

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CAMPUS DE BACABAL- CCBA  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS- FÍSICA

ERIVAN SAMPAIO CARNEIRO

**A Teoria da Aprendizagem Significativa Aplicada ao Movimento Retilíneo  
Uniforme com Robótica Educacional como Elemento Motivacional**

ERIVAN SAMPAIO CARNEIRO

**A Teoria da Aprendizagem Significativa Aplicada ao Movimento Retilíneo  
Uniforme Com Robótica Educacional como Elemento Motivador**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Naturais-  
Física da Universidade Federal do Maranhão, como pré-requisito à  
obtenção do título de licenciado em Ciências Naturais – Física.

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sampaio Carneiro, Erivan.

A Teoria da Aprendizagem Significativa Aplicada ao Movimento Retilíneo Uniforme com Robótica Educacional como Elemento Motivacional / Erivan Sampaio Carneiro. - 2025.  
62 p.

Orientador(a): Guillermo Lazar Mentech.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais - Física, Universidade Federal do Maranhão, Bacabal, 2025.

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Robótica Educacional. 4. Velocidade Média; Movimento Uniforme. 5. Movimento Uniforme. I. Lazar Mentech, Guillermo. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Orientador: Prof. Dr. Guillermo Lazar Mentech

---

Prof. Dr. Guillermo Lazar Mentech

---

Profa. Me. Lucélia Caroline Ferreira Brandão

---

Prof. Dr. Joel Felix Silva Diniz Filho

Dedico este trabalho a Deus, por ser minha fonte de força, sabedoria e perseverança em todos os momentos desta caminhada.

Aos meus pais, pelo exemplo de dedicação, pelos valores que me ensinaram e pelo apoio incondicional em cada etapa da minha vida.

À minha esposa, pela paciência, compreensão e incentivo constantes, mesmo diante das ausências e desafios enfrentados ao longo desta jornada.

Agradeço também a todos os meus professores que ao longo desta jornada contribuíram na minha formação.

Sem o amor, a fé e o suporte de vocês, este trabalho não seria possível.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a fonte de inspiração, força e sabedoria em todos os momentos da minha vida. Sem sua presença constante e misericórdia, nada do que aqui foi realizado teria sido possível.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo exemplo de dignidade e pelo apoio constante em minha trajetória pessoal e acadêmica. Foram eles que me ensinaram, desde cedo, o valor da educação, da honestidade e da perseverança.

À minha esposa, companheira fiel, pelo incentivo, paciência e compreensão nos momentos de ausência e dedicação intensa a este trabalho. Sua presença foi fundamental para que eu não desistisse diante das dificuldades.

Aos meus amigos, que de diversas formas colaboraram com palavras de apoio, troca de ideias e momentos de descontração que tornaram esta caminhada mais leve.

À instituição em que estudo, por oferecer condições para a realização desta pesquisa, pela infraestrutura e pelo compromisso com a formação acadêmica de qualidade.

Aos professores, pela dedicação incansável, pela transmissão de conhecimento e, sobretudo, por serem fontes de inspiração e motivação para a minha formação profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta jornada, deixo registrado meus sinceros agradecimentos.

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria o seguinte:  
o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine-o a partir daí.”  
— *David Ausubel*

## RESUMO

Neste trabalho monográfico, discute-se a aprendizagem da Física no ensino médio que enfrenta desafios significativos, especialmente devido à abordagem tradicional baseada na memorização de fórmulas e na exposição teórica, o que pode levar à desmotivação dos alunos. Partimos da seguinte questão: como promover uma aprendizagem significativa usando a robótica educacional como meio motivador para o ensino dos conceitos de velocidade média e movimento uniforme? O estudo buscou compreender e analisar a aprendizagem significativa voltada para a abordagem dos conceitos físicos de velocidade escalar média e movimento retilíneo uniforme, alinhada aos princípios da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel. A abordagem metodológica partiu de pesquisas bibliográficas, documental e de campo. Os resultados indicaram que houve uma aceitação nessa experiência e promoveu um ambiente de aprendizagem ativa, onde os alunos puderam construir o conhecimento a partir de conexões concretas com suas próprias vivências. Vale destacar também que os dados coletados permitiram avaliar o impacto da metodologia proposta na compreensão dos conceitos físicos pelos alunos, tornando o ensino da Física mais acessível, dinâmico e motivador.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Aprendizagem Significativa; Robótica Educacional; Velocidade Média; Movimento Uniforme.



## ABSTRACT

This monographic work discusses the learning of Physics in high school, which faces significant challenges, especially due to the traditional approach based on memorization of formulas and theoretical exposition, which can lead to students' lack of motivation. The following guiding question was posed: how can meaningful learning be promoted by using educational robotics as a motivating tool for teaching the concepts of average speed and uniform motion? The study sought to understand and analyze meaningful learning focused on the approach to the physical concepts of average scalar velocity and uniform rectilinear motion, aligned with the principles of David Paul Ausubel's Meaningful Learning Theory. The methodological approach included bibliographic, documentary, and field research. The results indicated that this experience was well accepted and fostered an active learning environment, where students were able to construct knowledge through concrete connections with their own experiences. It is also noteworthy that the collected data allowed an evaluation of the impact of the proposed methodology on students' understanding of physical concepts, making Physics teaching more accessible, dynamic, and motivating.

**Keywords:** Physics teaching; Meaningful learning; Educational robotics; Average speed; Uniform motion.

## LISTA DE SIGLAS

CERB	Centro de Ensino Rui Barbosa
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
VEM	Velocidade Escalar Média

## LISTA DE IMAGENS

Figura 1: David Paul Ausubel (1918-2008)

Figura 2: Conversão de unidades de medidas

Figura 3: Representação do Movimento Uniforme, disponível em:  
<https://blogdoenem.com.br/exercicios-sobre-movimento-uniforme/>

Figura 4: Movimento Uniforme Progressivo

Figura 5: Movimento Uniforme Retrogrado

Figura 6: Gráfico da velocidade x tempo

Figura 7: Gráfico da posição x tempo para  $v > 0$

Figura 8: Gráfico da posição x tempo para  $v < 0$

Figura 9: Gráfico da posição x tempo

Figura 10: Avaliação Diagnóstica

Figura 11: Aula Online: Conceitos de Física

Figura 12: Aula Online: Conceitos de Física

Figura 13: Aula Expositiva

Figura 14: Tabela Com Dados do Carro A

Figura 15: Tabela Com Dados do Carro B

Figura 16: Tabela da Posição de Ultrapassagem

Figura 17: Placa Microcontrolador Arduino Nano

Figura 18: Ponte H L298N Mini

Figura 19: Motor DC 6V com caixa de redução

Figura 20: Motor DC 6V

Figura 21: Módulo Bluetooth HC-06

Figura 22: Bateria 18650

Figura 23: Jumpers (Fios de Conexão)

Figura 24: Módulo Carregador de Bateria (TP4056)

Figura 25: Buzzer (Dispositivo Sonoro)

Figura 26: Montagem da placa do carro

Figura 27: Sistema de tração do carro A

Figura 28: Aula de Movimento Retilíneo Uniforme

Figura 29: Carro B

Figura 30: Carro A

Figura 31: Experiencia da ultrapassagem

Figura 32: Turma 1ª ano 2025

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 TEORIA DA APRENDIZAGEM DE AUSUBEL.....</b>	<b>15</b>
2.1 Biografia de David Paul Ausubel.....	15
2.2 Conceito de Aprendizagem Significativa.....	16
2.2.1. Conceito de Subsúncos.....	17
2.3 Condições necessárias para Aprendizagem Significativa.....	18
2.3.1 Material para Aprendizagem Significativa.....	19
2.3.2 Predisposição para aprender.....	19
2.4 Tipos de Aprendizagem Significativa.....	20
2.4.1 Aprendizagem Representacional.....	20
2.4.2 Aprendizagem Conceitual.....	21
2.4.3 Aprendizagem Proposicional.....	21
<b>3 ROBÓTICA EDUCACIONAL.....</b>	<b>22</b>
<b>4 VELOCIDADE ESCALAR E MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME.....</b>	<b>24</b>
4.1 O que é Velocidade Escalar Média.....	24
4.2 O que é Movimento Retilíneo Uniformemente.....	26
4.3 Equação Horária do Movimento Uniforme.....	28
4.4 Gráficos do Movimento Uniforme.....	29
4.4.1 Gráfico da velocidade em função do tempo.....	30
<b>5 RESULTADO DA PESQUISA.....</b>	<b>34</b>
5.1 Levantamento dos conhecimentos prévios e Apresentação da Proposta.....	34
5.2 Aula Prévia.....	36
5.3 Abordagem Teoria e Introdução a Tecnologia do Carro.....	38
5.4 Demonstração, experimentação e consolidação do conteúdo.....	40
5.5 Avaliação após a aplicação da Teoria de Aprendizagem Significativa.....	45
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino no Brasil enfrenta desafios de diversas ordens, em se tratando do ensino de Física a situação, muitas vezes, fica ainda mais agravada, devido, em vários contextos escolares, a Física ser encarada como uma disciplina distante da realidade dos alunos e de difícil entendimento, além da abordagem da linguagem matemática na descrição dos fenômenos físicos que pode levar à falta de motivação para estudarem Física adequadamente. Conforme dados divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) sobre o PISA 2022, publicado em dezembro de 2023, o Brasil se encontra abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD, entre os 81 participantes, o Brasil ocupou a 65ª posição em matemática e a posição 62ª em ciências, (BRASIL, 2023).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio [1], afirmam que:

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado (Brasil, 2000, p. 22).

Da citação supracitada, podemos compreender que, em diversos contextos educacionais, os estudantes de conceitos e procedimentos que não compreendem, assumem uma postura voltada predominantemente para a memorização dos conteúdos, com a finalidade resolver futuros exercícios em trabalhos e provas de participação obrigatória, em prejuízo de uma melhor compreensão dos fenômenos físicos estudados.

No entanto, é importante destacar que essa postura assumida pelo estudante não pode ser analisada como sendo de sua inteiramente da sua responsabilidade, pois o processo de ensino-aprendizagem é uma responsabilidade compartilhada, é papel do professor, fazendo uso da didática e metodologia adequada, promover condições que possibilitem a construção de aprendizagens significativas.

Ante o exposto, se faz necessário pensar as aulas de Física de modo que tenha significado na vida do aluno, com desafios que despertem seu interesse, motivação e participação ativa nas aulas. Dessa forma, podemos falar em uma aprendizagem significativa na vida do aluno, capaz de articular os conhecimentos adquiridos na sala de aula com o seu cotidiano, tendo em vista que o aluno ao entrar na escola, não chega desprovido de conhecimentos, mas detém

conhecimentos prévios que resultam de experiências vividas no cotidiano da vida familiar e social. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio [1],

O jovem não inicia a aprendizagem escolar partindo do zero, mas com uma bagagem formada por conceitos já adquiridos espontaneamente, em geral mais carregados de afetos e valores por resultarem de experiências pessoais (Brasil, 2000, p. 82).

Assim, a metodologia da Aprendizagem Significativa proposta pelo psicólogo e pedagogo David Paul Ausubel (1918-2008), se apresenta como uma possibilidade de superar as dificuldades enfrentadas por professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. Pois defende a construção do conhecimento novo a partir dos conhecimentos que o aluno já sabe.

Vejamos a definição de metodologia ativa no livro de MOREIRA [2],

É o processo por meio do qual novas informações adquirem significado por interação (não associação) com aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva, os quais, por sua vez, são também modificados durante esse processo (MOREIRA, 2006, p. 38).

Diante do exposto, é evidente que na teoria da aprendizagem de Ausubel, os conhecimentos prévios são fundamentais para que ocorra a ancoragem de novos conhecimentos na estrutura cognitiva do aluno. Além disso, essa ancoragem também ocorre por interação e não assimilação. Por interação, entendemos que esses conhecimentos se modificam numa relação transformadora e enriquecedora que faz sentido no mundo real, diferente da relação de associação, em que as ideias são postas mecanicamente uma ao lado da outra sem reconhecer seu significado no mundo real.

Neste Trabalho de Conclusão de Curso, será abordada a metodologia da Aprendizagem Significativa de David Ausubel com os recursos da Robótica Educacional, como elemento motivacional no ensino dos conteúdos de velocidade escalar média e movimento retilíneo uniforme, na turma de 1º ano do Ensino Médio no Centro de Ensino Rui Barbosa, localizado na cidade de Vitorino Freire - MA.

Ao utilizar a robótica educacional como uma ferramenta para estimular a Aprendizagem Ativa e Significativa, partindo dos preceitos da Teoria da Aprendizagem, se busca um ensino de Física que desperte o interesse e a curiosidade dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais envolvente e cativante.

Com base nesse cenário, o tema Robótica Educacional no Ensino de Física foi escolhido para ser abordado neste trabalho, por observar as dificuldades que os alunos do Ensino Médio têm em compreender os conteúdos de Física através de aulas teóricas e treinos na resolução de

questões, o que leva à desmotivação e conseqüentemente baixa aprendizagem e notas baixas nas avaliações.

Essa constatação decorreu da observação atitudinal dos alunos ao longo da experiência como professor, onde a maior preocupação é com provas, não havendo discussão de interesse pela aprendizagem em física entre os discentes, essa observação é reforçada pelas declarações dos próprios alunos em sala de aula e nos pré-conselhos de classe, realizado ao final de todo bimestre letivo, onde requerem mais aulas dinâmicas nas matérias estudadas.

A presente pesquisa teve como objetivo analisar a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, utilizando a robótica educacional como elemento motivador no processo de ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio. Especificamente, identificar os princípios da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e sua aplicabilidade no contexto escolar; compreender como a robótica educacional pode motivar os alunos na compreensão e aplicação de conceitos de Física; avaliar a relevância da aplicabilidade da sequência didática, destacando o engajamento, a motivação e a participação dos estudantes.

A abordagem metodológica utilizada deu-se através de pesquisa bibliográfica, documental, de campo e aplicação de uma sequência didática, com o objetivo de compreender o processo de ensino aprendizagem a partir da perspectiva da teoria da aprendizagem significativa, utilizando a robótica educacional como elemento motivador no ensino de Física. A referida pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino, C. E Rui Barbosa, no município de Vitorino Freire - MA, com uma turma de 1º ano do Ensino Médio.

O presente trabalho é composto por quatro capítulos, além da introdução e das considerações finais. O segundo capítulo aborda a teoria de Aprendizagem de Ausubel, destacando a biografia, os conceitos e as condições necessárias para que essa aprendizagem aconteça.

O terceiro capítulo destaca a robótica educacional como uma tecnologia aplicada ao contexto escolar, destacando suas definições e principais características pedagógicas. Evidencia ainda seu potencial para tornar as aulas de Física mais dinâmica, tangível e dessa forma, ressaltando seu potencial motivador na aprendizagem significativa.

O quarto capítulo aborda os conteúdos de velocidade escala média e movimento retilíneo uniforme trabalhados em sala de aula com a turma de 1º ano do Ensino Médio.

No quinto se encontra o resultado desta pesquisa, a análise dos impactos da aplicação de uma sequência didática utilizando a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, com



auxílio da robótica educacional como elemento motivador para o ensino de Física dos conteúdos: Velocidade Escalar Média e Movimento Uniforme.

## **2 TEORIA DA APRENDIZAGEM DE AUSUBEL**

O presente capítulo inicia sintetizando a biografia de David Paul Ausubel, o psicólogo idealizador da Teoria da aprendizagem significativa formulada na década de 1960. Logo após, são abordadas características na concepção do próprio autor, condições necessárias para aprendizagem significativa e os tipos de aprendizagem.

### **2.1 Biografia de David Paul Ausubel**

David Paul Ausubel (1918-2008), foi um psicólogo e educador norte-americano, nascido em 25 de outubro de 1918 em Nova York (EUA) e falecido em 9 de julho de 2008. Foi professor Emérito da Universidade de Columbia em Nova York. Tornou-se conhecido mundialmente por suas contribuições à Psicologia da Educação, especialmente pela formulação da TAS. Formado inicialmente em Medicina, voltou-se posteriormente para a Psicologia, obtendo seu doutorado pela Universidade de Columbia, onde também atuou como professor e pesquisador (MOREIRA, 2011) [3].

Vale destacar que Ausubel é amplamente reconhecido pela formulação da Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida a partir da década de 1960. Essa teoria sustenta que a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando o novo conteúdo apresentado é relacionado de forma substantiva e não arbitrária aos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Ou seja, o aprendizado se torna significativo quando a nova informação é ancorada em conceitos previamente adquiridos (MOREIRA, 2011) [3].

Ausubel chegou ao conceito de aprendizagem significativa a partir de suas críticas ao ensino tradicional baseado na memorização mecânica. Ele observava que muitos alunos conseguiam repetir informações, mas não compreendiam os conceitos, nem conseguiam aplicá-los em novas situações ou explicá-los com suas próprias palavras.

Foi influenciado pela psicologia cognitiva, que enfatiza os processos mentais como: compreensão, organização do conhecimento, memória e significação dos conteúdos. Se distanciou tanto do behaviorismo quanto de teorias exclusivamente construtivistas baseadas apenas na descoberta.

**Figura 1: David Paul Ausubel (1918-2008)**



Fonte: Google imagens, 2025

## **2.2 Conceito de Aprendizagem Significativa**

É uma teoria que foi desenvolvida, a partir de perspectiva inovadora sobre os processos de ensino e aprendizagem. Diferente da aprendizagem tradicional, mecânica, que se baseia na memorização repetitiva e descontextualizada, a aprendizagem significativa permite que o estudante relacione os conhecimentos prévios com novas informações produzindo novos conhecimentos.

Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia e sim como contínuo. Da mesma forma, essa distinção não deve ser confundida com a distinção de aprendizagem por descoberta - metodologia ativa e aprendizagem por recepção- metodologia passiva. (MOREIRA,1995, p.154) [4].

Todavia, Ausubel, embora diferencie a aprendizagem mecânica da aprendizagem significativa não irá contrapor essa teoria, tendo em vista que a criança ao iniciar sua vida escolar, ela ainda não tem esse conhecimento prévio e nessa situação a teoria mais indicada é a mecânica, pois é uma aprendizagem de novas informações sem conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva da criança.

No entanto, Ausubel defende que a aprendizagem só será verdadeiramente eficaz quando “o novo conhecimento se relaciona de forma substancial e não arbitrária com os conhecimentos prévios do aprendiz” (AUSUBEL, 1968).

Entendendo que substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitraria significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p.13) [3].

De acordo com Ausubel, a aprendizagem só vale a pena, quando o aluno consegue ampliar e reconfigurar aquilo que ele recebe. Partindo dessa perspectiva o referido autor considera dois momentos importantes: primeiramente, o aluno chega à escola com algum aprendizado, onde devemos considerar a realidade trazida pelo aluno. Posteriormente, ampliar esse conhecimento com informações fornecidas pelo professor, os livros e o contexto social. Fazendo essa junção teremos a ampliação e reconfiguração da aprendizagem. Dessa forma, a aprendizagem é influenciada por aquilo que o aluno já sabe. “Descubra isso e ensine-o a partir daí” (AUSUBEL, 1968, p. 128) [5].

Ainda, de acordo com Ausubel o papel do aluno é de suma importância para que aconteça o processo de aprendizagem, pois é a partir da predisposição do aluno em aprender e dos seus conhecimentos prévios que as novas informações farão sentido, serão organizadas, produzindo um novo conhecimento. Nessa abordagem, o aluno deixa de ser um receptor passivo de informações e passa a ter um papel ativo no processo de construção do conhecimento.

Parafraseando Solé (2004, p. 68) [6],

Sendo importantes as condições relativas ao material que é objeto de conhecimento, a possibilidade de atribuir-lhe significado depende da presença e da ativação de conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno. Assim, não se podem entender separadamente a lógica do material e os conhecimentos prévios; a aprendizagem significativa se produzirá na proporção em que esses dois aspectos se ajustem entre si (...) O aluno deve querer compreender, isto é, estabelecer relações substanciais entre os novos conteúdos de aprendizagem e o que já sabe.

Neste sentido é importante realizar um estudo que apresente resultados de uma aprendizagem significativa, pois se acredita que ela é fundamental para o professor atingir o seu papel na escola e para a construção do conhecimento do aluno.

### 2.2.1. Conceito de Subsunções

De acordo com Moreira (2011, p.14),

[...] subsunção é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles [3].

Nesse sentido, subsunçores são os conhecimentos prévios (conceitos, proposições ou ideias) estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e podem se relacionar e dar significados a outros conhecimentos.

Como por exemplo, imagine que o professor de Física irá expor uma aula sobre a Primeira Lei de Newton, e relata uma experiência de estar em um carro em movimento e sente seu corpo sendo jogado para frente quando o veículo freia de repente. O professor inicia o questionamento "O que acontece com seu corpo quando o ônibus para bruscamente?" e "Você já sentiu como se seu corpo quisesse continuar em movimento?". A partir das respostas, o professor ativa o subsunçor. Esse exemplo é usado em sala de aula como âncora conceitual para introduzir o conceito de inércia.

Portanto, o referido exemplo reforça a ideia de que o aprendizado não é apenas a memorização de informações isoladas, mas um processo de construção de significados com base no que já foi assimilado. Essa aprendizagem ativa, que faz sentido para o aluno. O professor passa o conteúdo, o aluno ao receber o conhecimento ele irá fazer uma ligação com os conhecimentos que ele possui. Esta ponte ele chama de ancoragem e os conhecimentos prévios ele chama de subsunçores.

Diante do exposto, cabe a partir de agora apresentar mais detalhes da teoria de aprendizagem. Assim, abordaremos as condições necessárias para a Aprendizagem Significativa ser efetivada, trazer sentido para o processo de aprendizagem.

### **2.3 Condições necessárias para a Aprendizagem Significativa**

Para que ocorra uma aprendizagem significativa algumas condições devem ser cumpridas. Por exemplo, a nova informação a ser incorporada tem que ser relacionável com as informações presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, de maneira não-arbitraria e substantiva (MOREIRA, 1999) [7].

Essa citação reforça um dos princípios centrais da Teoria da Aprendizagem Significativa, ao destacar que a aprendizagem não ocorre de forma automática ou espontânea, mas depende do cumprimento de condições específicas. Entre essas condições, destaca-se a necessidade de que a nova informação possa ser relacionada aos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, os quais funcionam como âncoras conceituais para a assimilação do novo conteúdo.

### 2.3.1. Material de Aprendizagem Significativa

Para um material ser considerado potencialmente significativo é necessário que este material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, etc.) tenha significado lógico, seja relacionável de maneira não arbitrária e não literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante (MOREIRA, 2011) [3],

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ... Pois o significado está nas pessoas, não nos materiais (MOREIRA, 2011, p. 25).

Entretanto, esse material fará sentido quando for logicamente estruturado com organização, clareza e coerência, e para isso é necessário que o material seja bem planejado e sistematizado para chegar ao aluno com essa estrutura ideal, com o objetivo de fazer sentido para o aluno, relacionando de forma compreensiva ao que ele já sabe. Ou seja, a aprendizagem só fará sentido quando o aluno conseguir dar sentido ao novo conteúdo com base em seus conhecimentos anteriores.

Portanto, realizar esse elo entre o conhecimento prévio com um novo conhecimento para o aluno é um processo desafiador, ao mesmo tempo gratificante porque a partir do momento que o aluno tem consciência desse processo de aprendizagem, de forma estruturada e sistematizada e tem disponível o material adequado para estudar, ele consegue entender e dar sentido ao novo, ele busca indagações, informações, conhecimentos e assim está desenvolvendo sua participação ativa nesse processo.

### 2.3.2. Predisposição para aprender.

A segunda condição é talvez mais difícil de ser satisfeita do que a primeira: o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não- literal, a seus conhecimentos prévios. É isso que significa predisposição para aprender. (MOREIRA, 2011, p.25) [3].

Na perspectiva do autor supracitado, essa segunda condição destaca que o aluno deve estar motivado e disposto a compreender o conteúdo, debruçar sobre novas informações, assumindo uma postura ativa diante da construção do conhecimento. Essa disposição envolve mais do que atenção em sala de aula de forma expositiva, exige interesse do aluno, envolvimento e vontade de relacionar o novo conteúdo com os saberes já existentes em sua estrutura cognitiva. Sem essa atitude do educando, mesmo que o material seja potencialmente

significativo e o professor utilize boas estratégias didáticas, o processo de aprendizagem significativa pode não se efetivar.

Portanto, a predisposição para do aluno em relacionar conhecimentos é uma condição essencial para o processo de aprendizagem, pois se o mesmo tem interesse, ele busca informações, conhecimentos, questionamentos, atribui significados, contextualiza e participa de forma efetiva na construção do conhecimento.

## **2.4 Tipos de Aprendizagem Significativa**

Segundo Ausubel (2003) existem três tipos de aprendizagens significativas: a representacional (representações), a conceitual (conceitos) e a proposicional (proposições).[8]. As quais destacaremos individualmente a continuação.

### **2.4.1 Aprendizagem Representacional**

Na perspectiva de MOREIRA (2011, p. 38). A aprendizagem representacional:

É a que ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa [...]. Ainda que essa aprendizagem seja próxima a aprendizagem mecânica, ela é significativa porque o símbolo representa um referente concreto [3].

Esse tipo de aprendizagem acontece quando o aluno atribui significado a símbolos ou sinais, associando-os a objetos ou ideias já conhecidas. Por exemplo, uma criança aprende que a palavra “cachorro”, ela não tem ainda o conceito, apenas uma representação aquilo que representa o animal real. Nesse processo, a representação simbólica passa a ter um sentido específico para o aluno, servindo como base para novas aprendizagens no futuro.

Dessa forma, a aprendizagem representacional é a base inicial do processo cognitivo, possibilitando que o indivíduo atribua sentido a símbolos e sinais a partir de experiências anteriores. Ao estabelecer essas ligações entre representações e significados já conhecidos, o aluno consegue desenvolver os fundamentos necessários para avançar em níveis mais complexos de compreensão. Assim, essa é uma das etapas essenciais no desenvolvimento do conhecimento significativo.

### 2.4.2 Aprendizagem Conceitual

Na perspectiva de MOREIRA (2011, p. 39). A aprendizagem Conceitual é:

[...] quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível [3].

Esse tipo de aprendizagem ocorre quando o estudante consegue compreender e assimilar conceitos, que são ideias mais abstratas e generalizadas. Nesse caso, o novo conhecimento não é apenas uma representação, mas uma categoria que organiza e dá sentido a diferentes conhecimentos. Por exemplo, entender o que é "mamífero" exige relacionar diversas características e exemplos, como cães, gatos e humanos. Ou seja, entender um conjunto e aquele objeto é pertencente a esse conjunto.

Portanto, entender a aprendizagem conceitual envolve a compreensão e a organização de ideias mais amplas e abstratas. Pois, ao internalizar conceitos, o indivíduo não apenas reconhece símbolos, mas é capaz de relacioná-los, classificá-los e utilizá-los para interpretar novas situações.

### 2.4.3 Aprendizagem Proposicional

Na perspectiva de MOREIRA (2011, p. 39). A aprendizagem Proposicional é:

[...] dar sentido a novas ideias expressas na forma de uma proposição. As aprendizagens representacional e conceitual são pré-requisitos para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos [3].

Esse tipo de aprendizagem se refere à assimilação de ideias expressas por meio de proposições, ou seja, por meio de enunciados que afirmam algo sobre os conceitos previamente aprendidos. A compreensão envolve relacionar conceitos entre si de forma lógica. Por exemplo: referente ao exemplo de mamífero “Todo mamífero é um animal que possui glândulas mamárias.” Essa proposição depende do entendimento prévio dos conceitos de “mamífero” e “animal”.

Portanto, a aprendizagem proposicional representa um nível mais elevado do processo de conhecimento, pois exige do indivíduo a capacidade de estabelecer relações lógicas entre conceitos previamente aprendidos. Pois, ao compreender proposições, o aluno não apenas memoriza informações, mas analisa, interpreta e integra diferentes ideias em uma de forma coerente.

### 3 ROBÓTICA EDUCACIONAL

O uso das tecnologias vem ganhando espaço nas escolas, pois a educação está em constante transformação. Segundo Moran (2004) [9], o professor precisa estar preparado intelectual e emocionalmente para suprir as necessidades dos discentes e da escola quanto à realização das atividades curriculares e das propostas do projeto pedagógico com base nos recursos que as tecnologias educacionais oferecem. Essa preparação supõe, de antemão, aceitar a potencialidade e aplicabilidade delas ao menos como ferramenta pedagógica. Com o auxílio das tecnologias, os professores podem atualizar e dinamizar suas aulas de forma significativa e divertida.

Ainda de acordo com o autor supracitado (2004, p. 90), [...] as tecnologias são meio, apoio, mas com o avanço das redes, da comunicação em tempo real e dos portais de pesquisa, transformam-se em instrumentos fundamentais para a mudança na educação [9].

Nesse contexto a Robótica Educacional se apresenta como uma ferramenta tecnológica com o potencial para dinamizar e tornar as aulas mais significativas. Vilhete (2005) [10], define a Robótica Educacional como sendo o uso da automação no contexto educacional, numa abordagem que envolve a utilização de materiais de padrão comercial ou não, softwares, kits educacionais, motores e sensores de todos os tipos.

Segundo Silva (2009, p. 32, *apud* SANTOS; SILVA, 2020, p. 355) [11], “a robótica educacional caracteriza-se por um ambiente de trabalho, em que os alunos terão a oportunidade de montar e programar seu próprio sistema robótico, controlando-o através de um computador com softwares especializados”.

As ideias de Vilhete (2005) e Silva (2009) mostram a Robótica Educacional como um ambiente de aprendizagem ativa, no qual o aluno constrói e manipula seus robôs e tecnologias educacionais como aplicativos, celulares, programação, entre outras. Nesse processo a Robótica Educacional também desempenha o papel de contribuir com a aprendizagem de forma lúdica, além de provocar o interesse do aprendiz para a área de tecnologia.

Estudos e pesquisas evidenciam que a robótica tem impacto potencial no aprendizado dos alunos em diferentes áreas do conhecimento (Física, matemática, engenharia, computação e muito mais) e em relação ao desenvolvimento pessoal, incluindo cognição, metacognição e habilidades sociais, como: habilidades de pesquisa, pensamento criativo, tomada de decisão,



resolução de problema, comunicação e trabalho colaborativo (EGUCHI, 2010; BENITTI, 2012) [12].

A robótica educacional por ser uma metodologia ativa entra como um potencializador da teoria, por ser um recurso utilizado que atua como mediador do conhecimento estimula a participação e potencializa a motivação do aluno no processo de aprendizagem.

Como destaca Zilli (2004) a robótica educacional:

“possibilita ao estudante desenvolver habilidades e competências como trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico” (p. 7) [13].

Dentre as muitas vantagens pedagógicas do uso da robótica educativa, Zilli defende que a robótica educacional pode desenvolver as seguintes competências:

- Raciocínio lógico; • Habilidades manuais e estéticas; • Relações interpessoais e intrapessoais; Integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos; • Investigação e compreensão; • Representação e comunicação; • Trabalho com pesquisa; • Resolução de problemas por meio de erros e acertos; • Aplicação das teorias formuladas a atividades concretas; • Utilização da criatividade em diferentes situações; • Capacidade crítica (p.40) [13].

Dessa forma, com o desenvolvimento dessas competências, a robótica traz vantagens significativas para a aprendizagem. Na perspectiva de Ausubel, quanto mais sabemos, mais temos o desejo de buscar aprendizado. Ou seja, quanto mais o aluno sabe, quanto mais domínio, a técnica de aprendizagem ou das informações ou do contexto da aprendizagem, maior o desejo de seguir adiante, conhecer, buscar conhecimentos, questionar.

Com relação ao ensino da Física, como afirmam Silveira e Mendonça (2021) [14], a robótica aplicada ao Ensino de Física proporciona um ambiente experimental que favorece a construção de significados, pois os alunos podem verificar na prática os efeitos das leis Físicas estudadas. Essa vivência promove o que Ausubel chama de *Reconciliação Integrativa*, ou seja, a reorganização de ideias novas com os conceitos já existentes, promovendo uma compreensão mais profunda. Diante desse contexto, a Robótica Educacional se apresenta como um recurso didático para potencializar o ensino de Física, tornando as aulas mais dinâmicas, divertidas e motivadoras.

#### 4. VELOCIDADE ESCALAR E MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

Neste momento vamos abordar os conteúdos de velocidade escala média e movimento retilíneo uniforme trabalhados em sala de aula com os alunos do 1º ano do Ensino Médio. Vale

destacar que os alunos já estudaram os assuntos anteriores importantes para compreensão dos conteúdos teóricos desta sequência didática, a saber: posição, trajetória, deslocamento, ponto material e corpo extenso e movimento relativo. Para melhor compreensão abordamos o conteúdo por partes.

#### 4.1 O que é Velocidade Escalar Média

A ideia de velocidade pressupõe o quão rápido um móvel muda de posição ao longo da sua trajetória. Portanto, seja  $\Delta S = S - S_0$ , a variação de espaço do móvel e  $\Delta t = t - t_0$ , o tempo necessário para que esse deslocamento ocorra, podemos medir a velocidade média de um móvel ( $v_m$ ) calculando a razão entre o seu deslocamento e sua correspondente variação de tempo,

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}. \quad (1)$$

Podemos deduzir da equação acima que a dimensão da velocidade é a razão entre a unidade de medida de posição e a unidade de medida de tempo. Como no SI a unidade de comprimento é o metro ( $m$ ) e a unidade de medida de tempo é o segundo ( $s$ ), a unidade de medida da velocidade é o ( $m/s$ ). Outra unidade de medida bem popular é o quilômetro por hora ( $km/h$ ).

Há situação em que é conveniente converter as unidades de medida de para ou vice-versa, para tanto devemos proceder da seguinte forma:

Lembremos que  $1km = 1000 m$  e  $1 h = 3600 s$ .

$$1 \frac{km}{h} = \frac{1000 m}{3600 s}$$

$$\frac{1 km}{1 h} = \frac{1 m}{3,6 s}$$

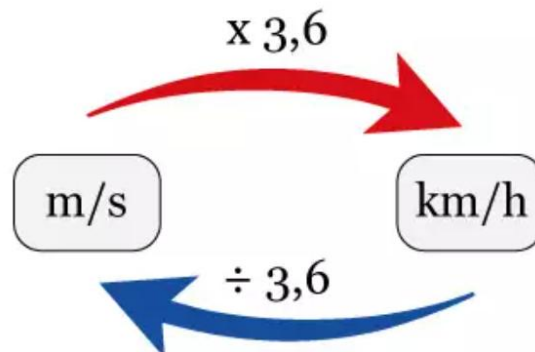
$$\frac{1 km}{1 h} = \left(\frac{1}{3,6}\right)\left(\frac{m}{s}\right)$$

$$3,6 \frac{km}{h} = 1 \frac{m}{s},$$

Ou seja:

Para converter velocidade em para bastar dividir para 3,6. De modo contrário, para converter velocidade de para, devemos multiplicar pelo fator 3,6. Como bem representado no diagrama abaixo.

**Figura 2: Conversão de unidades de medidas**



Fonte: Google imagens, 2025

É importante destacar que a velocidade média ( $v_m$ ) não calcula a velocidade do móvel em cada instante ao longo da sua trajetória, mas ao longo de um intervalo de tempo ( $\Delta t$ ). Para calcular a velocidade  $v$  em cada instante de tempo, chamada de velocidade instantânea, podemos usar a estratégia de calcular a velocidade em um intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) muito pequeno, infinitamente próximo de zero, dessa forma, a velocidade média do móvel passa ser a sua velocidade instantânea.

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

Vejamos um exemplo do cálculo da velocidade escalar média de um móvel.

Um automóvel sai de Vitorino Freire às 10h e chega à Bacaba às 11h, tendo percorrido uma distância de 72 km. Qual foi a velocidade escalar média desse automóvel?

São dados o espaço percorrido,  $\Delta S = 72 \text{ km}$ , e os instantes inicial,  $t_0 = 10h$ , e final,  $t = 11h$ .

Logo o intervalo de tempo gasto pelo automóvel é:

$$\Delta t = t - t_0$$

$$\Delta t = 11 - 10$$

$$\Delta t = 1h$$

Da definição de velocidade média:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$v_m = \frac{72}{1} \frac{km}{h}$$

$$v_m = 72 \frac{km}{h}$$

A velocidade média indica que a cada hora o automóvel percorreu uma distância de 72 km.

Vale destacar que, a velocidade média calculada, não leva em consideração os contra tempo eventualmente ocorrido ao longo do deslocamento, mas somente o intervalo de tempo entre o instante de partida e o instante de chegada, em relação a distância percorrida, calculamos com o deslocamento ocorrido no intervalo de tempo correspondente.

#### 4.2 O que é o Movimento Retilíneo Uniformemente?

Entre todos os movimentos possíveis na natureza o movimento retilíneo uniforme é o mais simples, devido as suas duas características, movimento em linha reta e com velocidade invariável.

O movimento uniforme é idealizado, pois no cotidiano, a velocidade não se mantém constante ao longo de um período, isso se observa devido a vários fatores como irregularidades no terreno, curvas, e até mesmo inconstância na tração do móvel, para melhor entender, vejamos o caso de um automóvel trafegando em uma estrada, ao longo do percurso sua velocidade sofre variações ao subir e descer ladeiras, durante uma ultrapassagem, ou ao reduzir para passagem em lombadas.

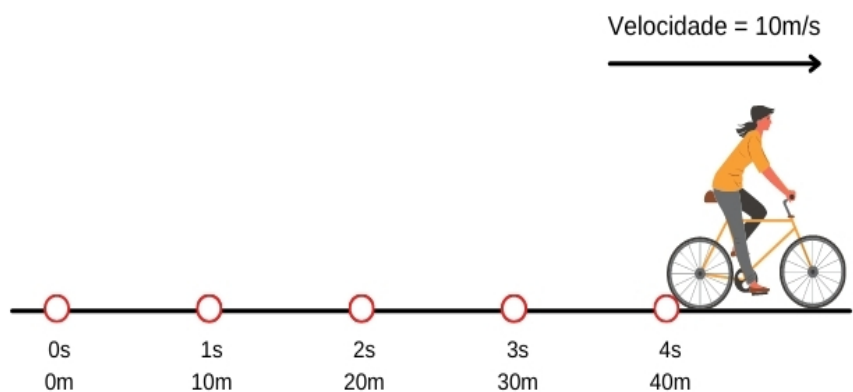
No entanto, a importância do estudo do movimento retilíneo uniforme na 1ª série do Ensino Médio, se dá por ser o modelo mais simples no estudo da cinemática, permitindo introduzir

os conceitos fundamentais de posição e tempo, necessários para o entendimento de movimentos mais complexos. Isso se mostra adequado para esse nível de estudo, devido os alunos ainda dispor de poucos recursos teóricos em relação a Física e a matemática. À medida que o estudante vai assimilando os conceitos de movimento a sua estrutura cognitiva, isso viabilizará a ancoragem de novos conhecimentos, ou seja, o aluno estará em condições de integrar conhecimentos sobre movimentos mais complexos a sua estrutura cognitiva, como o movimento acelerado e o circular.

De acordo com Glorinha Martine [et al.] [15], um móvel realiza movimento uniforme em determinado intervalo de tempo quando sua velocidade escalar instantânea for mantida constante e diferente de zero em todo o intervalo considerado.

Dessa forma, uma consequência imediata do conceito de movimento é o fato do móvel percorrer espaços iguais ao longo de intervalos de tempos iguais. Vejamos uma representação do movimento uniforme.

**Figura 3: Representação do Movimento Uniforme**



Ciclista. Disponível: Acesso em 1 jul.2025

Na representação acima, o ciclista se desloca em trajetória retilínea e com a velocidade escalar de  $10\text{ m/s}$ , isso significa que no primeiro segundo de movimento o ciclista percorreu  $10\text{ m}$ , no segundo seguinte percorreu também  $10\text{ m}$  e assim por diante, ou seja, o ciclista percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais.

### 4.3 Equação Horária do Movimento Uniforme

No caso anterior do ciclista, é possível prever em qual posição o ciclista se encontra, bastando para isso saber o instante de tempo, e o contrário também, por meio de uma equação matemática que relaciona a posição  $s$  e o tempo  $t$ . Para encontrar essa equação, vamos partir da equação 1, que calcula a velocidade média:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}.$$

para o movimento uniforme, sabemos que a velocidade média coincide com a velocidade em qualquer instante de tempo, por tanto, vamos representar essa velocidade apenas por  $v$ .

Podemos escrever a velocidade  $v$ , em termos da variação de espaço e tempo.

$$v = \frac{s-s_0}{t-t_0}.$$

Considerando que o móvel parte do repouso,  $t_0 = 0$ .

$$\begin{aligned} v &= \frac{s-s_0}{t} \\ \Rightarrow vt &= s-s_0. \end{aligned}$$

Reescrevendo a equação, chegamos a denominada função horária da posição ou função horária do espaço,

$$s(t) = s_0 + vt. \quad (2)$$

Essa equação representa o modelo teórico geral para todos os movimentos retilíneos uniforme, para aplica-la a um caso em específico, é necessário substituir as constantes posição inicial ( $s_0$ ), e velocidade ( $v$ ), dos dados do movimento uniforme em análise, então obtemos a equação que descreve o tempo e o espaço do móvel em estudo.

Para melhor exemplificar, vamos aplica a equação a uma questão teórica.

Em um trecho retilíneo de uma ciclovia, dois ciclistas A e B, ocupavam inicialmente as posições  $S_A = 20 + 4t$ ,  $S_B = 30 + 2t$ , respectivamente, e em relação ao mesmo instante e

referencial. Sabendo que as unidades de medidas são as do SI, comente se é possível ocorrer o encontro entre os ciclistas, e sendo possível, em qual instante  $t$  esse encontro ocorre.

Das informações obtidas sabemos que o ciclista A, parti atrás de B, mas com maior velocidade, logo em algum instante o ciclista A terá a mesma posição do Ciclista B. Portanto, para calcular o instante  $t$  procurado, precisamos igualar as equações das posições dos ciclistas.

Condição para o encontro entre os ciclistas,

$$s_A = s_B,$$

igualando as equações,

$$\begin{aligned} 20 + 4t &= 30 + 2t, \\ 4t - 2t &= 30 - 20, \\ t &= 5 \text{ s}, \end{aligned}$$

Esse resultado mostra que o ciclista A alcançará o ciclista B, 5s após a largada.

#### 4.4 Gráficos do Movimento Uniforme

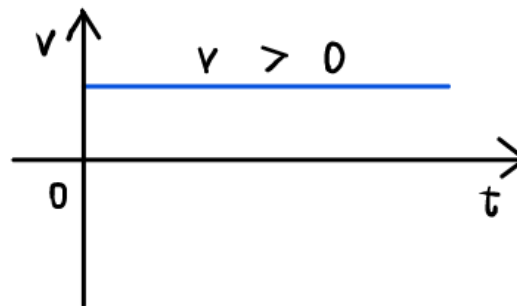
O estudo do movimento uniforme pode ser feito tanto pela manipulação algébrica das funções matemática que o descrevem como pela análise dos seus respectivos gráficos. As funções apresentam um tratamento matemático mais simplificado, enquanto os gráficos tem a vantagem de permitir uma melhor visualização de como uma grandeza varia em relação à outra, no tratamento deste trabalho, como a velocidade e a posição se comportam em relação ao tempo.

Para o estudo gráfico do movimento uniforme, vamos analisar os gráficos da velocidade em função do tempo  $v(t)$ , e o gráfico da posição em função do tempo  $s(t)$ .

##### 4.4.1 Gráfico da velocidade em função do tempo.

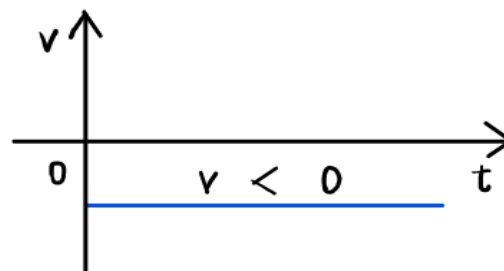
Como já discutindo anteriormente, a velocidade escalar do movimento uniforme é constante em qualquer instante de tempo, concluímos que seu gráfico corresponde a uma reta paralela ao eixo dos tempos. Quanto ao sinal da velocidade, quando positivo, o seu gráfico está acima do eixo dos tempos  $t$ , ( $v > 0$ ), quando a velocidade é negativa, seu gráfico se encontra abaixo do eixo dos tempos  $t$  ( $v < 0$ ).

**Figura 4: Gráfico do Movimento Uniforme Progressivo**



Fonte: próprio autor, 2025

**Figura 5: Gráfico do Movimento Uniforme Retrógrado**



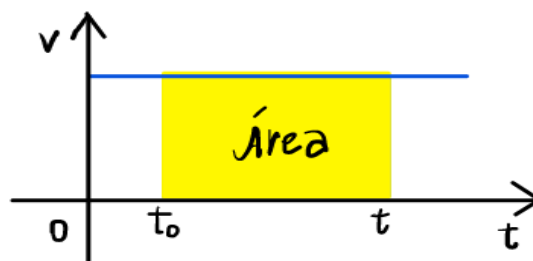
Fonte: próprio autor, 2025

Uma propriedade do gráfico  $v \times t$  do movimento uniforme, é que a área limitada pelo gráfico e o eixo dos tempos é numericamente igual ao deslocamento do móvel no intervalo de tempo considerado.

$$\text{Área} = \Delta S, \quad 3$$

Veja a figura abaixo.

**Figura 6: Gráfico da velocidade x tempo**



Fonte: próprio autor, 2025



Essa equivalência da equação 3, pode ser verificada a partir da equação 2. Vejamos:

A área da região sobre o gráfico corresponde a um retângulo de base igual a  $\Delta t = t - t_0$  e altura igual a  $v$ , logo:

$$\text{Área} = b \cdot h$$

$$\text{Área} = v \cdot \Delta t$$

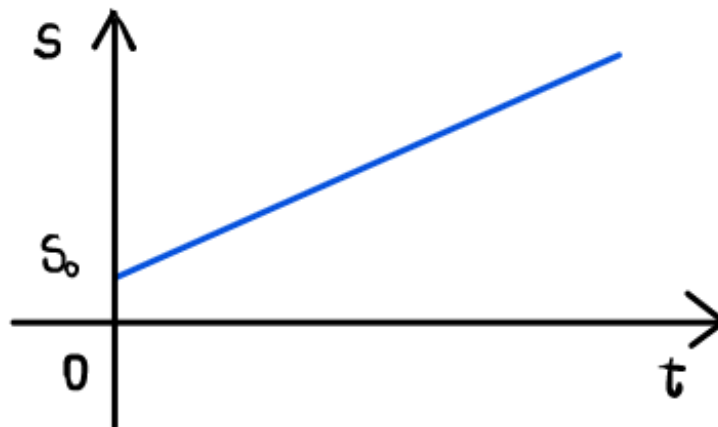
Como sabemos,  $v \cdot \Delta t$  corresponde ao deslocamento  $\Delta S$ , do móvel, portanto fica assim demonstrado que a área sobre a região do gráfico corresponde numericamente ao deslocamento do móvel no intervalo de tempo considerado

$$\text{Área} = \Delta S$$

Passamos agora a análise do gráfico da posição do móvel ao longo do tempo.

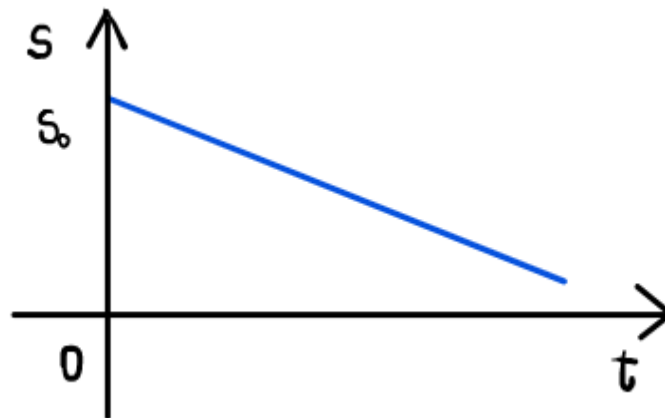
Como se percebe, a equação horária da posição do movimento uniforme é uma função polinomial do primeiro grau, portanto seu gráfico é uma reta, e a depender do seu coeficiente angular  $\theta$ , o gráfico pode ser crescente ou decrescente.

**Figura 7: Gráfico da posição x tempo para  $v > 0$**



Fonte: próprio autor, 2025

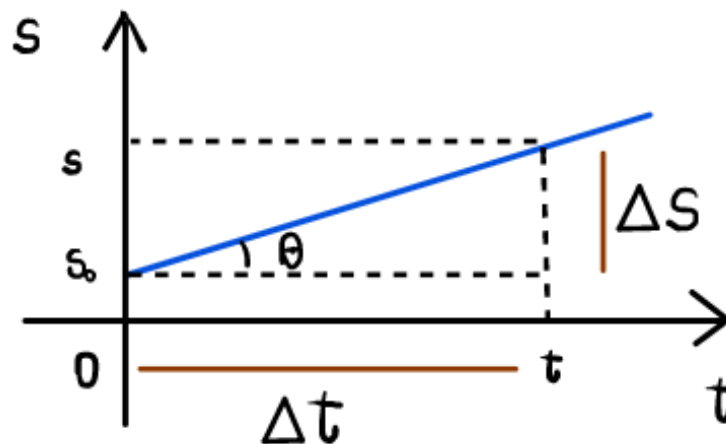
**Figura 8: Gráfico da posição x tempo para  $v < 0$**



Fonte: próprio autor, 2025

Se o móvel em movimento uniforme apresenta um movimento progressivo temos o seguinte gráfico da posição em função do tempo para esse movimento.

**Figura 9: Gráfico da posição x tempo**



Fonte: próprio autor, 2025

Nesse caso, temos que a inclinação do gráfico nos fornece a velocidade com a qual o móvel se desloca ao longo da sua trajetória.

Para verificar essa afirmação comecemos por representar seu coeficiente angular pela seguinte relação:

$$\tan \theta = \frac{\textit{Cateto oposto}}{\textit{Cateto adjacente}}$$

$$\tan \theta = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Sabemos que a relação  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ , corresponde a velocidade escalar do móvel  $v$ . Logo:

$$\tan \theta = v, \quad 4$$

Dessa forma fica demonstrado que o estudo dos gráficos do movimento uniforme fornece recursos para melhor entender o seu comportamento, seja o cálculo do deslocamento do móvel através do gráfico  $v(t)$ , ou a velocidade do móvel através do cálculo da inclinação do gráfico  $s(t)$  da equação do movimento retilíneo uniforme correspondente.

## 5 RESULTADO DA PESQUISA

Esta pesquisa de campo foi realizada em uma turma da 1º série do Ensino Médio do Centro de Ensino Rui Barbosa, formada por 14 alunos, localizada na cidade de Vitorino Freire – MA. A mesma tem o objetivo de analisar os impactos da aplicação de uma sequência didática utilizando a TAS de Ausubel, com o auxílio da robótica educacional como elemento motivador para o ensino de Física dos conteúdos de Velocidade Escalar Média e Movimento Retilíneo Uniforme.

Para a coleta de dados, foram utilizadas técnicas como observação em sala de aula, discussões orais, registros fotográficos, e ao final, avaliação da aprendizagem do conteúdo de Física.

A sequência foi dividida em quatro momentos distintos, orientados por objetivos e estratégias pedagógicas específicas, totalizando 15 encontros presenciais, com duração de 35 minutos cada um. Os resultados apresentados a seguir estão sistematizados a partir dos principais aspectos observados durante a intervenção pedagógica, de modo, a evidenciar as contribuições da TAS para o processo de ensino e aprendizagem de Física.

### 5.1. Levantamento dos Conhecimentos Prévios e Apresentação da Proposta

No primeiro momento da sequência didática, realizou-se uma discussão diagnóstica acerca dos conceitos introdutórios de Cinemática, com o intuito de verificar se os estudantes recordavam os conteúdos previamente estudados e de que forma os compreendiam e relacionavam com situações do cotidiano. Foram propostas perguntas orientadoras, como por exemplo: “O que é movimento para você?”, “Como sabemos que algo está em movimento?” e “O que diferencia um carro rápido de um carro lento?”. As respostas evidenciaram ampla participação dos alunos, que recorriam a exemplos do dia a dia para expressar suas concepções. Esta etapa se mostrou bastante significativa, pois permitiu identificar que a turma apresentava condições de prosseguir com o aprofundamento dos estudos, ainda que tenham sido observadas algumas concepções equivocadas e o uso impreciso de determinados conceitos físicos em suas explicações.

Logo após, foi apresentada aos alunos a proposta da sequência didática, na qual os conteúdos de velocidade média e movimento uniforme seriam abordados de maneira integrada, combinando atividades teóricas e práticas. Nessa proposta, os alunos acompanhariam o processo de construção de um carro programado com Arduino e controlado por um aplicativo de celular via conexão Bluetooth. O dispositivo seria usado para descrever o movimento, possibilitando a sua análise para comparação entre os resultados experimentais obtidos e o conteúdo aprendido nas aulas teóricas.

Na sequência, foi aplicada uma avaliação diagnóstica escrita, composta por 10 questões entre discursivas e objetivas que abordavam conhecimentos sobre movimento relativo, cálculo da velocidade escalar média e reconhecimento de movimento retilíneo uniforme. Antes da aplicação foi explicado aos alunos que a atividade deveria ser realizada individualmente, sem consulta ao professor, aos colegas ou quaisquer outras fontes. Foi fixado o tempo de 35 minutos para que os alunos respondessem ao questionário. Todo o processo ocorreu dentro do previsto, os alunos presentes responderam a avaliação e a entregaram ao final do prazo estabelecido. Essa etapa teve como objetivo compreender como os alunos concebiam e articulavam seus conhecimentos prévios sobre velocidade e movimento dos corpos, permitindo identificar a existência ou não de subsunções relevantes à aprendizagem de novos conhecimentos potencialmente significativos.

**Figura 10: Avaliação Diagnóstica**



Fonte: Próprio Autor (2025)

Este primeiro momento foi caracterizado pelo entusiasmo e engajamento dos estudantes, ao perceberem que teriam a oportunidade de participar de aulas práticas e de estabelecer contato direto com recursos tecnológicos no contexto das aulas de Física.

## 5.2 Aula prévia

Após a correção da avaliação diagnóstica, verificou-se que a maioria dos alunos apresentavam subsunçores relevantes a aprendizagem do conteúdo novo, demonstrando possuir conhecimentos prévios significativos que poderiam facilitar a construção de novos saberes. Contudo, foi identificado que alguns alunos, revelaram em suas respostas, a necessidade de ampliar e consolidar os subsunçores existentes na sua estrutura cognitiva.

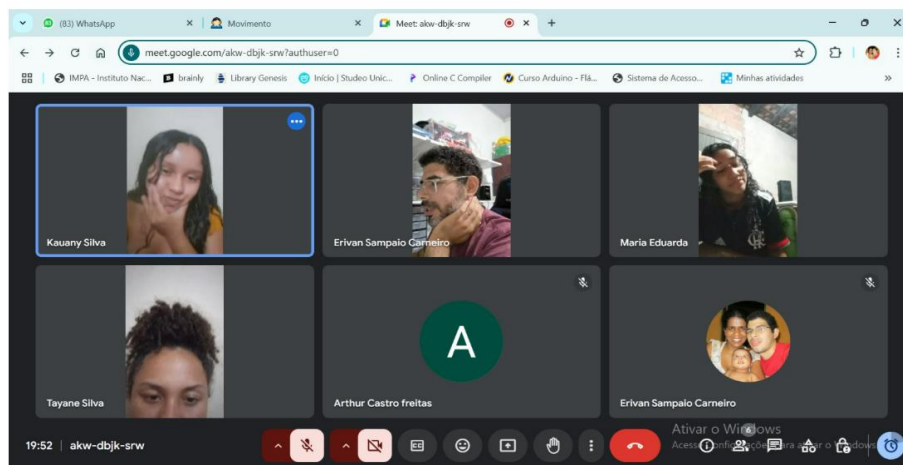
Diante dos resultados obtidos na avaliação diagnóstica, fez-se necessário elaborar um organizador prévio com o intuito de abordar de forma geral e abrangente dos novos saberes. Nesse sentido, foi decidido ministrar uma aula introdutória que antecederesse as demais, contemplando uma abordagem mais abrangente e inclusiva. A aula foi realizada de maneira online por meio da plataforma Google Meet, com duração de 45 minutos, com o objetivo de introduzir os conteúdos de velocidade escalar média e movimento retilíneo uniforme, com a versatilidade de usar recursos disponíveis na internet, como simuladores e o buscador Google para pesquisa de conceitos.

Durante a aula online, foi apresentado aos alunos os conceitos de velocidade instantânea e velocidade escalar média, fazendo ênfases, que neste momento, não seria feito a abordagem vetorial da velocidade, mas somente a escalar. Ainda nesta aula foi mostrado para os alunos a temática do movimento retilíneo uniforme, destacando suas características e reforçando que embora seja o movimento mais simples da natureza, não é o mais comum, mas representa o ponto de partida adequado para se iniciar o estudo dos movimentos. Além disso, foram apresentados brevemente alguns tipos de movimentos na natureza, como: retilíneo, circular, acelerado, constante, e suas características, não com a finalidade de estudá-los nesta aula, mas para que o aluno tenha parâmetro para identificar e diferenciar as características do movimento retilíneo uniforme dos demais tipos de movimentos.

No início da explanação, os alunos foram informados para ficarem à vontade para interromper a aula a qualquer momento para o esclarecimento de dúvidas. Por meio do *feedback*, foi percebido que houve um bom aproveitamento dessa aula prévia, indicando que os alunos possuem subsunçores capazes de ancorar essas novas ideias a sua estrutura cognitiva. Esse efeito é de suma importância, pois quanto mais o estudante assimila novos conceitos de movimento a sua estrutura cognitiva, mais viabilizará a ancoragem de conhecimentos mais complexos a essa estrutura.

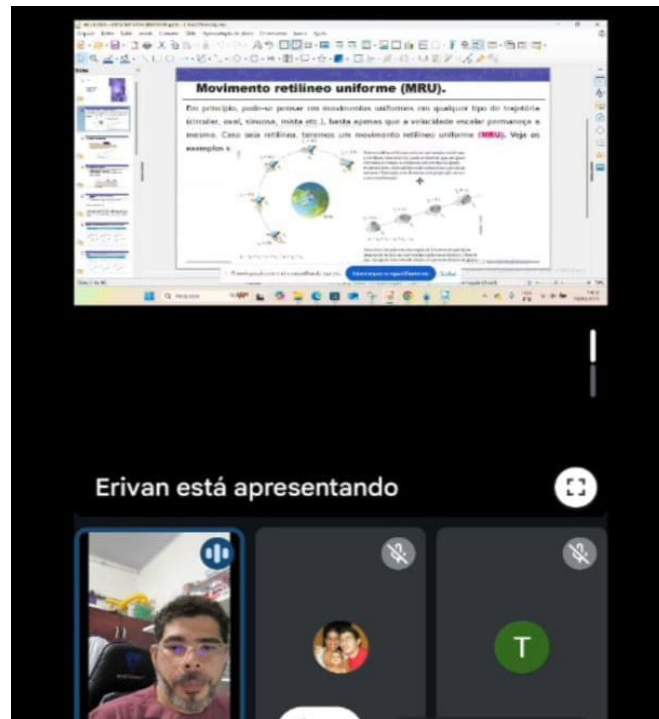
Dessa forma, compreender o MRU é indispensável para construção de base nos estudos da Física, servindo como alicerce para tópicos mais complexos, como o MRUV, a aceleração e, posteriormente, as leis da dinâmica.

**Figura 11: Aula Online: Conceitos de Física**



Fonte: Próprio Autor, 2025

**Figura 12 Aula Online: Conceitos de Física**



Fonte: Próprio Autor, 2025

### 5.3. Abordagem teórica e introdução à tecnologia do carro

Nesta etapa da intervenção pedagógica se iniciou com o estudo da velocidade média do móvel. Este conceito foi apresentado como a razão entre o deslocamento do móvel e o tempo gasto ao longo do deslocamento. Esse conceito foi escolhido nesses termos, devido os alunos já possuírem os conhecimentos prévios de deslocamento e medida de tempo mais consolidados em sua estrutura cognitiva. Para contextualizar, com a realidade dos alunos, foi trabalhado de início a velocidade escalar média, através de exemplos usando a rotina de alguns alunos ao se deslocarem para escola a pé, gastando algum tempo para esse deslocamento. O exemplo foi feito também no caso dos alunos que se deslocam de moto para a escola, aproveitando para exemplificar também a noção de rapidez.

Nessa abordagem, percebe-se que foi tomado o devido cuidado aos preceitos da aprendizagem significativa, no qual, ao partir dos subsunçores e do contexto do aluno, o novo conhecimento passa a ser um conteúdo potencialmente significativo, ou seja, capaz de ser ancorado e

ampliar a estrutura cognitiva do aluno, fazendo sentido na vida do estudante e servindo de ancoragem para novos conhecimentos.

Durante a abordagem quantitativa do conteúdo de velocidade média, observou-se que os alunos apresentavam facilidade em compreender o contexto das questões teóricas e relativa facilidade em substituir variáveis nas equações. No entanto, alguns alunos apresentaram dificuldades em realizar operações matemáticas fundamentais, como multiplicação e divisão, chegando a não reconhecer o sinal de divisão (/). Essa dificuldade comprometeu a resolução das questões propostas. O fato foi comunicado ao professor de Matemática e foi sugerido que os alunos praticassem as operações fundamentais como tarefa domiciliar, pois não haveria tempo útil nas aulas de Física.

A abordagem do conteúdo de movimento uniforme foi inicialmente realizada por meio de exemplos teóricos e de um vídeo previamente baixado do You Tube [16], exibido com o auxílio de projetor e notebook. Nessa etapa, foi apresentado o conceito de movimento uniforme, com ênfase em sua principal característica, a sua velocidade constante. Por meio de um diálogo extenso, foram discutidos exemplos aproximados de movimento retilíneo uniforme, tais como o deslocamento de um elevador e de uma sonda espacial após escapar do campo gravitacional da Terra. Em todos os exemplos, destacou-se a constância da velocidade ao longo de toda a trajetória.

Simultaneamente, os alunos foram incentivados a articular seus conhecimentos prévios para fornecer exemplos de movimento uniforme, como o caso do homem que “anda não muito rápido e não muito devagar” como foi falado pelos alunos. Em cada contribuição, foi dada atenção e valorização às ideias dos estudantes, e, por meio de perguntas orientadoras, construiu-se uma versão aprimorada de cada exemplo, reforçando a compreensão do conceito.

Na sequência foi abordado o conteúdo de MRU de forma quantitativa, no qual, a partir da equação da velocidade média equação 1, foram realizadas algumas operações algébricas básicas que levou a demonstração da equação horário do movimento retilíneo uniforme, equação 2. Essa demonstração foi realizada no quadro com explicação do passo a passo, com o objetivo de proporcionar aos alunos uma continuidade a partir do que eles já sabiam sobre velocidade média, deixando claro que não se trata de um conhecimento novo, mas sim de uma forma mais organizada de trabalhar com problemas que envolvem o movimento uniforme.

Durante essa explanação, os alunos permaneceram atentos e demonstraram entendimento na dedução da equação, sendo capazes de reproduzir e comentar os passos realizados. No entanto, alguns alunos demonstraram dificuldades específicas nas operações fundamentais,



multiplicação de números decimais e frações, bem como na manipulação algébrica da equação do 1º grau. Foi observado que alunos com essas dificuldades, apresentaram menor rendimento em questões quantitativas, no entanto, o trabalho em conjunto da sala contribuiu para superar esses desafios.

**Figura 13: Aula Expositiva**



Fonte: Próprio Autor, 2025

Neste momento da intervenção pedagógica, os alunos passaram a acompanhar a construção do carro que seria posteriormente usado nas aulas práticas de MRU. A proposta da atividade foi proporcionar um contato com a programação conjuntamente com a apresentação dos componentes eletrônicos, despertando o interesse e motivação pelo próprio projeto e pelas aulas de Física. O processo de construção ocorreu de forma gradual, com a produção e postagens de vídeos explicativos para os alunos ao tempo que cada etapa era concluída. Durante algumas aulas presencias os alunos tiveram contato os componentes eletrônicos, como a placa Arduino nano, Bateria de lítio em 3,7 v, com envelopamento 18650, módulo Bluetooth HC-05, motores DC, ponte H (L298N), suportes impressos na impressora 3D, (os alunos acompanharam a edição das peças no programa TinkerCad, e impressão na impressora 3D), mostrados individualmente, com a explicação do funcionamento de cada um desses componentes

Com o carro já montado, foi apresentado aos alunos o código da programação desenvolvido na plataforma Arduino IDE, que faria o carro atender a todos os comandos desejados. O código comentado foi exibido no quadro com auxílio de projetor e notebook, onde foi explicado a estrutura e o papel de cada comando na definição do comportamento do carro. Essa apresentação teve como objetivo mostrar o que está por trás do apertar de um botão em um controle, promover

uma experiência interdisciplinar entre Física e tecnologia, mas, principalmente, despertar a curiosidade e motivação nos estudos de Física.

#### 5.4. Demonstração, experimentação e consolidação do conteúdo

Nesta etapa de aplicação da sequência didática, os alunos puderam conectar o celular via Bluetooth com o aplicativo Arduino Eletronics devidamente baixado e instalado no celular, com as devidas orientações e acompanhamento do professor. Com a finalidade de dominar os comandos de movimentação, foi um momento de interação e conhecimento entre os alunos que ficaram à vontade para conduzir os carros.

Logo após, os alunos foram orientados a realizar experiência com a devida coleta de dados para estudo do MRU, tudo com base nos estudos realizados teoricamente até o momento. Para obtenção dos dados foi adotado a seguinte estratégia: uma fita métrica foi esticada na sala de aula, representando as posições ao longo de uma trajetória retilínea, cada carro foi posicionado inicialmente na posição  $s_0 = 1,0m$ . Um dos estudantes iniciava o movimento do carro tomando o cuidado em mantê-lo em linha reta, utilizando o controle do celular, ao mesmo tempo outro aluno cronometrava o tempo gasto em segundos ( $s$ ) para o veículo realizar um determinado deslocamento em metros ( $m$ ). Ao final de cada experimento os dados foram registrados em uma tabela para posterior consulta. A experiência foi repetida 10 vezes para o Carro A e igual quantidade para o Carro B, com a finalidade de assegurar melhor confiabilidade dos dados e minimizar falhas.

**Figura 14: Tabela Com Dados do Carro A**

<i>Carro A</i>			
<i>Observação</i>	<i>Descolamento <math>\Delta S</math> (m)</i>	<i>Tempo <math>\Delta t</math> (s)</i>	<i>Velocidade média</i> $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$
1	6,7	12	0,56
2	6,5	11	0,59
3	5,1	9	0,57
4	5,7	11	0,52
5	6,6	11	0,60
6	5,8	12	0,48
7	6,4	14	0,46
8	6,7	13	0,52
9	5,5	10	0,55
10	6,8	12	0,57
<i>MEDIA</i>			0,54

**Figura 15: Tabela Com Dados do Carro A**

<i>Carro B</i>			
<i>Observação</i>	<i>Descolamento <math>\Delta S</math> (m)</i>	<i>Tempo <math>\Delta t</math> (s)</i>	<i>Velocidade média</i> $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$
1	6,2	7	0,89
2	4,1	4	1,02
3	4,6	5	0,92
4	4,4	4	1,10
5	4,4	4	1,10
6	5,7	6	0,95
7	6,3	7	0,90
8	6,2	6	1,03
9	6,9	7	1,00
10	4,5	5	0,90
<i>MEDIA</i>			0,98

Após a coleta dos dados, utilizando a equação 1, os alunos calcularam a velocidade média de cada carro para cada amostra

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t},$$

Onde:  $\Delta S$  representa o deslocamento do carro e  $\Delta t$  o tempo decorrido.

Em seguida, foi calculada a média aritmética das velocidades médias para cada carro. Esse resultado foi tomado como a velocidade constante para cada carro para fins do estudo do MRU. Essa estratégia é justificada pelo fato do motor DC ter rotação constante, considerando que a carga da bateria, durante todos os experimentos, manteve-se com pouca alteração.

A análise dos dados, demonstrou que os dois carros apresentaram velocidades médias muito próximas. As pequenas variações, são esperadas devido ao tempo de reação dos alunos ao iniciar e parar o cronômetro e também de pequenos desvios na tentativa de manter o carro em movimento retilíneo. O Carro A apresentou uma velocidade média de aproximadamente  $v_A = 0,54 \text{ m/s}$ , enquanto que no Carro B foi medido uma média de  $v_B = 0,98 \text{ m/s}$ , evidenciando que o carro B se desloca com mais rapidez que o carro A.

Este momento foi fundamental para que os alunos consolidassem os conceitos de velocidade média e movimento retilíneo uniforme, pois foi proporcionado uma ponte entre a teoria e a prática. Também houve cooperação entre os alunos, aprendizagem significativa, ao proporcionar a relação entre o conteúdo com uma experiência prática observada no dia a dia dos alunos.

Em etapa posterior, os alunos foram organizados em grupo, a fim de facilitar a comunicação para superar os desafios propostos. Foi então apresentado o desafio de construir as equações do movimento uniforme que descrevem o movimento dos carros, realizado na etapa anterior. Considerando que os carros descrevem MRU, com as respectivas velocidades já conhecidas e que o carro B parte da posição  $s_{0B} = 1,0m$  e o carro A parte da posição  $s_{0A} = 2,0m$ , e a partir dessas equações, calcular a posição onde o carro B (mais atrasada) alcançará o Carro A. A posição inicial dos carros foi determinada desta maneira para o melhor aproveitamento do espaço físico da sala.

Na primeira parte do desafio os alunos demonstraram saber montar as equações com os dados iniciais, para isso, substituíram a posição inicial e a velocidade obtida inicialmente na equação geral do MRU, obtendo as seguintes equações:

Equação horária do Carro A: posição inicial  $2m$  e velocidade  $v_A = 0,54 m/s$

$$s_A(t) = 2 + 0,54 t, \quad (5)$$

equação horário do carro B: posição inicial  $1m$  e velocidade  $v_B = 0,98 m/s$

$$s_B(t) = 1 + 0,98 t. \quad (6)$$

Em seguida, foi notória a dificuldade de alguns alunos no desenvolvimento da estratégia para determinar a posição em que os carros se encontrariam. Embora compreendessem que, em determinado momento, os veículos estariam na mesma posição, nem todos perceberam, de imediato, a necessidade de igualar as equações do movimento. Muitos optaram por resolver as equações separadamente, o que resultou em dificuldades para estabelecer uma referência temporal comum necessária ao cálculo da posição de encontro. A dificuldade foi superada com a colaboração de outros alunos ao mostrar que se a posição é a mesma, a condição  $s_A = s_B$  deve ser satisfeita. Foi observado que todos os grupos chegaram a mesma estratégia de igualar as equações, desenvolvendo o cálculo a seguir:

$$s_A = s_B,$$

$$2 + 0,54t = 1 + 0,98t,$$

$$t \cong 2,28 s.$$

Após, os alunos substituir esse valor de  $t = 2,28$ , em uma das equações, foi finalmente obtida a posição do encontro,

$$s_A(t) = 2 + 0,54 t,$$

$$s_A(t) \cong 2 + 0,54 \times 2,28,$$

$$s_A \cong 3,23m.$$

Ao final desse desafio teórico, todos os alunos chegaram a mesma conclusão, sendo esta, que o carro A alcançará o carro B aproximadamente no instante  $t \cong 2,28 s$  e na posição  $s_A \cong 3,23m$ .

Em momento posterior, com os resultados obtidos teoricamente, os alunos realizaram a etapa experimental do estudo do movimento dos carros, mantendo as mesmas condições iniciais da parte teórica. Os alunos posicionaram os carros A e B em suas posições iniciais  $2 m$  e  $1 m$  respectivamente. Posteriormente acionaram os controles, de modo que os carros desenvolviam seus movimentos uniforme, enquanto outro aluno, ao mesmo tempo, anotava a posição e tempo em que o carro B igualou a posição do carro A.

Inicialmente, os alunos foram orientados a acionar os controles dos carros simultaneamente, para garantir que os carros iniciassem o movimento ao mesmo tempo. Foram realizadas diversas tentativas sendo algumas descartadas devido à diferença significativa no tempo de largada, causada principalmente pela atenção do operador. Além disso, ocorreram situações em que não foi possível realizar a leitura precisa da posição de encontro dos carros, evidenciando a necessidade de maior cuidado e coordenação durante a atividade experimental.

Na oportunidade, foi explicado para os alunos que, para reduzir os efeitos de falta de sincronia e obter médias mais confiáveis, foram registradas 10 observações e esses resultados estão expostos na tabela abaixo.

**Figura 16: Tabela da Posição de Ultrapassagem**

Observação	Posição de encontro dos carros A e B (metros)
1	3,4
2	3,5
3	3,6
4	2,9
5	3,4
6	3,2
7	2,9
8	3,7
9	2,5
10	2,6
Média	3,2

Ao analisar os resultados obtidos, observou-se que a posição de encontro dos carros variou entre  $2,5\text{ m}$  e  $3,7\text{ m}$ , na qual a média foi de  $3,2\text{ m}$ , um valor próximo do valor obtido teoricamente. Esse resultado foi surpreendente para os alunos, pois ficou demonstrado que as aulas teóricas e seus resultados calculados, correspondem ao verificado na prática vivenciada por eles. Do mesmo modo, a experiência contribuiu para que os alunos refletissem ao respeito de como a matemática e a Física estão intrinsicamente ligadas nos fenômenos do cotidiano.

Outra reflexão realizada em sala de aula referiu-se as falhas inevitáveis na hora de realizar as medições diretamente pelo ser humano. Foi observada a importância de adotar a estratégia de repetir o experimento diversas vezes, com o objetivo de calcular médias que reduzem os efeitos dos erros nos cálculos, e deixam os resultados mais confiáveis. Essa atividade proporcionou aos alunos uma reflexão crítica sobre o controle dos dados.

### **5.5 Avaliação após a aplicação da Teoria de Aprendizagem Significativa**

A avaliação realizada com os alunos após a aplicação da TAS nas aulas de Física trouxe percepções bastante positivas em relação à abordagem adotada. Os alunos destacaram que os questionamentos iniciais e a utilização de conceitos articulados a experiências prévias do cotidiano e contextualizadas, facilitou a compreensão dos conteúdos. Essa percepção destaca o princípio da teoria que é adquirir novos conhecimentos a partir dos conhecimentos prévios.

Além disso, a aplicação da teoria e prática possibilitou que os alunos estivessem mais interesse e motivação para buscar compreender o conteúdo estudado, tendo em vista que eles estavam vivenciando situações-problema na prática, o que tornou a aprendizagem mais dinâmica e participativa.

Vale destacar que os relatos dos estudantes indicaram que a aprendizagem deixou de ser um processo mecânico e passivo que frequentemente se baseia na memorização de fórmulas e leis apresentadas de forma desarticulada e abstrata, transformou-se em uma experiência significativa, a qual promoveu um ambiente de aprendizagem mais ativo, onde os alunos puderam construir o conhecimento a partir de conexões concretas com suas próprias vivências.

Portanto, a avaliação realizada demonstra que a aplicabilidade da TAS no ensino de Física configura-se como uma estratégia complementar e alternativa às limitações nas metodologias tradicionais, promovendo um ensino mais participativo, motivador, dinâmico e interessante para os alunos.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho monográfico teve como proposta analisar os impactos da aplicação de uma sequência didática embasada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, aliada à robótica educacional como elemento motivador para o ensino de Física, em relação aos conceitos de VEM e MRU.

Ao longo desta intervenção didática foi observado que abordar novos conhecimentos a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, os subsunçores, aliados a um material potencialmente significativo, facilita a ancoragem dos novos conhecimentos de forma mais significativa e duradoura na estrutura cognitiva dos alunos. Uma evidência desse processo interno é percebida quando os alunos passam a articular os conceitos aprendidos em Física para descrever situações do cotidiano ou ao demonstrar entendimento diante de um enunciado.

Outro resultado positivo observado na aplicação da sequência didática foi o uso da robótica para promover o interesse e engajamento dos alunos durante as aulas. Ao acompanhar as etapas de construção do carro e a função dos componentes eletrônicos, gerou expectativas e perguntas sobre como usar o carro nas aulas. É importante salientar, que neste momento, a expectativa dos alunos era em controlar o carro com celular, e não necessariamente, aplicar nas

aulas de Física. Não existe uma problemática nesta concepção, pois o objetivo em determinado momento era ter esse elemento atrativo, engajador, que motive o aluno a continuar nas aulas de Física.

Em outro momento a robótica mostrou, de forma relevante, seu outro papel desempenhado neste trabalho, contribuir para uma aprendizagem significativa, transpondo um conhecimento teórico para uma representação mais próxima do concreto vivenciado no contexto dos alunos. Objetos se deslocando ao longo do tempo, podendo, essas variáveis serem medidas em tempo real, contribui para desconstruir a visão de que a Física é uma disciplina abstrata e complicada.

Ficou evidente ao longo desta intervenção pedagogia o acerto da teoria da aprendizagem significativa em destacar a motivação do aluno como elemento necessário para aprendizagem significativa. Nesse sentido a robótica educacional se mostrou uma ferramenta pedagógica poderosa como instrumento motivacional.

Dessa forma, através das observações, participações dos alunos, testes aplicados, conclui-se que a integração entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a robótica educacional representa uma alternativa viável e eficaz para o Ensino de Física, capaz de despertar o interesse dos alunos e tornar a aprendizagem mais significativa. Com este trabalho, espera-se que possa contribuir com as discussões sobre propostas de aprendizagens e inspirar outras práticas pedagógica no Ensino de Física na educação básica.



## REFERENCIAS

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Divulgados os resultados do PISA 2022. Brasília: Inep, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em: 02 fev. 2025.

[1] BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental, 2000.

[2] MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem significativa: uma revisão teórica*. São Paulo: Editora Cortez, 2006.

[3] MOREIRA, Marco Antônio. *David Ausubel: a aprendizagem significativa e a educação*. São Paulo: Cortez, 2011.

[4] MOREIRA, Marco Antônio. *Teoria da aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica*. In: MOREIRA, Marco Antônio (Org.). *Teoria da aprendizagem significativa: implicações para a sala de aula*. Campinas: Editora da UNICAMP, 1995. p. 141-159.

[5] AUSUBEL, David P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

[6] SOLÉ, E. M. I. *A aprendizagem significativa e a teoria da assimilação*. In: COLL, C. Et al. (Orgs); Tradução de Fátima Murad-2 ed.- Porto Alegre: Artmed, 2004. P. 62-80.

[7] MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 1999.

[8] AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

[9] MORAN, José Manuel. *O uso das novas tecnologias na educação*. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 13. ed. Campinas: Papirus, 2004. p. 11-38.

[10] VILHETE, G. M. *Robótica pedagógica: uma abordagem para o ensino*. São Paulo: Editora Senac, 2005.

- [11] SANTOS, Railane Costa; SILVA, Maria Deusa Ferreira da. *A robótica educacional: entendendo conceitos*. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 345–366, set./dez. 2020.
- [12] EGUCHI, C. M. *Robótica educacional: fundamentos, metodologias e aplicações*. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.
- [13] ZILLI, F. A. M. A robótica como prática pedagógica no ensino fundamental. 2004. 57 f. Monografia (Especialização em Educação Matemática) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2004.
- [14] SILVEIRA, D. C.; MENDONÇA, M. A. R. *A robótica como recurso para o ensino de Física no Ensino Médio*. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 1, p. 157–171, 2021.
- [15] Martini, G., Sant’Anna, B., Reis, H. C., & Spinelli, W. (2016). *Conexões com a Física* (3ª ed.). São Paulo: Moderna.
- [16] *O que é movimento uniforme?* disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tju3DZRs7AE>, acessado em julho 2025.
- [17] AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

## ANEXO

### APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DO SUBSUNÇORES

1. Sobre o conceito de movimento, marque a alternativa correta:
  - a) Um corpo está em movimento quando sua posição muda em relação a um referencial.
  - b) Um corpo só pode estar em movimento se estiver se deslocando em linha reta.
  - c) Um corpo está sempre em movimento, independentemente do referencial adotado.
  - d) Movimento é uma ilusão, pois tudo no universo está parado.
2. Um passageiro dentro de um ônibus em movimento pode estar em repouso e em movimento ao mesmo tempo? Explique com suas próprias palavras.
3. Dê exemplos do seu dia a dia que envolva os conceitos de trajetória e deslocamento.
4. Se um carro apresenta rapidez constante, podemos afirmar que sua velocidade é constante? Justifique.
5. Qual dos seguintes exemplos representa um movimento uniforme?
  - a) Um carro acelerando em uma estrada.
  - b) Um elevador subindo com velocidade constante.
  - c) Um avião decolando.
  - d) Um ciclista que reduz a velocidade ao se aproximar de um semáforo.
6. Se um carro percorre 120 km em 2 horas, qual é sua velocidade média?
  - a) 30 km/h
  - b) 40 km/h
  - c) 50 km/h
  - d) 60 km/h
7. Em qual das situações abaixo a velocidade média pode ser diferente da velocidade instantânea?
  - a) Um carro que viaja a 80 km/h sem alterar a velocidade.
  - b) Um ciclista que pedala a 20 km/h sem parar.
  - c) Um atleta que acelera e desacelera durante uma corrida.
  - d) Uma pedra em repouso no chão.
8. Cite um exemplo do seu dia a dia onde o conceito de velocidade média pode ser aplicado.
9. Os radares de trânsito medem a velocidade média ou a velocidade instantânea dos veículos? Justifique sua resposta.
10. Se um carro entra em uma ponte e sai dela após um tempo determinado, como poderíamos medir sua velocidade média?

## APÊNDICE B – CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO (SKETCH) DO CARRO A

```
#include <Servo.h> // Biblioteca do Servo

#define PINO_SERVO 2 // Servo de direção
#define PINO_PONTE_A 5 // Ponte H - lado A (um terminal do motor)
#define PINO_PONTE_B 6 // Ponte H - lado B (outro terminal do motor)
#define PINO_BUZINA 4 // Buzzer (buzina)

Servo servoDirecao;

int JoyAY = 255; // Joystick A (eixo Y) -> sentido: frente/ré/parado
int JoyBX = 90; // Joystick B (eixo X) -> posição do servo
char dadoRecebido; // último byte lido da Serial

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  servoDirecao.attach(PINO_SERVO);

  pinMode(PINO_PONTE_A, OUTPUT);
  pinMode(PINO_PONTE_B, OUTPUT);
  pinMode(PINO_BUZINA, OUTPUT);

  // Garante motor parado na inicialização
  analogWrite(PINO_PONTE_A, 0);
  analogWrite(PINO_PONTE_B, 0);
  noTone(PINO_BUZINA);
}

void loop() {

  // Lê um byte da serial, se houver (Bluetooth)
  dadoRecebido = Serial.read();

  // ----- Joystick A: sentido (frente/ré/parado) -----
  if (dadoRecebido == 'A') {
    // App envia "AX...,Y...B". Ignoramos X e guardamos Y.
    (void)Serial.parseInt(); // descarta AX<valor>
    while (dadoRecebido != 'B') {
      if (Serial.available()) {
        dadoRecebido = Serial.read();
        if (dadoRecebido == 'Y') {
          JoyAY = Serial.parseInt(); // guarda AY<valor>
        }
      }
    }
  }
}
```

```

}

// ----- Joystick B: direção (HORIZONTAL) -----
if (dadoRecebido == 'C') {
  // App envia "CX...,Y...D". Usamos o X (horizontal) para o servo.
  JoyBX = Serial.parseInt(); // lê o valor de X logo após 'C'
  // opcional: consumir até 'D' para limpar o restante do pacote
  while (dadoRecebido != 'D') {
    if (Serial.available()) {
      dadoRecebido = Serial.read();
      // (se quiser, poderia ler também o Y, mas não é necessário aqui)
    }
  }
}

// ----- Buzina -----
if (dadoRecebido == 'E') {
  tone(PINO_BUZINA, 400); // liga buzina (tom contínuo)
} else if (dadoRecebido == 'e') {
  noTone(PINO_BUZINA); // desliga buzina
}

// ----- Direção pelo servo -----
JoyBX = constrain(JoyBX, 0, 180);
servoDirecao.write(JoyBX);

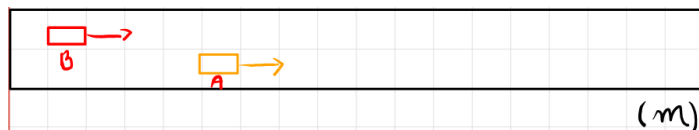
// ----- Motor: velocidade constante máxima -----
const int PWM_MAX = 255;

if (JoyAY <= 250) {
  // FRENTE (PWM no lado B, lado A em 0)
  analogWrite(PINO_PONTE_A, 0);
  analogWrite(PINO_PONTE_B, PWM_MAX);
} else if (JoyAY >= 260) {
  // RÉ (PWM no lado A, lado B em 0)
  analogWrite(PINO_PONTE_A, PWM_MAX);
  analogWrite(PINO_PONTE_B, 0);
} else {
  // PARADO (zona morta)
  analogWrite(PINO_PONTE_A, 0);
  analogWrite(PINO_PONTE_B, 0);
}

```

### APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DA APENDIZAGEM

1. Um ônibus percorre 200 km em 4 horas. Qual a velocidade média do ônibus durante esse percurso?
2. Um carro percorre uma estrada a uma velocidade constante de 72 km/h. Qual a distância percorrida por ele em 2 horas?
3. Um móvel A parte da posição 10 m e se desloca com velocidade constante de 5 m/s ao longo de uma trajetória reta. Calcule o que se pede abaixo:
  - a) Qual a posição inicial e a velocidade do móvel A?
  - b) Escreva a equação do movimento do móvel A.
  - c) Qual a posição do móvel A, 6 s após ter iniciado o movimento?
  - d) Após quanto tempo o móvel A passará na posição 50 m?
4. Um móvel B parte da posição 2 m e se desloca com velocidade constante de 8 m/s ao longo de uma trajetória reta. Calcule o que se pede abaixo:
  - a) Qual a posição inicial e a velocidade do móvel B?
  - b) Escreva a equação do movimento do móvel B.
  - c) Qual a posição do móvel B, 5 s após ter iniciado o movimento?
  - d) Após quanto tempo o móvel B passará na posição 74 m?
5. Sabendo que o móvel A e o móvel B partiram ao mesmo tempo de suas posições iniciais, após quanto tempo o móvel B, alcançará o móvel A? Em qual posição da trajetória isso acontece?



## APÊNDICE D – AVALIAÇÃO DA APENDIZAGEM

### **Questões sobre o conteúdo.**

1. Explique com suas palavras o que é movimento uniforme. Dê um exemplo que você vivenciou nas aulas.
2. Qual é a diferença entre velocidade média e rapidez? Use o exemplo do carro com Arduino.

### **Autoavaliação (Responda de forma honesta)**

1. Como você avalia estar física com os recursos da robótica, observando e controlando um carro programado com Arduino? Isso ajudou a entender melhor o conteúdo? Por quê?
2. Se você tivesse estudado o mesmo conteúdo na escola apenas com aulas expositivas no quadro e exercícios do livro, acha que teria aprendido da mesma forma? O que mudaria na sua compreensão?
3. Durante as aulas práticas com os carros, você se sentiu mais motivado(a) a participar? Compare com o seu interesse durante aulas somente teóricas.
4. Você acha que a Física ficou mais fácil de entender quando foi possível ver os conceitos funcionando na prática? Justifique sua resposta com um exemplo da atividade com o carro.
5. Qual metodologia de ensino você considera mais eficaz para aprender conteúdos de Física: a tradicional (quadro e exercício) ou a usada nesta sequência com Arduino? Explique os pontos positivos e negativos de cada uma.

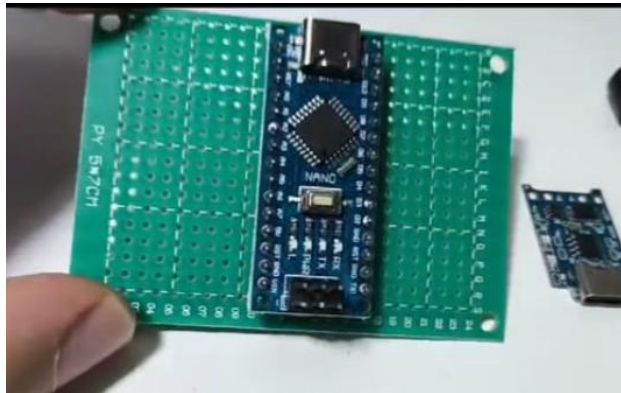
## APÊNDICE E

Dispositivos eletrônicos usado na construção do carro A

### 1. Placa Microcontrolador Arduino Nano

A placa Arduino Nano é uma versão compacta do microcontrolador baseado no ATmega328P, amplamente utilizada em projetos de eletrônica e robótica educacional. Possui 14 pinos digitais, 8 entradas analógicas e conexão USB mini - B para programação. Foi utilizada como unidade central de controle do carro, responsável pelo processamento dos sinais e execução dos comandos enviados pelo módulo Bluetooth.

Figura 17: Placa Microcontrolador Arduino Nano



Fonte: Próprio Autor, 2025

### 2. Ponte H L298N Mini

A ponte H é um circuito integrado que permite o controle da direção e rotação de motores DC. A versão mini (L298N ou L9110S, conforme o modelo utilizado) é ideal para projetos de baixo consumo e controle de dois motores. No carro, ela foi empregada para controlar o sentido de rotação dos motores, permitindo o movimento para frente, ré, curva à esquerda e à direita.



Figura 18: Ponte H L298N Mini



Fonte: Próprio Autor, 2025

### 3. Motor DC 6V

O motor de corrente contínua (DC) de 6 volts é um atuador eletromecânico que converte energia elétrica em energia mecânica de rotação. Utilizado no sistema de tração do carro, foi responsável por gerar o movimento linear do veículo, sendo acionado pela ponte H sob controle do microcontrolador.

Figura 19: Motor DC 6V com caixa de redução



Fonte: Próprio Autor, 2025

Figura 20: Motor DC 6V

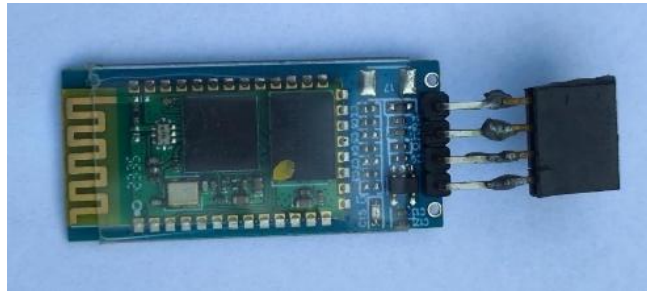


Fonte: Próprio Autor, 2025

### 4. Módulo Bluetooth HC-06

O módulo Bluetooth HC-06 é um dispositivo de comunicação sem fio que opera via protocolo Serial (UART). Ele possibilita a comunicação entre o carro e um smartphone, permitindo enviar comandos de direção e buzina. Funciona como escravo (slave), recebendo os sinais enviados pelo aplicativo instalado no celular.

Figura 21: Módulo Bluetooth HC-06



Fonte: Próprio Autor, 2025

## 5. Bateria 18650

A bateria de íon-lítio 18650 é uma célula recarregável de 3,7 volts e alta densidade energética. Foi utilizada para alimentar eletricamente o circuito do carro, fornecendo energia estável aos motores e ao microcontrolador, garantindo autonomia e leveza ao projeto.

Figura 22: Bateria 18650

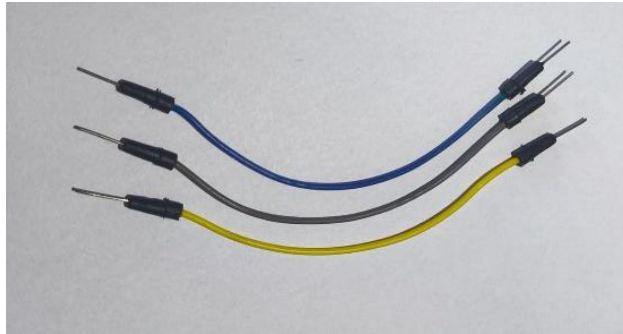


Fonte: Próprio Autor, 2025

## 6. Jumpers (Fios de Conexão)

Os jumpers são fios condutores com terminais macho e fêmea usados para interligar os componentes eletrônicos na protoboard ou diretamente nos conectores do Arduino. No projeto, serviram para fazer as ligações entre a placa controladora, sensores, atuadores e módulos auxiliares, facilitando a montagem e manutenção do circuito.

Figura 23: Jumpers (Fios de Conexão)

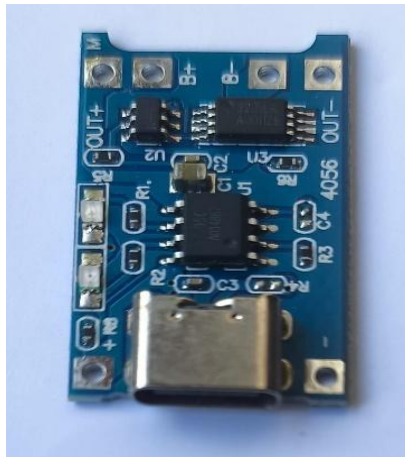


Fonte: Próprio Autor, 2025

## 7. Módulo Carregador de Bateria (TP4056)

O módulo TP4056 é um circuito de carregamento de baterias de íon-lítio. Possui porta micro-USB e circuito de proteção contra sobrecarga e descarga excessiva. No carro, foi utilizado para recarregar a bateria 18650 com segurança, permitindo o uso contínuo sem necessidade de removê-la do sistema.

Figura 24: Módulo Carregador de Bateria (TP4056)



Fonte: Próprio Autor, 2025

## 8. Buzzer (Dispositivo Sonoro)

O buzzer é um transdutor piezoelétrico que converte sinais elétricos em som audível. No carro, foi programado para atuar como buzina, emitindo sinal sonoro quando o comando correspondente é enviado via Bluetooth.

Figura 25: Buzzer (Dispositivo Sonoro)

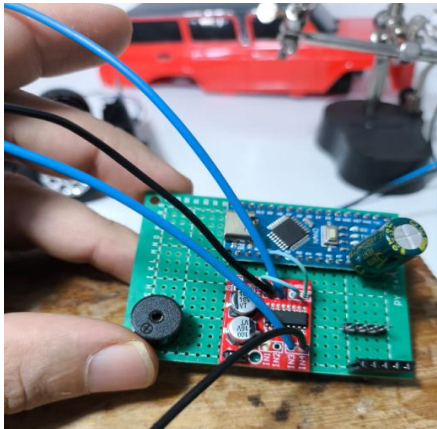


Fonte: Próprio Autor, 2025

## APÊNDICE F

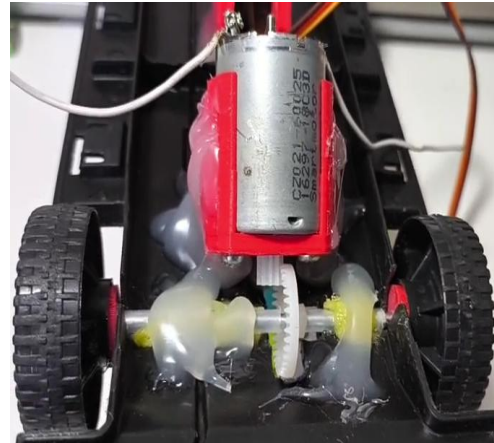
Registros fotográficos produzidos ao longo deste trabalho.

Figura 26: Montagem da placa do carro



Fonte: Próprio autor 2025

Figura 27: Sistema de tração do carro A



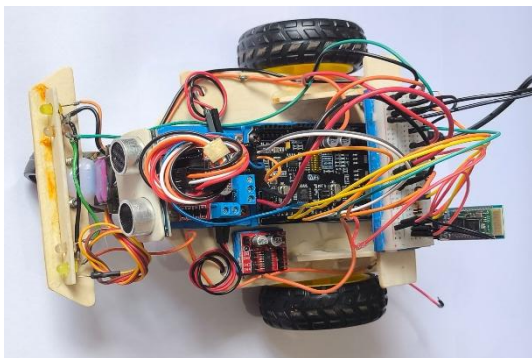
Fonte: Próprio autor 2025

Figura 28: Aula de Movimento Retilíneo Uniforme



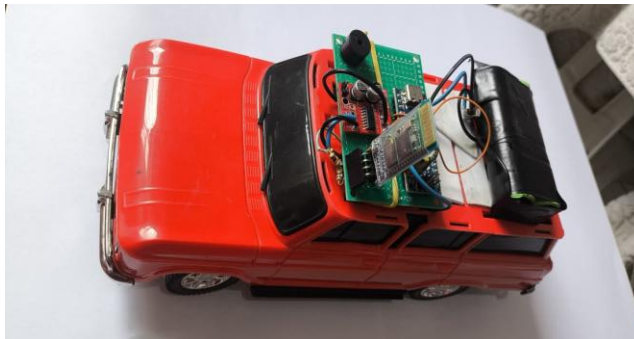
Fonte: Próprio autor 2025

Figura 29: Carro B



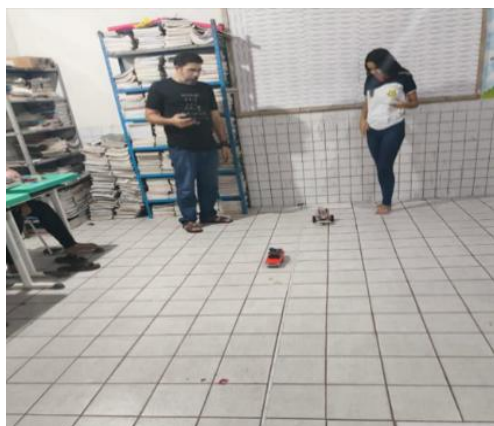
Fonte: Próprio autor 2025

Figura 30: Carro A



Fonte: Próprio autor 2025

Figura 31: Experiencia da ultrapassagem



Fonte: Próprio autor

Figura 32: Turma 1ª ano 2025



Fonte: Próprio autor