
O “R” DE RETILÍNEO

Alberto Gaspar

Depto de Física e Química – UNESP
Guaratinguetá – SP

Resumo

O ensino da cinemática nos cursos de Física do ensino médio tem, ultimamente, recebido sérias restrições de pesquisadores da área. Estas restrições, embora não consensuais, são agravadas pela má qualidade da abordagem que dela se faz em grande parte dos livros didáticos adorados em nossas escolas, sobretudo em relação ao seu caráter vetorial.

I. Introdução

No início de 1993, durante a conferência de abertura do X SNEF -Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em Londrina, o professor Luiz Carlos Menezes propôs aos professores de Física do ensino médio, grande maioria da perplexa platéia, que abolissem o ensino de cinemática de seus cursos. Segundo ele, a cinemática tem muito pouco a ver com a Física, não exige a compreensão de seus princípios básicos, e nem sequer é propedêutica, isto é, não é pré-requisito essencial para o estudo dos demais conteúdos do currículo.

Embora aceitando as premissas, não concordamos com a conclusão. Há fortes razões que justificam o estudo da cinemática e uma delas, certamente encontra apoio na própria história da Física, que se inicia com o estudo dos movimentos. Outra, provavelmente a responsável maior pelo sucesso da cinemática no ensino médio, é a ponte que ela estabelece com a matemática, com as equações de ensino fundamental e ensino médio cujo estudo, em geral, se desenvolve paralelamente ao estudo dos movimentos, às vezes até com o mesmo professor. O estudo da cinemática, quando descreve movimentos através de equações, tem um papel relevante na compreensão da utilização da matemática como ferramenta básica para o estudo da Física. Aliás, nesse sentido, não nos lembramos de outro tópico que possa substituí-la de forma tão adequada e oportuna.

Indesejável, e talvez seja esta a motivação maior da proposta radical do Professor Menezes, é a ênfase excessiva do seu estudo nos nossos currículos e textos de Física do ensino médio, repletos de conceitos irrelevantes e problemas repetitivos e irrealistas, abrangendo, freqüentemente, todo o primeiro ano do curso. É ainda mais lamentável que conceitos básicos como referencial, trajetória, posição, velocidade e aceleração sejam, na maioria de nossos livros didáticos, tratados de forma incorreta ou pouco rigorosa. Posição é sinônimo de espaço (são comuns as "equações horárias dos espaços"), conceito que, depois da teoria da relatividade, passou a ter um significado muito mais rico e preciso. Os sinais da velocidade e aceleração têm interpretações confusas e raramente ligadas ao referencial (aceleração negativa é quase sempre sinônimo de frenagem ou “desaceleração”, um conceito pirata, emprestado da linguagem

cotidiana, que poderia até dar origem a uma “desvelocidade”...). Mais grave, no entanto, porque se dissemina cada vez mais, é a inexplicável tendência de se suprimir o “r” de retilíneo nos outrora respeitadas MRU e MRUV.

II. O “r” de retilíneo

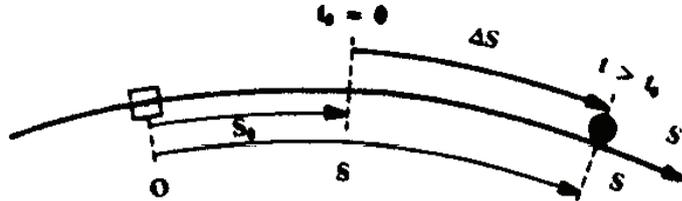
Não há movimento sem trajetória e o estudo de um movimento é tanto mais complexo quanto mais complexa for a trajetória descrita. Estas são afirmações quase óbvias, mesmo para um leigo em Física, desde que tenha bom senso. Entretanto, muitos de nossos livros didáticos criaram uma ficção: os movimentos sem trajetória – o MU, movimento uniforme e o MUV, movimento uniformemente variado.

As definições desses movimentos formuladas por esses textos, são muito simples: o MU é um movimento em que a velocidade é constante e o MUV é o movimento em que a aceleração é constante (veja quadro 1). Muitos acrescentam o adjetivo “escalar” aos substantivos velocidade e aceleração, como se isso bastasse para tornar a trajetória irrelevante, o que é um equivoco. Muitos de nossos textos, apesar de não se referirem a trajetórias retilíneas (e alguns fazem questão de evidenciar esta característica através de figuras, como se vê no quadro 2) deduzem as equações desses movimentos como se não houvesse mudança de direção. A equação da velocidade do tal MUV é invariavelmente deduzida a partir da *diferença algébrica das velocidades, às vezes até mesmo acompanhada de ilustrações de trajetórias curvilíneas* o que, obviamente, é uma heresia conceitual.

Tem-se a impressão de que, como nestes livros o capítulo de vetores vem depois das definições de velocidade e aceleração, seus autores acreditam que estas grandezas podem ser tratadas escalarmente, sem erro, independentemente da trajetória, “pois não se falou ainda em vetores...”. Deve-se ressaltar que alguns autores e professores têm a preocupação de distinguir a velocidade escalar da velocidade vetorial como sendo conceitos distintos. Embora essa atitude seja louvável porque, de certa forma, preserva o conceito “verdadeiro” de velocidade, ela nos parece inconveniente. A única justificativa que encontramos para se definir uma velocidade escalar é reduzir o choque entre o conceito físico de velocidade e o seu conceito cotidiano. Um exemplo: a velocidade média de um carro de Fórmula 1, ao completar uma volta num circuito qualquer, é zero, já que o seu deslocamento é zero. É muito difícil um aluno entender ou aceitar uma afirmação como essa e, nesse sentido, é compreensível e até aceitável a definição de uma velocidade escalar média. Essa definição, no entanto, tem o sério inconveniente de levar a extrapolações inadequadas. Em primeiro lugar, a velocidade escalar média dá origem à velocidade escalar instantânea. Além de desnecessário, pois não tem a mesma justificativa do anterior, este conceito é muito mais pobre, sob o ponto de vista físico, do que o de velocidade instantânea (vetorial). Em segundo lugar, dessa discutível velocidade escalar instantânea surgem as acelerações escalares médias e instantâneas, estas indiscutivelmente desprovidas de qualquer significado físico. Se, com alguma boa vontade, é possível aceitar uma “velocidade escalar”, o mesmo não ocorre em relação à aceleração, cujo caráter vetorial é absolutamente essencial. Como descrever um movimento em trajetória curvilínea sem levar em conta o caráter vetorial da escalarmente a segunda lei de Newton, $F = m \cdot \vec{a}$? Talvez se pudesse também definir uma força escalar e, por extensão, criar uma Física Escalar. Pena que não vivamos num Universo Escalar...

Quadro 1 – Definições e equações do MU e do MUV

O movimento de um corpo é uniforme quando sua velocidade escalar é constante e não-nula.



Resumindo:

<p>Movimento Uniforme $v = \text{constante} \neq 0$ $S = S_0 + vt$</p>

Extraído do texto: Física Volume I - Mecânica, Paraná, Ed. Ática, 1993, p. 70 e 71.

1. Definição de Movimento Uniformemente Variado

O movimento de um ponto material é uniformemente variado quando sua aceleração é constante e não-nula em todos os instantes.

$MUV \rightarrow a \text{ é constante e não-nula.}$

Conseqüência da definição:

Se em todos os instantes do movimento a aceleração é constante, decorre que o valor da aceleração instantânea coincide com o da aceleração média:

$MUV \rightarrow a = a_m$

Assim:

$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \text{constante}$
--

O quociente entre a variação da velocidade (ΔV) e o correspondente intervalo de tempo (Δt) é constante.

Extraído do texto: Física - Mecânica - Volume I, Robortella, Edson e Avelino, Ed. Ática, 1992, p.100.

Quadro 2 -Trajetória e dedução da equação da velocidade no "MUV"

5. Função da velocidade no MUV

Podemos obter a função da velocidade do MUV aplicando o conceito de aceleração média.

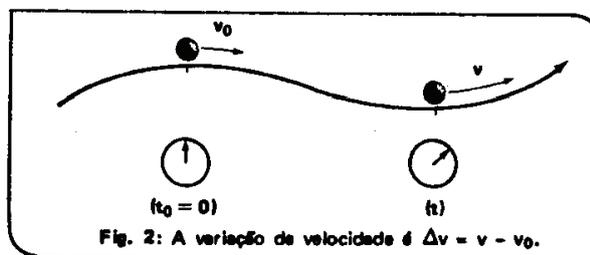
Assim, sendo v_0 a velocidade inicial (no instante $t_0 = 0$) e v a **velocidade** num instante posterior t (Fig. 2), temos:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$v - v_0 = at$$

$$\boxed{v = v_0 + at}$$



Na fórmula da função horária da velocidade do MUV, a velocidade inicial v_0 e a aceleração a são constantes para cada movimento.

Extraído de: Aulas de Física; Nicolau, Toledo e Ivan, Ed. Atual, 1984, p. 52.

III. Conclusão

De qualquer forma, a má qualidade com que a cinemática costuma ser abordada não deve reforçar a argumentação dos que pretendem suprimir o seu estudo nos currículos de Física – seria algo como extinguir a democracia devido à má qualidade dos políticos. É claro que há aqui um certo exagero: nem a cinemática é tão essencial como a democracia, nem todos textos de Física são tão ruins como nossos políticos, embora exijam também uma avaliação crítica contínua e rigorosa. É incrível a força da palavra escrita, “que está no livro”, sobre nossos professores e alunos, talvez devido à nossa formação cultural, moldada em grande parte pelo catecismo e pela Bíblia. Muitas vezes uma dúvida ou discussão em sala de aula se encerra com o veredicto categórico e definitivo: “é assim porque está no livro!”

Seria bom despertar em nossos professores e alunos uma postura mais crítica em relação aos nossos textos didáticos, no entanto mais importante ainda é melhorar a qualidade desses textos, até porque isso é muito mais fácil do que modificar a crença quase religiosa na palavra escrita, tão arraigada em nossa cultura.

IV. Referências Bibliográficas

NICOLAU; TOLEDO; IVAN. **Aulas de Física: Mecânica**, v. 1, Ed. Atual, 1984.

PARANÁ, D.N. **Física: Mecânica**, v. 1, Ed. Ática, 1993.

ROBORTELLA; EDSON; AVELINO. **Mecânica**, v. 1, Ed. Ática, 1992.