidade.

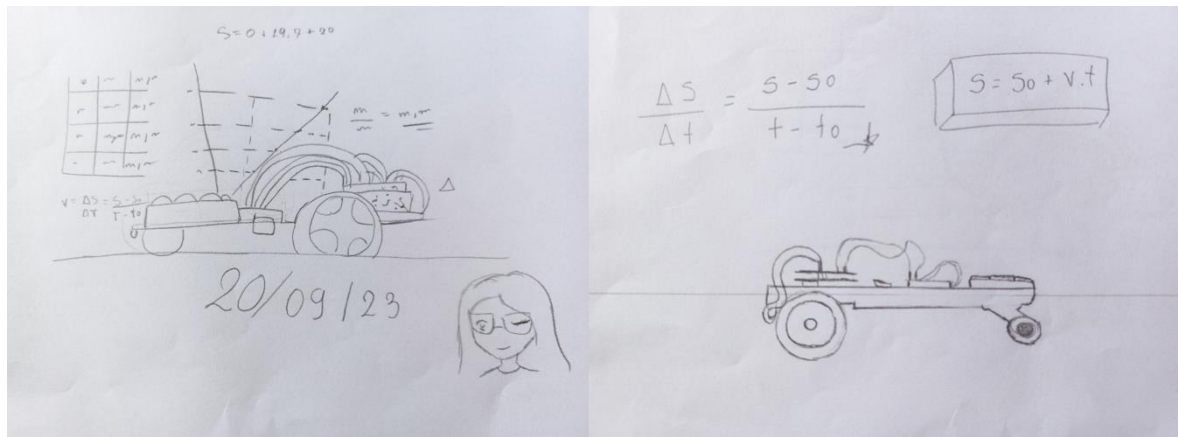
Essa última atividade da SEI desse ciclo, no qual Carvalho (2013) destaca a importância de um registro escrito e/ou desenhado da atividade. Nessa atividade o corre a sistematização do conhecimento individual, no qual os alunos escreveram sua experiência dentro das atividades e alguns deles fizeram suas observações através de desenhos. Nas Figuras 4.30 e 4.31, estão respectivamente dispostos os textos e desenhos criados pelos alunos.

Figura 4. 30 - Atividade escrita – Aula 12.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 4. 31 - Desenho dos alunos.



Fonte: Autora, 2023.

O objetivo dessa atividade experimental usando os carrinhos robô foi comprovar que os alunos compreenderam como utilizar a linguagem gráfica para a comparação qualitativa e quantitativa do fenômeno estudado, podendo notar suas características, sua conexão com a linguagem matemática e com a linguagem conceitual. As respostas dos alunos reforçam que o objetivo foi alcançado, pois, nas Figuras 4.30 e 4.31, os alunos mostram duas características.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi propiciar o conhecimento sobre as contribuições de atividades investigativas para o desenvolvimento do conteúdo de Movimento Retilíneo Uniforme. Para isso, foi aplicada uma Sequência de Ensino Investigativo usando um protótipo experimental de Arduino. Durante as aulas aplicadas, foi possível observar que utilizando as sequências investigativas criadas, algumas evidências da criação do conhecimento científico podem ser destacadas.

Tal abordagem demonstra sua capacidade, através de atividades fundamentadas no fazer científico, que abrange diferentes linguagens e promove a criação do aprendizado de conceitos, termos e noções científicas como aprendizado de ações, atitudes e valores científicos (CARVALHO, 2013). Para que seja possível que o aluno crie todas estas habilidades, foi necessária uma mudança no comportamento habitual do professor, no qual ele não somente apresenta o conteúdo, e sim, orienta atividades que proporcionem a criação de um ambiente onde centro do processo de ensino seja o aluno.

Com base na criação dessas habilidades foi constatado o resultado positivo sobre as aplicações das atividades sugeridas nesta pesquisa a partir dos objetivos traçados. Percebendo que, se bem planejada, com um material didático que seja atrativo, de fácil manuseio e que faça sentido dentro da vivência do aprendiz, podemos despertar sua vontade de aprender. Tais características são segundo Moreira (1999) condições para que a aprendizagem significativa ocorra.

Urge salientar alguns pontos que evidenciam a importância de aplicar essas atividades. Ao participar, os alunos, desenvolvem seu raciocínio lógico, sua capacidade de comunicação e argumentação, criando conectivos entre o conteúdo construído cientificamente com seu cotidiano. Portanto, sua experiência com a Física se transforma de algo superficial para algo mais profundo e significativo, pois, ao participarem de aulas, no qual são incentivados a solucionar um problema, através do levantamento de hipóteses, registro de dados e comunicação de resultados, os alunos são aproximados de como o conhecimento científico é produzido.

No desenvolvimento de uma SEI para o ensino do conteúdo de Movimento Retilíneo Uniforme, foi percebido a importância de um direcionamento da parte do professor, para que

os aprendizes conseguissem compreender as várias linguagens adotadas para o conhecimento de um fenômeno. Tais atividade tiveram que ser pensadas visando o desenvolvimento de habilidades que são consideradas como importantes na alfabetização científica. Para isso, uma boa tática, foi a utilização de um problema experimental, pois, através do experimento foi possível conduzir os alunos a elaborarem as relações entre o conceito, a linguagem matemática e a linguagem gráfica.

Diante do exposto, concluímos que a abordagem do Ensino por Investigação na Disciplina de Física, proporciona aos professores e alunos condições para um aprimoramento do processo de ensino aprendizagem, através da mudança de postura. Essas atividades proporcionam aos alunos transformar seu conhecimento prévio em conhecimento científico. Outro ponto positivo sobre as contribuições dessa abordagem para os alunos, é a criação da capacidade de decisão sobre suas atitudes, promovendo seu preparo para o exercício da cidadania.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D. e HANESIAN, Helen. (1980). *Psicologia educacional*. Tradução: Eva Nick. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda.
- BESSA, V. da H. **Teorias da Aprendizagem**. 2 ed. Curitiba: Editora IESDE Brasil S.A, 2011.
- BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidélia. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior**. *Cairu em revista*, v. 3, n. 4, p. 119-143, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2016. Cap. 1 p. 01-20.
- CASTELLAR, Sonia Maria Vanzella. **Metodologias ativas: ensino por investigação, São Paulo**: FTD, 2016.
- DE CAMARGO FILHO, Paulo Sérgio; LABURU, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves. Dificuldades semióticas na construção de gráficos cartesianos em cinemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 546-563, 2011
- DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa-3**. Artmed editora, 2008
- GODOY, Arlida Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, p. 57-63, 1995.
- JÚNIOR, J. F. C., LIMA, P. P. de, ARCANJO, C. F., SOUSA, F. F. de, SANTOS, M. M. O., LEME, M., GOMES, N. C. (2023). **Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel**. *Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, 5, 51-68.
- LIMA, Valéria Vernaschi. **Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem**. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, v. 21, p. 421-434, 2016.
- LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Em Aberto**, v. 5, n. 31, 1986.
- MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. Novatec Editora, 2018.

- MORÁN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção mídias contemporâneas.** Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.
- MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** 2009.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e texto complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011.
- OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, p. 347-366, 2005.
- OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Claudio Jose de Holanda. **Teorias de aprendizagem.** 2011.
- PIETROCOLA, Maurício. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.
- PRÄSS, Alberto Ricardo. Teorias de aprendizagem. **ScriniaLibris. com**, p. 23, 2012.
- RAMALHO JUNIOR, Francisco et al. Os fundamentos da física: 1 mecânica. 2007.
- ROCHA, Glauber Oliveira et al. Ensino de ciências por investigação: desafios e possibilidades para professores de ciências. 2017.
- SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.
- TEIXEIRA, Elder Santos et al. A robótica educacional como ferramenta para o ensino de cinemática. **Ensaio Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 8, n. 1, p. 170-197, 2018.
- VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; GERALDINI, Alexandra Fogli Serpa. **Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino.** Revista Diálogo Educacional, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.

## **APÊNDICE A – MONTAGEM DO CARRINHO ROBÔ DE ARDUÍNO.**

### **MATERIAIS**

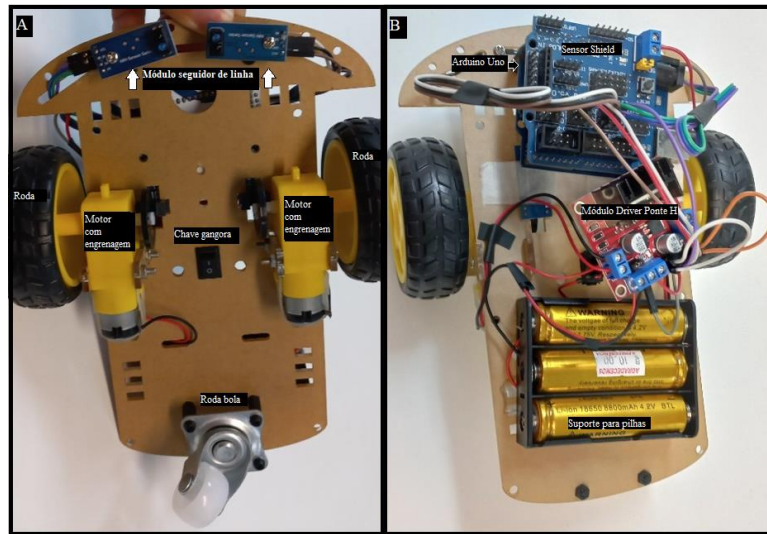
Para a montagem dos carrinhos utilizados neste trabalho foi usando os seguintes itens:

- 1 Placa de Arduíno UNO;
- 1 Sensor Shield V5;
- 1 Chassi;
- 2 motores CD com engrenagem;
- 2 Rodas;
- 1 Suporte para pilhas;
- 1 Roda boba;
- 1 Módulo Driver Ponte H L298N;
- 2 Módulos seguidor de linha TCRT5000;
- 1 Buzina Buzzer Passivo Arduíno;
- 1 Chave gangorra 2 polos;
- Jumpers para fazer as conexões.

### **MONTAGEM**

Iniciamos a montagem do protótipo fixando na parte lateral do chassi os motores DC com engrenagem, as rodas são encaixadas neles. A roda boba foi fixada com parafusos na parte de trás do chassi. No meio do chassi existe um espaço no qual foi encaixado a chave gangorra 2 polos e os módulos seguidor de linha TCRT5000 foram fixados na parte da frente do chassi como mostrado na Figura 01 – A. O módulo Driver Ponte H L298N e o suporte para pilhas também foram fixados sobre o chassi (Figura 01 – B).

Figura 1 - Posições dos componentes.



Fonte: Autora, 2023.

A placa de Arduino UNO foi fixada em cima do chassi, colocamos a o sensor Shield V5 apropriadamente encaixado sobre a placa de Arduino UNO, respeitando suas posições de ligações (Figura 02).

Figura 2 - Sensor Shield posicionado sobre a placa de Arduino UNO.



Fonte: Autora, 2023.

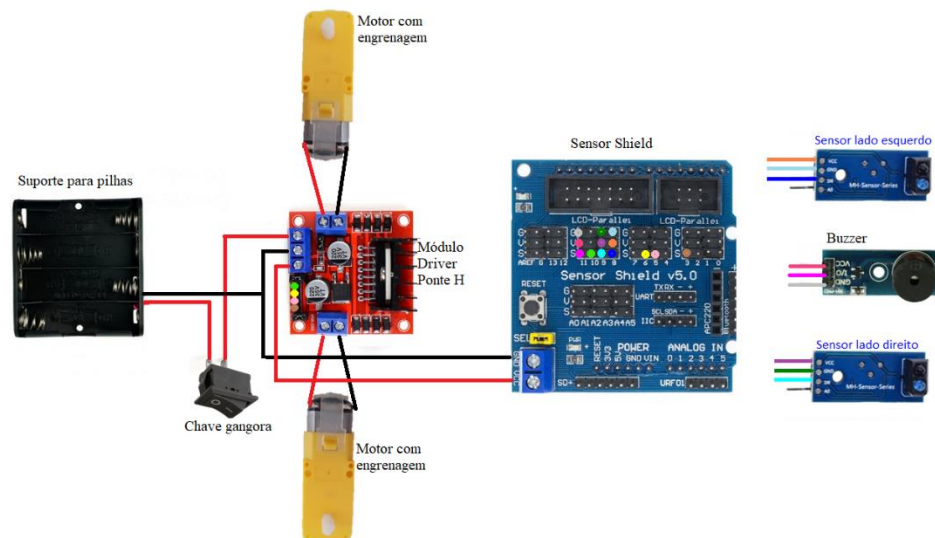
Com o auxílio de uma chave de fenda, fixamos os dois pares de fios dos motores DC nos bornes do módulo Driver. A alimentação de energia é feita através de pilhas, para isso conectamos o fio positivo (vermelho) do suporte para pilhas a um dos pinos da chave gangorra e o outro pino é conectado ao borne de alimentação da do módulo Driver, sendo este o fio do polo positivo da fonte de energia. Conectamos ao borne 12V do módulo Driver o fio do polo negativo da fonte. O GND do modulo Driver é conectado ao GND do sensor Shield e o 5V do módulo Driver também é conectado ao VCC do Sensor Shield.

Para sensor Shield, os pinos digitais estão posicionados de tal forma que o VCC de 5V e o GND estejam próximos de todos os dos pinos digitais e, portanto, no Sensor Shield onde está indicado com S, é um sinal digital no qual está V cujo valor é 5V, e onde está G é o GND.

No módulo Driver é conectado as entradas: IN1 ao sinal digital S, pino 10; IN2 ao sinal digital S, pino 6; IN3 ao sinal digital S, pino 5; IN4 ao sinal digital S, pino 3. O Buzzer é conectado ao pino 11, o I/O é conectado ao sinal digital S, o VCC ao V e o GND ao G. O Modulo Seguidor de Linha TCRT5000 do lado esquerdo é conectado ao pino 8, o DO é conectado ao sinal digital S, o VCC ao V e o GND ao G. O Modulo Seguidor de Linha TCRT5000 do lado direito é conectado ao pino 9, o DO é conectado ao sinal digital S, o VCC ao V e o GND ao G.

Na figura abaixo segue um esquema de ligações e montagem ELETRÔNICA do protótipo:

Figura 3 - Esquema de conexões.



Fonte: Autora, 2023.

As conexões são indicadas pelas suas respectivas cores.

## CÓDIGO DE CONTROLE DO ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA

A programação do projeto consiste em o carrinho fazer a leitura dos sensores, para definir qual caminho seguir.

```
#define SensorDir 9
#define SensorEsq 8

#define dirFrente 5
#define dirTras 3
#define esqFrente 6
#define esqTras 10
int buz = 11;
```

```

int velocidade = 116; // VA1 ta com 60; VA2 ta com 116; VB1 ta com 37; VB2 ta
com 62;
void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode (SensorDir, INPUT);
  pinMode (SensorEsq, INPUT);
  pinMode (dirFrente, OUTPUT);
  pinMode (dirTras, OUTPUT);
  pinMode (esqFrente, OUTPUT);
  pinMode (esqTras, OUTPUT);
  pinMode (buz, OUTPUT);
}
void loop() {
  bool SensorD = digitalRead (SensorDir);
  bool SensorE = digitalRead (SensorEsq);
  if (SensorD==0 && SensorE==0){
    Serial.println("tudo 0");
    noTone (buz);
    digitalWrite (esqTras, LOW);
    analogWrite (esqFrente, velocidade);
    digitalWrite (dirTras, LOW);
    analogWrite (dirFrente, velocidade);}

  if (SensorD==1 && SensorE==0){
    Serial.println("direito 1");]
    noTone (buz);
    digitalWrite (esqTras, LOW);
    analogWrite (esqFrente, velocidade);
    digitalWrite (dirTras, LOW);
    analogWrite (dirFrente, 0);}
  if (SensorD==0 && SensorE==1){
    Serial.println("esquerda 1");
    noTone (buz);
    digitalWrite (esqTras, LOW);
    analogWrite (esqFrente, 0);
    digitalWrite (dirTras, LOW);
    analogWrite (dirFrente, velocidade);}
  if (SensorD==1 && SensorE==1){
    Serial.println("tudo 1");
    tone(buz, 528, 300);
    digitalWrite (esqTras, LOW);
    analogWrite (esqFrente, velocidade);
    digitalWrite (dirTras, LOW);
    analogWrite (dirFrente, velocidade);}
}

```

**APÊNDICE B – PLANOS DE AULA**

PLANO DE AULA - 01
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:
<b>TEMA</b>
CINEMATICA
<b>OBJETIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender sobre a robótica envolvida no carrinho robô.</li> <li>• Conhecer os componentes usados para montá-los.</li> <li>• Compreender o que é e como funciona um carrinho robô de Arduino.</li> </ul>
<b>DURAÇÃO</b>
50 minutos
<b>RECURSOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 carrinhos robô com Arduino.</li> <li>• Projetor.</li> <li>• Quadro branco.</li> <li>• Pilotos e apagador .</li> </ul>
<b>METODOLOGIA</b>
<p>A aula será dividida em duas etapas:</p> <p>A primeira parte (T=20min) será dedicada a uma apresentação do projeto e dos componentes do carrinho robô com Arduino.</p> <p>Explicaremos sobre que o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica código aberto (significa que é um modelo de produção descentralizado que permite a qualquer pessoa modificar e compartilhar tecnologias porque seu projeto é acessível ao público). Na prática, ele é formado por uma placa eletrônica expansível que pode ser utilizada para o desenvolvimento de protótipos, ou seja, para adicionar inteligência em qualquer coisa e até controlá-la remotamente. Mostraremos a plataforma, placa e o código usado para controlar o carrinho robô, onde será explicado que é a partir desse código que ele idêntica os comandos que devem ser seguidos.</p>

Em seguida vamos expor o carrinho robô, as peças da qual ele é composto, que são: uma placa de Arduino UNO, 1 Sensor Shield v5.0 para Arduino, 1 Chassis, 2 Motores CD com engrenagem, 2 rodas, suporte para pilhas, 1 roda boba, 1 módulo Driver Ponte H L298N, 2 módulos seguidor de linha TCRT5000, 1 Buzinas Buzzer Ativo 5v Sinal Sonoro e Jumpers para fazer as conexões.

No carrinho robô desenvolvido temos 2 sensores TCRT5000, cuja função é fazer a verificação da linha, por onde o carrinho tem que andar. Este sensor opera por meio de um sistema de reflexão infravermelho, onde um LED emissor IR e um fototransistor IR ficam lado a lado. Quando o sensor é aproximado de um objeto, a luz infravermelha do LED emissor é refletida e ativa o fototransistor que gera uma saída. A tensão da saída varia conforme a cor do objeto. Quando esse sensor é lido como sinal digital, cores mais claras geram sinal baixo e cores escuras, como o preto, geram sinal alto.

Temos também um Módulo Driver Ponte H L298N, que controla 2 motores DC, o motor da direita e o da esquerda, este módulo recebe uma tensão de até 12V e a regula para fazer o controle dos motores DC. Ele possui 4 pinos de entrada, dos quais dois a dois controlam a direção de rotação dos motores da direita e da esquerda. Além disso apresenta dois pinos cuja função é o controle da velocidade dos motores da esquerda e da direita. O Módulo Driver Ponte H L298N possui ainda uma saída de 5V, usada nesse projeto para alimentar o Arduino e demais componentes usados.

No segundo momento vamos dividir os alunos em dois grupos, eles terão 15 minutos para mexer nos carrinhos, aprendendo a ligar ele, fazê-lo andar e observar como ele se movimenta.

Ao final da aula os alunos irão responder a um questionário composto por 4 questões.

## AVALIAÇÃO

### Questionário

- 1 - O que é o Arduino?
- 2 - Qual a função do código no Arduino?
- 3 - O carrinho consegue seguir a linha devido ao uso de qual equipamento?
- 4 - Teve dificuldade em ligar o carrinho?
- 5 - Ao observar e manipular o Carrinho você se sentiu motivado em tentar descobrir como tal equipamento será utilizado para aprender conceitos físicos?
- 6 - Quais conceitos físicos acha que será estudado usando o carrinho?

## REFÊRENCIA

ARDUINO. Disponível em: <http://www.arduino.cc>. Acesso em: 10/03/2023

PLANO DE AULA - 02
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:
TEMA
CINEMATICA
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar que as velocidades dos carrinhos são diferentes e atribuir a esse resultado a influência da distância percorrida e o tempo gasto.</li> <li>• Organizar e registrar informações através de textos.</li> <li>• Criar hipóteses e soluções a partir da observação direta do experimento.</li> </ul>
DURAÇÃO
50 minutos
RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 carrinhos robô com Arduino</li> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>
METODOLOGIA
<p>A aula será dividida em etapas:</p> <p>No primeiro momento vamos dividir os alunos em dois grupos, mostrar os dois carrinhos andando e lhes apresentar a questão investigativa. Que nesse caso será “como fazer os dois carrinhos passarem ao mesmo tempo pela linha de chegada? Obs: sem mexer no código dos carrinhos”.</p> <p>No segundo momento cada grupo deverá escrever em um papel sua proposta de solução do problema, os alunos terão 10 minutos para concluir esta etapa.</p> <p>No terceiro momento os grupos terão 20 minutos para ler sua proposta e testá-la no carrinho.</p> <p>Ao final da aula os alunos irão responder a um questionário composto por 6 questões.</p>

**AVALIAÇÃO****Questionário**

- 1- É possível que, ao largar, os dois carinhos, de uma mesma posição, cheguem juntos na linha de chegada ao mesmo tempo? Explique o porquê.
- 2- Quais variáveis influenciam na solução do problema?
- 3- Sentiu curiosidade em descobrir a solução do problema? O que mais achou interessante?
- 4- Teve dificuldade em imaginar uma solução para que os carrinhos chegassem juntos na linha de chegada? Justifique sua resposta.
- 5- O momento de expor sua proposta, sentiu medo de estar errado?
- 6- Quantas vezes teve que testar novas hipóteses de solução do problema? Por quê?

**REFÊRENCIA**

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

PLANO DE AULA - 03
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:

TEMA
CINEMATICA

OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar seus argumentos sobre o tema em forma oral e com registros escritos.</li> <li>• Utilizar as informações obtidas para justificar suas ideias.</li> <li>• Construir os conceitos de intervalo de tempo, variação de posição (deslocamento), velocidade e sua fórmula matemática.</li> </ul>

DURAÇÃO
50 minutos

RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>

METODOLOGIA
<p>Será montado uma roda de conversa em que será permitido que os alunos conversem sobre as hipóteses levantadas comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema.</p> <p>Com o objetivo de levar o aluno a repensar no que ele fez, nesta aula o professor irá intervir com perguntas do tipo "<i>o que você(s) fizeram para alcançar os resultados?</i>", "<i>como você(s) conseguiu resolver o problema?</i>".</p> <p>Durante a tentativa de explicação do que fizeram e do porquê as estratégias utilizadas deram certo, os alunos utilizarão explicações causais, e essas explicações levarão à procura de uma palavra, um conceito que explique o fenômeno. Essa etapa será buscado realizar uma ampliação do vocabulário dos alunos, possibilitando a eles aprender a falar de forma científica.</p> <p>Durante a conversa teve ser definido os seguintes conceitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervalo de tempo</li> </ul>

Pergunta norteadora: como podemos encontrar o tempo gasto por cada carrinho?

- Variação do espaço

Pergunta norteadora: como encontramos a o espaço (distância) que o carrinho percorreu?

- Velocidade e fórmula da velocidade.

Pergunta norteadora: o que ocorre com os carrinhos, que faz com que eles não cheguem juntos se largados no mesmo local ao mesmo tempo?

Todos esses conceitos devem ser definidos pelos alunos e escritos no quadro pelo professor.

Ao final da aula os alunos irão responder a um questionário composto por 6 questões.

## AVALIAÇÃO

### Questionário

- 1- Para descobrir a velocidade de alguém, o que nós precisamos conhecer a respeito de seu movimento?
- 2- Quais conceitos aprendeu nessa aula?
- 3- Teve dificuldade em entender algum conceito?
- 4- Qual equação aprendeu nessa aula e para que ela serve?
- 5- Durante a roda de conversa, se sentiu à vontade para comentar suas hipóteses sobre como resolver o problema proposto? Justifique.

## REFÊRENCIA

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

PLANO DE AULA - 04
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:
TEMA
CINEMATICA
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer uma relação do conceito de velocidade com o cotidiano.</li> <li>• Expressar através da escrita e desenho as experiências vividas durante o experimento.</li> </ul>
DURAÇÃO
50 minutos
RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>
METODOLOGIA
<p>Esta aula será dividida em etapas.</p> <p>No primeiro momento trarei alguns exemplos onde o conceito de velocidade está presente no cotidiano dos alunos.</p> <p>No segundo momento pedirei para cada um deles escrever e fazer um desenho do que aprenderam no decorrer das aulas.</p> <p>Esse registro deve ser solicitado para que o aluno se expresse pela escrita e/ou desenho sobre os principais aspectos vivenciados durante o experimento.</p> <p>Para facilitar a compreensão da atividade, será entregue aos alunos um pequeno roteiro para eles se basearem (obs: o roteiro será entregue de forma opcional ao aluno, ele escolhe se quer ou não seguir.)</p> <p>Roteiro</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Qual a solução do problema:</li> <li>2. Conceitos aprendidos:</li> <li>3. Produza um pequeno texto explicando todas as atividades de hoje e suas experiências em cada uma delas:</li> </ol>

**AVALIAÇÃO**

A avaliação será feita através da análise do relato escrito e desenhado dos alunos.

**REFÊRENCIA**

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

PLANO DE AULA - 05
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:

TEMA
CINEMATICA

OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o que são as unidades de medida dos equipamentos;</li> <li>• Determinar a velocidade dos dois carrinhos.</li> </ul>

DURAÇÃO
50 minutos

RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 carrinhos</li> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>

METODOLOGIA
<p>No início da aula será feita uma pergunta para saber o que os alunos entendem sobre o conceito de velocidade, pediremos para que eles escrevam de forma individual o que eles entendem sobre tal conceito.</p> <p>Pergunta: Defina velocidade e os parâmetros que influenciam nesse conceito? Faça desenhos de situações que expliquem essa variável.</p> <p>Após essa etapa faremos a aula da seguinte forma:</p> <p>No primeiro momento vamos dividir os alunos em dois grupos de 5. A atividade proposta nessa aula, é que os alunos determinem a velocidade dos carrinhos (apresentados a eles na segunda aula), a cada marcação feita em uma pista previamente montada. Buscamos que os alunos utilizem de sua própria autonomia para definir quais materiais deveriam usar para facilitar a coleta dos dados necessários e compreendam como utilizar esses dados na equação da velocidade, com a finalidade de familiarizar os alunos com o uso a manipulação dela. Disponibilizaremos trena de cinco metros, régua de trinta centímetros, relógio de ponteiro e um cronômetro digital (celular). Nesse (T=15min) momento o professor explicara as unidades de medida e funcionamento de cada equipamento, e deixaremos que eles mexam e conheçam cada um deles. Depois</p>

pediremos para que cada equipe escolha o material que ele julga ser melhor para utilizar na coleta dos dados necessários.

Posteriormente cada equipe terá 25 minutos para as coletas dos dados.

Os dados deverão ser coletados da seguinte forma:

- **Distância:** na pista teremos 6 marcações, a primeira medida deve ser 0, que é o ponto de partida, a segunda medida será da primeira marcação da pista até a segunda marcação, a terceira medida deve ser feita da primeira marcação até a terceira marcação, a quarta medida deve ser feita da primeira marcação até a quarta e assim consecutivamente para todas as marcações.
- **Tempo:** a primeira medida deve ser 0, a segunda deve ser o tempo que o carro levou da primeira marcação até a segunda marcação, a terceira deve ser o tempo que o carro levou da primeira marcação até a terceira e assim deve ser feito até o carrinho passar pela última marcação na pista.

Em seguida, eles farão as contas da velocidade dos carrinhos com os dados coletados no experimento.

Ao final da aula os alunos irão responder a um questionário.

## AVALIAÇÃO

### Questionário

1 - Seu entendimento sobre velocidade mudou após o experimento? Explique como o experimento mudou a forma como entende o conceito de velocidade.

2 - Agora você sabe como calcular a velocidade em qualquer situação do cotidiano em que exista movimento. Por exemplo, em uma viagem de ônibus entre duas cidades? Quais dados precisaria para calcular e qual equação utilizaria.

## REFÊRENCIA

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

PLANO DE AULA – 06	
Professor:	
Disciplina: Física	
Escola:	
Data:	
Turma:	
TEMA	
CINEMATICA	
OBJETIVOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar hipóteses e soluções a partir da observação direta do experimento.</li> <li>• Encontrar como calcular o espaço final de um corpo usando a equação horária do espaço.</li> </ul>	
DURAÇÃO	
50 minutos	
RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>	
METODOLOGIA	
<p>Nesta aula vamos utilizar os dados das velocidades descobertas pelos alunos na aula anterior.</p> <p>Pediremos para que os alunos comparem as velocidades de cada carrinho em todos os pontos calculados e perguntaremos o que elas têm em comum (fazendo com que eles observem a semelhança no valor obtido).</p> <p>Após esse primeiro momento partiremos para o problema proposto, que será: “utilizando a equação da velocidade, os dados da velocidade encontrada dos carrinhos e um tempo que o carrinho mais veloz levou para chegar ao final da pista, qual a distância que cada carrinho deve ser solto para que cheguem juntos a linha de chegada”.</p> <p>Depois cada equipe mostrara seu resultado e testará sua resposta nos carinhos. Ao final da aula os alunos irão responder a um questionário composto por 3 questões.</p>	
AVALIAÇÃO	
Questionário	
6- Encontrou as distâncias usando qual equação?	

- |  |
|--|
| 7- Quais dados usou para encontrar as distâncias pedidas?<br>8- Qual a unidade de medida de tempo e de distância que utilizou? |
|--|

REFÊRENCIA
------------

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. <b>Experiências em Ensino de Ciências</b> , v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.
---

PLANO DE AULA – 07
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:

TEMA
CINEMATICA

OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimular os alunos a comunicarem seus argumentos sobre o tema em forma oral e com registros escritos;</li> <li>• Utilizar as informações obtidas para justificar suas ideias;</li> <li>• Debater a relação entre as grandezas presentes na equação da velocidade e definir o conceito de movimento retilíneo uniforme.</li> </ul>

DURAÇÃO
50 minutos

RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>

METODOLOGIA
<p>Nesta aula vamos utilizar os dados das velocidades descobertas pelos alunos na aula anterior. Montaremos uma roda de conversa em que será permitido que os alunos conversem sobre as suas escolhas para solução do problema, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema.</p> <p>Com o objetivo de levar o aluno a refletir sobre que ele fez, nesta aula o professor irá intervir com perguntas do tipo "<i>como vocês conseguiram encontrar as velocidades?</i>", "<i>como conseguiram encontrar a distância final que o carrinho tinha que percorrer?</i>" e "<i>Porque vocês acham de deu certo com os materiais utilizados?</i>".</p> <p>Durante a conversa, definiremos alguns pontos importantes sobre o conceito de movimento retilíneo uniforme. Serão definidos tais pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidade constante: Perguntas norteadoras: “os valores das velocidades encontradas são parecidos?” e “como chamamos ao que se repete continuamente?”</li> <li>• Movimento em linha reta: Pergunta norteadora: “como podemos definir o movimento do carrinho?”.</li> </ul>

- Equação horária do espaço:  
Pergunta norteadora: “qual a forma da equação que utilizaram para encontrar o espaço que o carrinho deveria percorrer?”.

Durante a tentativa de explicação do que fizeram e o porquê as estratégias utilizadas deram certo, os alunos utilizarão explicações causais, e essas explicações levarão à procura de uma palavra, um conceito que explique o fenômeno. Nesse momento, será inserido através do intermédio do professor algumas palavras científicas para a ampliação do vocabulário científico dos alunos.

Todas as observações devem ser transcritas no quadro.

Ao final da aula os alunos irão responder a dois questionários, um sobre os conceitos aprendidos e um contendo algumas aplicações.

## AValiação

### Questionário

- 9- Quais conceitos novos você aprendeu nesta aula?  
10- Qual a equação horária do espaço?  
11- Defina o(s) critério(s) para que o movimento seja chamado de movimento retilíneo uniforme.

### Questionário

- 1 - Um ônibus passa pelo km 30 de uma rodovia as 06 horas, e as 09 h 30 min passa pelo km 240. Qual a velocidade do ônibus nesse intervalo de tempo?
- a) 50 km/h.  
b) 70 km/h  
c) 60 km/h  
d) 70 cm/s.
- 2 - Um aluno sai de casa às 06 h 30 min e chega na escola as 07h, sendo que a distância da casa é de 4 km.
- a) Quanto tempo ele gasta de casa até a escola?  
b) Qual a velocidade dele?
- 3 - Um aluno sai da escola as 17h 30 h e chega em casa as 18h 30 min. Ele verificou que a velocidade do moto taxi que ele usa para ir para casa é de 60 km/h. Qual a distância entre a escola e a casa do aluno?
- 4 - Levando em consideração dois alunos que saem ao mesmo tempo, um da frente das lojas Americanas e outro da frente do supermercado Líder e chegam juntos a escola Aracy Alves.
- a) Podemos afirmar que as velocidades dos dois são iguais durante o percurso até a escola? Explique com suas palavras.  
b) O deslocamento dos dois é igual? Explique com suas palavras.

## REFêRENCIA

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

PLANO DE AULA – 08
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:

TEMA
CINEMATICA

OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer uma relação da fórmula com o cotidiano.</li> <li>• Expressar através da escrita e desenho as experiências vividas durante o experimento.</li> </ul>

DURAÇÃO
50 minutos

RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>

METODOLOGIA
<p>Esta aula será dividida em etapas.</p> <p>No primeiro momento trarei alguns exemplos de onde se usa a fórmula do movimento retilíneo uniforme no cotidiano dos alunos.</p> <p>No segundo momento pedirei para que cada um deles escreva e faça um desenho do que aprenderam no decorrer das aulas.</p> <p>Esse registro deve ser solicitado para que o aluno busque expressar pela escrita e/ou desenho os principais aspectos vivenciados durante o experimento.</p> <p>Para facilitar a compreensão da atividade, será entregue aos alunos um pequeno roteiro para eles se basearem (obs.: o roteiro será entregue de forma opcional ao aluno, ele escolhe se quer ou não seguir.)</p> <p>Roteiro</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Principais descobertas:</li> <li>5. Conceitos aprendidos:</li> <li>6. Produza um pequeno texto explicando todas as atividades de hoje e suas experiências em cada uma delas:</li> </ol>

AVALIAÇÃO
-----------

A avaliação será feita através da análise do relato escrito/desenhado.
--

REFÊRENCIA
------------

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. <b>Experiências em Ensino de Ciências</b> , v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.
---

<b>PLANO DE AULA – 09</b>
---------------------------

Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:
--

<b>TEMA</b>
-------------

CINEMATICA
------------

<b>OBJETIVOS</b>
------------------

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender como montar um gráfico.</li> <li>• Utilizar os dados obtidos no experimento para entender o comportamento do carrinho.</li> </ul> |
|--|

<b>DURAÇÃO</b>
----------------

50 minutos
------------

<b>RECURSOS</b>
-----------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro branco.</li> <li>• Pilotos e apagador.</li> </ul> |
|---|

<b>METODOLOGIA</b>
--------------------

<p>O material investigativo a ser conhecido pelos alunos será o gráfico. Portanto, nesta aula será mostrado como visualizar os dados da tabela de distância e de tempo em forma de gráfico.</p>
---

<p>Primeiramente será pedido para que os alunos repitam as medidas de tempo e espaço percorrido pelo carrinho menos veloz, de forma análoga há como fizeram na aula 5. Depois utilizando os dados deles, será mostrado em que região do gráfico de movimento retilíneo uniforme se localiza cada uma das medidas (no eixo y a distância e no eixo x o tempo).</p>
---

<p>Demonstrar como plotar cada um dos dados e que eles devem ser equidistantes entre si e mostrar os pontos formados.</p>
---

<p>Depois os alunos deverão repetir todo o processo para o segundo carrinho, coleta de dados e confecção do gráfico.</p>
--

<p>No final da aula eles responderão a um questionário.</p>
---

<b>AVALIAÇÃO</b>
------------------

Questionário
--------------

12- Quais dados estão plotados no eixo y e quais estão no eixo x?
---

13- O que são os pontos?
--------------------------

14- Qual o comportamento do gráfico?
--------------------------------------

REFÊRENCIA
------------

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. <b>Experiências em Ensino de Ciências</b> , v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.
---

PLANO DE AULA -10
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:
<b>TEMA</b>
CINEMATICA
<b>OBJETIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar as informações obtidas para compreender o comportamento dos carrinhos.</li> <li>• Construir as tabelas e gráficos do movimento retilíneo uniforme dos carrinhos.</li> </ul>
<b>DURAÇÃO</b>
50 minutos
<b>RECURSOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 carrinhos.</li> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>
<b>METODOLOGIA</b>
<p>Nesta aula vamos dividir a turma em dois grupos e lhes apresentar a questão investigativa dessa etapa, que será “A partir do gráfico, qual será o comportamento de cada carrinho após se passarem 20s, 40s, 60s e 80s? Esboce um gráfico para cada carrinho”.</p> <p>Será entregue a eles papeis, onde eles decidirão as proporções do gráfico.</p> <p>Será testado se o resultado deles está correto usando os carrinhos.</p>
<b>AVALIAÇÃO</b>
A avaliação será feita através da análise dos gráficos montados por eles.
<b>REFÊRENCIA</b>

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

PLANO DE AULA - 11
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:

TEMA
CINEMATICA

OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar seus argumentos sobre o tema em forma oral.</li> <li>• Compreender a importância da utilização do uso dos gráficos para o estudo dos movimentos.</li> </ul>

DURAÇÃO
50 minutos

RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro branco</li> <li>• Pilotos e apagador</li> </ul>

METODOLOGIA
<p>Nesta aula, será montado uma roda de conversa, onde será permitido que os alunos conversem, comparem o que fizeram e o que pensaram para resolver o problema da aula anterior.</p> <p>Com o objetivo de levar o aluno a repensar no que ele fez, nesta aula o professor irá intervir com perguntas do tipo "<i>o que você(s) fizeram para alcançar os resultados pedidos?</i>", "<i>como você(s) conseguiu resolver o problema?</i>".</p> <p>Durante a conversa, definiremos alguns pontos importantes sobre o uso do gráfico para a compreensão do movimento retilíneo uniforme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O que o gráfico feito por eles representa. Nesse momento o professor deverá instruí-los a forma correta de expressar cientificamente o está ocorrendo no gráfico, quais as grandezas estão envolvidas no movimento do carrinho, mostrando sua posição em função do tempo.</li> <li>• A velocidade está implícita no gráfico. Será enfatizado que a velocidade está presente e que pode ser calculada a partir dos dados contidos no gráfico.</li> <li>• Uma equação do primeiro grau pode representar a posição do carrinho ou de qualquer objeto em movimento uniforme (velocidade constante).</li> <li>• Como realizamos a leitura de um gráfico. Será utilizado uma imagem e pedido para que eles realizem a leitura do gráfico. O gráfico a seguir representa o</li> </ul>

movimento retilíneo uniforme onde “S” simboliza a posição do objeto que partiu do ponto “S<sub>0</sub>” com velocidade constante e o movimento está em função do tempo “t”.

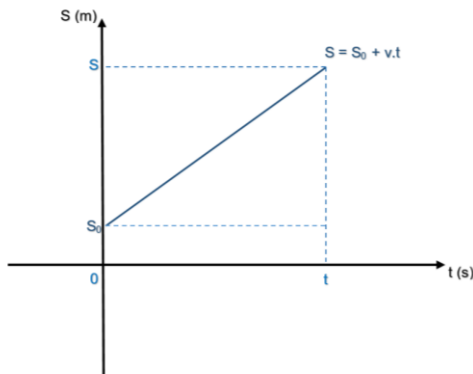


FIGURA 1: Gráfico da posição em função do tempo.

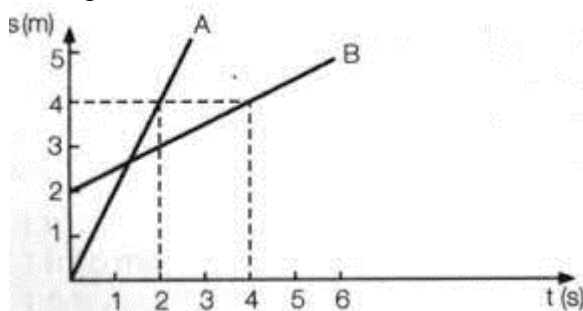
Durante a tentativa de explicação os alunos utilizarão explicações causais, e essas explicações levarão à procura de uma palavra, devido a isso, o professor deverá intervir com a finalidade de possibilitar a eles aprenderem a falar de forma científica.

Ao final da aula os alunos irão responder a um questionário composto por duas questões.

## AVALIAÇÃO

### Questionário

15- O gráfico a seguir relaciona a posição de dois móveis, em metros, com o tempo, em segundos. Qual a velocidade do móvel A e B?



16- A tabela fornece, em vários instantes, a posição s de um automóvel em relação ao início da estrada (s=0m) em que se movimenta.

S (m)	10	20	30	40	50
T (s)	0	20	40	60	80

- Monte um gráfico com os pontos da tabela.
- A partir do gráfico, como podemos classificar o movimento desse automóvel?

**REFÊRENCIA**

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

PLANO DE AULA - 12
Professor: Disciplina: Física Escola: Data: Turma:

TEMA
CINEMATICA

OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fazer uma relação do conceito de movimento retilíneo uniforme com o cotidiano.</li> <li>Expressar através da escrita e desenho as experiências vividas.</li> </ul>

DURAÇÃO
50 minutos

RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Quadro branco</li> <li>Pilotos e apagador</li> </ul>

METODOLOGIA
<p>Esta aula será dividida em etapas.</p> <p>No primeiro momento trarei alguns exemplos de onde o conceito de movimento retilíneo uniforme está presente no cotidiano dos alunos.</p> <p>No segundo momento pedirei para cada um deles escreva e desene o que aprenderam no decorrer das aulas.</p> <p>Esse registro deve ser solicitado para que o aluno busque expressar pela escrita e/ou desenho os principais aspectos vivenciados durante o experimento.</p> <p>Para facilitar a compreensão da atividade, será entregue aos alunos um pequeno roteiro para eles se basearem (obs.: o roteiro será entregue de forma opcional ao aluno, ele escolhe se quer ou não seguir.)</p> <p>Roteiro</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Principais descobertas:</li> <li>Conceitos aprendidos:</li> <li>Produza um pequeno texto explicando todas as atividades de hoje e suas experiências em cada uma delas:</li> </ol>

**AVALIAÇÃO**

A avaliação será feita através da análise do relato escrito e desenhado dos alunos.

**REFÊRENCIA**

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

## **APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **Termo de consentimento livre e esclarecido (pais ou responsáveis)**

Você está sendo consultado sobre a participação do seu (sua) filho (a), como voluntário, em uma pesquisa educacional. Este estudo, pretende investigar a aprendizagem de conceitos científicos em Física, relacionados ao conteúdo de movimento uniforme. Pretendemos verificar se a nossa metodologia de trabalho experimental ajuda na aprendizagem dos estudantes. Durante um tempo de aproximadamente 3 dias, seu (sua) filho (a) participará de uma oficina em horário diferente das aulas na escola. Durante essa oficina seu (sua) filho (a) irá manipular experimentos em laboratório de física relacionados ao conteúdo de movimento uniforme e irá responder a um questionário com questões discursivas abordando o conteúdo. Por se tratar de uma pesquisa, pretende-se que as atividades da oficina sejam filmadas.

O seu (sua) filho (a) não terá nenhum benefício direto pela sua participação ao responder às questões que lhe serão apresentadas. Os benefícios serão úteis para a investigação da aprendizagem de Física no Ensino Médio. Caso não queira participar da pesquisa isso não acarretará em nenhum tipo de punição. Em caso de dúvida sobre os procedimentos que estamos usando, você pode entrar em contato com o pesquisador e com a orientadora da pesquisa. Os conhecimentos resultantes desta pesquisa serão divulgados em um TCC - Trabalho de Conclusão de Curso.

Título do projeto: Ensino de cinemática por investigação usando robótica.

Pesquisadora responsável: Joicy Beatriz de Souza Nunes.

Telefone para contato: (91) 98909-7577.

## CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu li e entendi os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para autorizar ou não a participação de meu (minha) filho (a) no projeto e que posso interromper a participação dele a qualquer momento. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Salinópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Nome por extenso: \_\_\_\_\_

Nome do Filho: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_