

FÍSICA

com Rogério Andrade



Movimento Uniforme:

Velocidade média,
Movimento Retilíneo Uniforme
(MRU) e Gráficos do MRU

Compreendemos muitas coisas e dispomos de rótulos e nomes para elas. Existem muitas coisas que realmente não entendemos, e temos rótulos e nomes para essas coisas também. A educação consiste não tanto em adquirir novos nomes e rótulos, mas em aprender o que nós compreendemos e o que não compreendemos.

MÓDULO

01.A



VELOCIDADE MÉDIA, MOVIMENTO RETILÍNIO UNIFORME (MRU) E GRÁFICOS DO MRU

CINEMÁTICA ESCALAR

A cinemática é a área da física que se dedica a entender os movimentos, mas sem se preocupar com o que os causou. É como assistir a um jogo e focar apenas no placar, sem perguntar quem marcou os gols.

ARISTÓTELES E SUAS IDEIAS SOBRE MOVIMENTO

Aristóteles, um dos pensadores mais famosos da história, dividiu o movimento em duas categorias principais: **natural** e **violento**. Vamos entender rapidamente o que ele quis dizer com isso, mais como uma introdução ao tema do que como algo para decorar.



Movimento natural: Para Aristóteles, tudo tinha a ver com a “natureza” do objeto e de que elementos ele era formado (terra, água, ar e fogo). Por exemplo, ele dizia que cada coisa tem seu “lugar certo” no universo e que, se não estiver lá, vai tentar chegar até ele. É por isso que, segundo ele:

- ▶ Um pedaço de barro cai no chão, porque é feito de terra.
- ▶ Uma baforada de fumaça sobe, porque é feita de ar.
- ▶ Uma pena, sendo uma mistura de terra e ar, cai mais devagar que o barro.

Aristóteles também acreditava que objetos mais pesados caíam mais rápido que os leves, porque se esforçavam mais para atingir seu “lugar certo”.

Quando se tratava dos céus, ele tinha outra visão: o movimento natural lá era circular, infinito e perfeito. Ele dizia que os corpos celestes eram feitos de uma substância especial, chamada quintessência, e que leis diferentes valiam para eles. Só a Lua tinha algumas “imperfeições”, que ele explicava como sendo influência da Terra.

Movimento violento: Esse era o movimento que acontecia por causa de forças externas, como empurrões ou puxões. Por exemplo:

- ▶ Empurrar um carro de mão.
- ▶ Jogar uma pedra.
- ▶ O vento empurrando um barco.

Segundo Aristóteles, o movimento violento só acontecia enquanto existisse uma força agindo; se ela parasse, o movimento também pararia.

Resumindo as ideias de Aristóteles:

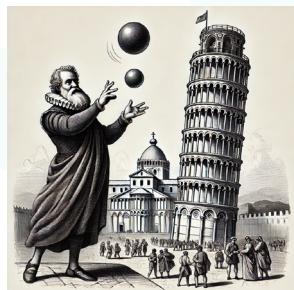
- * Tudo se movia por causa da sua “natureza” ou porque era empurrado ou puxado.
- * O estado normal das coisas era o repouso, exceto no caso dos corpos celestes.
- * Se algo estivesse no seu “lugar certo”, não se moveria, a menos que fosse forçado.

CÁLCULOS E NOTAS

Essas ideias foram revolucionárias no início, mas acabaram sendo vistas como verdades absolutas por quase 2.000 anos. Era tão óbvio para as pessoas da época que a Terra estava no “lugar certo” que ninguém imaginava que ela pudesse se mover. Afinal, quem conseguiria empurrar a Terra?

OS EXPERIMENTOS DE GALILEU

A TORRE INCLINADA E GALILEU



Galileu Galilei, o cientista mais influente do século XVII, foi quem realmente deu força à ideia de Copérnico de que a Terra se move. E sabe como ele fez isso? Refutando as ideias de Aristóteles sobre o movimento, que na época ainda eram consideradas quase sagradas.

Embora outros já tivessem questionado Aristóteles, Galileu foi o primeiro a provar que ele estava errado usando experimentos e observações. Uma das hipóteses mais famosas de Aristóteles dizia que objetos mais pesados caíam mais rápido que os mais leves. Para testar isso, Galileu teria usado a icônica Torre Inclinada de Pisa.

Reza a lenda que ele subiu na torre, deixou cair dois objetos de pesos diferentes e... surpresa! Eles chegaram ao chão ao mesmo tempo (exceto por um pequeno efeito da resistência do ar). Isso provou que o peso não influenciava diretamente na velocidade de queda.

Dizem até que ele reuniu uma multidão curiosa para assistir à demonstração. Mas, mesmo vendo os dois objetos baterem no chão juntos, muitos ainda zombaram de Galileu e insistiram em seguir os ensinamentos de Aristóteles. Vai entender, né?

OS PLANOS INCLINADOS

Galileu tinha uma curiosidade incrível: ele não queria saber tanto o **porquê** das coisas se moverem, mas o **como** elas se moviam. Para isso, ele acreditava que experimentar era muito mais importante do que simplesmente usar a lógica. Diferentemente de Aristóteles, que baseava suas ideias nas observações do dia a dia, Galileu foi além e trouxe algo novo: testou hipóteses para entender o movimento.

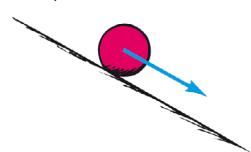
Aristóteles dizia: “Se algo está em movimento, é porque está sendo empurrado ou puxado. Caso contrário, ele para.” Isso fazia sentido na época porque, afinal, tudo que se movia parecia parar em algum momento.

Galileu pensou diferente: “E se não houvesse atrito? Um objeto não precisaria de empurrão ou puxão; ele continuaria se movendo para sempre.” Isso ia contra tudo que Aristóteles acreditava.

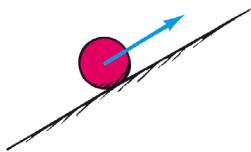
Para provar sua ideia, Galileu usou planos inclinados e experimentos bem simples. Ele notou que:

- * Bolas rolando para baixo ficavam mais rápidas.
- * Bolas rolando para cima ficavam mais lentas.
- * Bolas rolando em uma superfície plana mantinham a mesma velocidade – e só paravam por causa do atrito.

Inclinação para baixo –
A rapidez aumenta



Inclinação para cima –
A rapidez diminui



Sem inclinação –
Muda a rapidez?



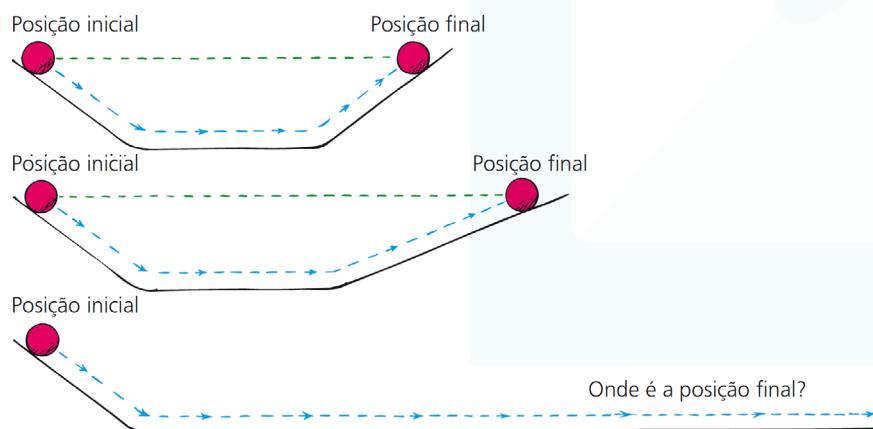
Quanto mais lisa a superfície, mais tempo o movimento persistia. Isso levou Galileu a concluir: **na ausência de atrito, um objeto em movimento continuaria assim para sempre.**


CÁLCULOS E NOTAS

O experimento dos planos inclinados

Galileu também fez um experimento interessante: colocou dois planos inclinados um de frente para o outro. Ele soltava uma bola do topo de um dos planos e via que ela subia no outro até quase a mesma altura de onde tinha começado. Quanto mais liso o plano, mais perto ela chegava da altura inicial. Depois, ele foi diminuindo o ângulo de inclinação do segundo plano. Resultado? A bola tinha que ir mais longe para atingir a mesma altura.

Por fim, ele se perguntou: “E se o plano de subida for completamente horizontal?” A resposta era clara para ele: “A bola nunca vai parar de rolar.” Foi assim que Galileu formulou o conceito de inércia: a tendência de um objeto em movimento continuar em linha reta, a menos que algo interfira.

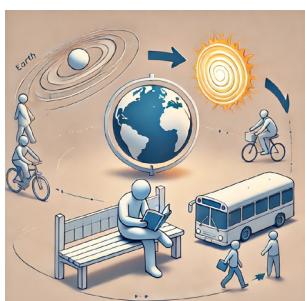


Derrubando Aristóteles

Galileu desafiou Aristóteles, que acreditava que o movimento precisava sempre de uma força constante. Aristóteles não tinha considerado o atrito como uma força que interfere no movimento – e essa ideia atrasou o progresso da física por quase 2.000 anos! Mas com o conceito de inércia de Galileu, o caminho foi aberto para **Isaac Newton** criar uma nova visão do universo.

MOVIMENTO OU REPOUSO

O MOVIMENTO ESTÁ EM TUDO



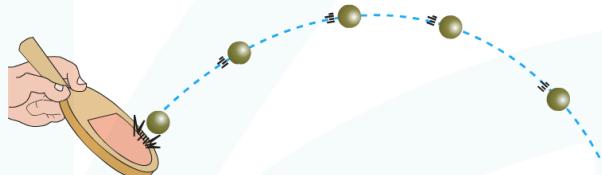
Tudo está em movimento – até as coisas que parecem estar paradas! Por exemplo, enquanto você lê isso, está se movendo a incríveis 107.000 km/h em relação ao Sol. E quer saber? Sua velocidade em relação ao centro da nossa galáxia é ainda maior!

Quando falamos sobre movimento, sempre precisamos considerar em relação a quê ele está acontecendo.

Por exemplo: Se você anda pelo corredor de um ônibus em movimento, sua velocidade em relação ao chão do ônibus é uma. Já em relação à estrada lá fora, é outra. Quando dizemos que um carro de corrida alcança 300 km/h, estamos falando dessa velocidade em relação à estrada.

TRAJETÓRIA

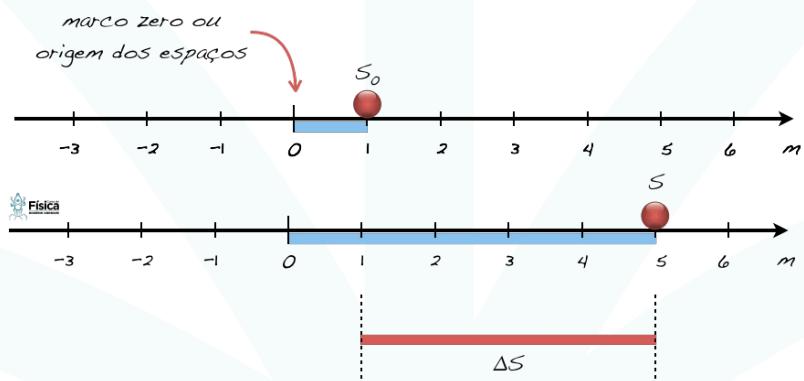
Trajetória é simplesmente o caminho que algo percorre ao se mover. É como um “rastro” que mostra todas as posições ocupadas pelo objeto ao longo do tempo, sempre em relação a um ponto de referência. Em outras palavras, é o mapa do movimento!




CÁLCULOS E NOTAS

ESPAÇO DE UM MÓVEL

É a posição que o móvel ocupa em sua trajetória.



CÁLCULOS E NOTAS

DESLOCAMENTO ESCALAR

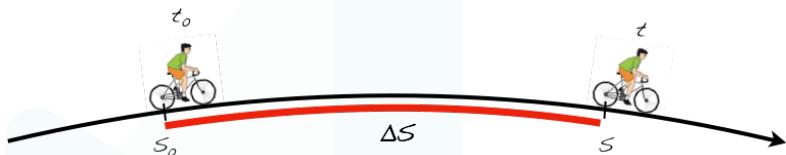
$$\Delta s = s - s_0$$

VARIAÇÃO DO TEMPO

$$\Delta t = t - t_0$$

VELOCIDADE

É a grandeza física que nos dá a ideia da rapidez com que um móvel muda de posição.



VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

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

Unidade no SI:

metro por segundo (m/s)

Unidade usual:

quilômetro por hora (km/h)

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} \xrightarrow{: 3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\xleftarrow{\times 3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

EXEMPLO 1

Além do velocímetro, no painel de cada carro existe um hodômetro, que registra a distância percorrida. Se a marcação do mesmo for zerada no início de uma viagem, e uma leitura de 40 km for feita meia hora depois, qual terá sido sua velocidade média?

- a) 20 km/h
- b) 40 km/h
- c) 60 km/h
- d) 80 km/h
- e) 100 km/h

VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA (V)

Na representação do movimento de um automóvel vamos supor que ele sofreu uma variação do espaço de 240 km durante um intervalo de tempo de 4 h, o que determinou uma velocidade escalar média de 60 km/h.

Observe que o resultado não nos permite saber como foi o movimento em diferentes instantes daquele intervalo de 4 horas. De fato, dependendo das condições de

tráfego e do comportamento do motorista, o automóvel pode ter corrido mais em certos instantes e menos em outros, mas nada sabemos. Isso quer dizer que o velocímetro do automóvel, isto é, o seu medidor de velocidades, certamente indicou valores diferentes em diferentes instantes.

O valor indicado pelo velocímetro em determinado instante é o valor absoluto do que chamaremos **Velocidade Escalar Instantânea** do automóvel neste instante. A **velocidade escalar instantânea (v)** é o valor limite a que tende a velocidade escalar média, quando Δt tende a zero.

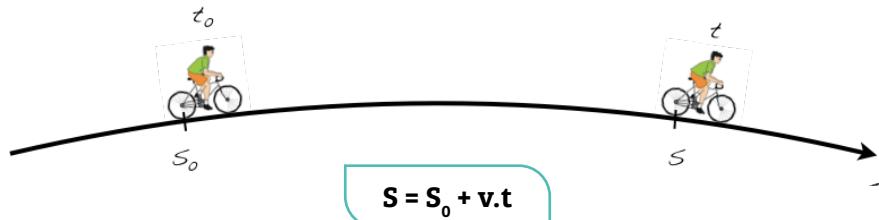
$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

É aquele em que o móvel tem velocidade escalar instantânea constante, coincidindo com sua velocidade escalar média, qualquer que seja o intervalo de tempo considerado. Pode-se dizer ainda que, em movimento uniforme, o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.

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

FUNÇÃO HORÁRIA DO ESPAÇO



ONDE:

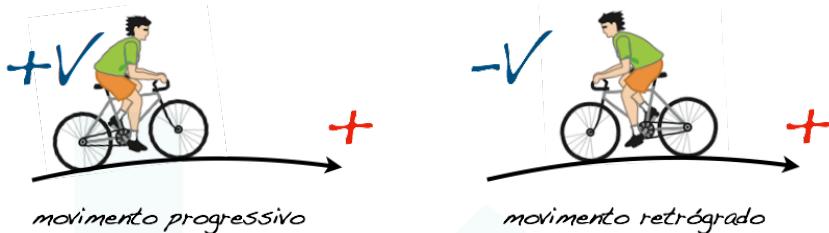
S – Espaço Final

v – Velocidade

S_0 – Espaço Inicial

t – Tempo

Quando o movimento se dá no sentido positivo da trajetória, a velocidade escalar também é positiva, diz-se então que o movimento é **progressivo**, pois os espaços crescem com o tempo. Quando o movimento se dá no sentido oposto ao sentido positivo da trajetória, a velocidade escalar será negativa, diz-se que o movimento é **retrogrado**, uma vez que os espaços decrescem com o tempo.



VELOCIDADE RELATIVA



$$|V_{\text{rel}}| = |V_A - V_B|$$



$$|V_{\text{rel}}| = |V_A| + |V_B|$$



CÁLCULOS E NOTAS

EXEMPLO 2

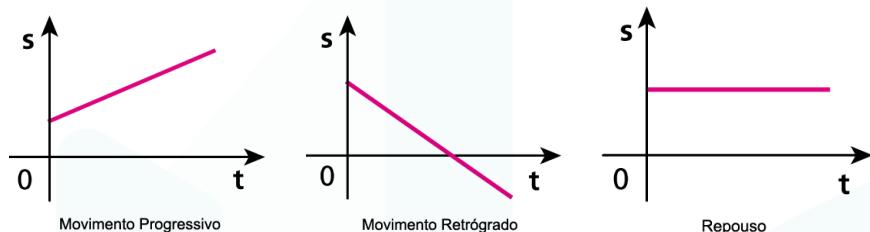
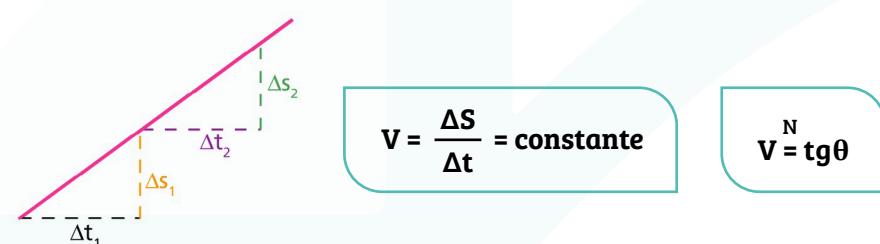
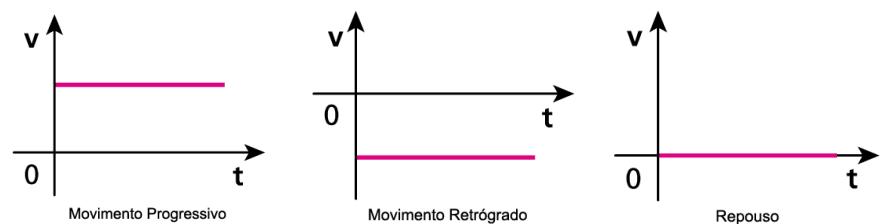
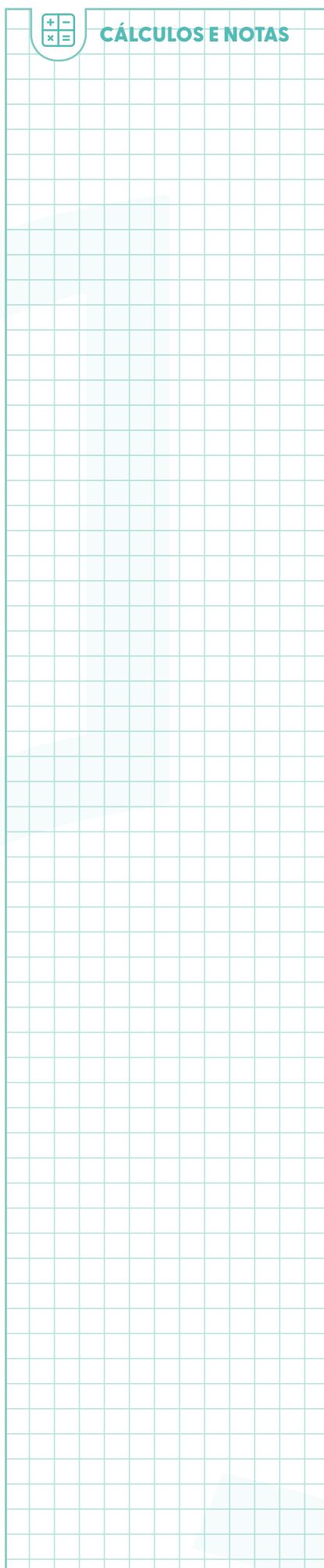
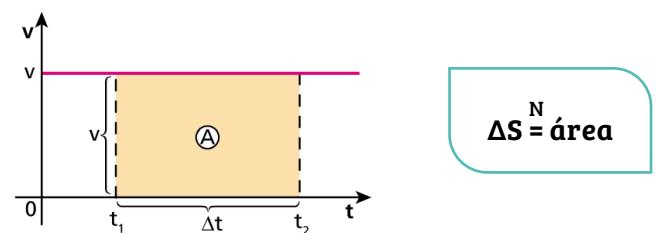
(CFTMIG) Considere o problema de Calvin na tirinha a seguir.



Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/3621/calvin-e-seus-amigos>>. Acesso em: set. 2019.

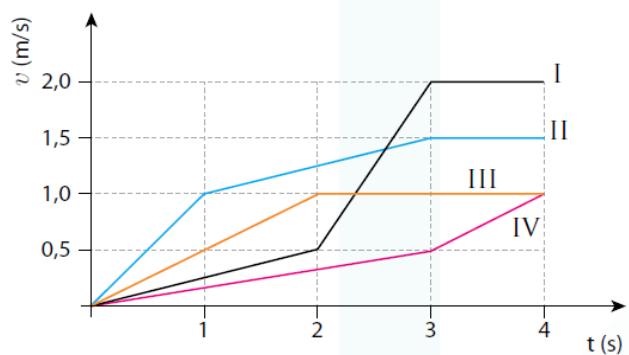
A resposta correta para o desafio da tirinha, em km, é

- 10
- 20
- 30
- 40
- 50

GRÁFICOS DO MRU**GRÁFICO S X T****Propriedade****GRÁFICO V X T****Propriedade**

EXEMPLO 3

(UERJ) Em uma pista de competição, quatro carrinhos elétricos, numerados de I a IV, são movimentados de acordo com o gráfico $v \times t$ a seguir.



O carrinho que percorreu a maior distância em 4 segundos tem a seguinte numeração:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) I e III



ANOTAÇÕES



CÁLCULOS E NOTAS

Estamos juntos nessa!



CURSO
FERNANDA PESSOA
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.