



INSTITUTO DE FÍSICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Pós-Graduação

Mestrado Profissional em Ensino de Física

Modelos Cinemáticos

José Luiz dos Santos

Orientador: Carlos Eduardo Aguiar

Críticas comuns ao ensino da cinemática:

- Consome tempo excessivo.
- Apresentada de maneira pouco interessante (problemas matemáticos e mera etapa na construção da dinâmica).
- Poucas aplicações a situações reais.

Consequências:

- Os estudantes não reconhecem:
 - a importância de conceitos como referencial, trajetória, taxa de variação;
 - a utilidade prática do que foi estudado.
- Segundo Trowbridge e McDermott (Am. J. Phys. 48, 1020), as dificuldades encontradas em compreender a dinâmica podem residir na não compreensão dos conceitos de cinemática [2].

É possível sair disso.

- A cinemática pode ser utilizada como uma ferramenta para análise de problemas reais e interessantes.
- Modelos cinemáticos.

Analizando o atletismo

Nas provas de corrida:

- Qual é a maior velocidade que um atleta pode alcançar?
- A partir de que distância o desgaste físico é significativo para esse atleta?
- Qual o tempo gasto no processo de largada?

Modelo cinemático das provas de corrida

$$T = \frac{D}{V(D)} + T_L \quad (1)$$

Onde:

- T – tempo da prova.
- D – é a distância da prova.
- $V(D)$ – velocidade de “cruzeiro”.
- T_L - é o tempo gasto no processo da largada.

A velocidade em provas rápidas

$$V(D) = \frac{V_0}{1 + \frac{D}{\lambda}} \quad (2)$$

Onde:

- V_0 - velocidade máxima que o atleta atingiria se não cansasse.
- λ - distância em que o desgaste físico se torna significativo.

Determinando $T(D)$

Juntando tudo, encontramos:

$$T(D) = \frac{1}{\lambda V_0} D^2 + \frac{1}{V_0} D + T_L$$

Análise dos recordes mundiais

Provas masculinas de velocidade:

D (m)	T (s)	Recordista
100	9,58	U. Bolt
200	19,2	U. Bolt
400	43,2	M. Johnson

Recordes mundiais em provas masculinas de velocidade.

Substituindo os valores de D e T de cada prova no modelo, obteremos:

- $V_0 = 13.8$ m/s (maior velocidade que um atleta pode alcançar).
- $\lambda = 909$ m (distância o desgaste físico é significativo).
- $T_L = 1.56$ s (o tempo gasto no processo de largada).

Resultados

- Qual é a maior velocidade que um atleta de ponta pode alcançar?

$$V_0 = 14 \text{ m/s}$$

- A partir de que distância o desgaste físico é significativo para esse atleta?

$$\lambda = 900 \text{ m}$$

- Qual o tempo gasto no processo de largada?

$$T_L = 1.6 \text{ s}$$

Previsões

Provas não oficiais (60, 150 e 300 m)

$$T = 8.10^{-5}D^2 + 0,0722D + 1,56$$

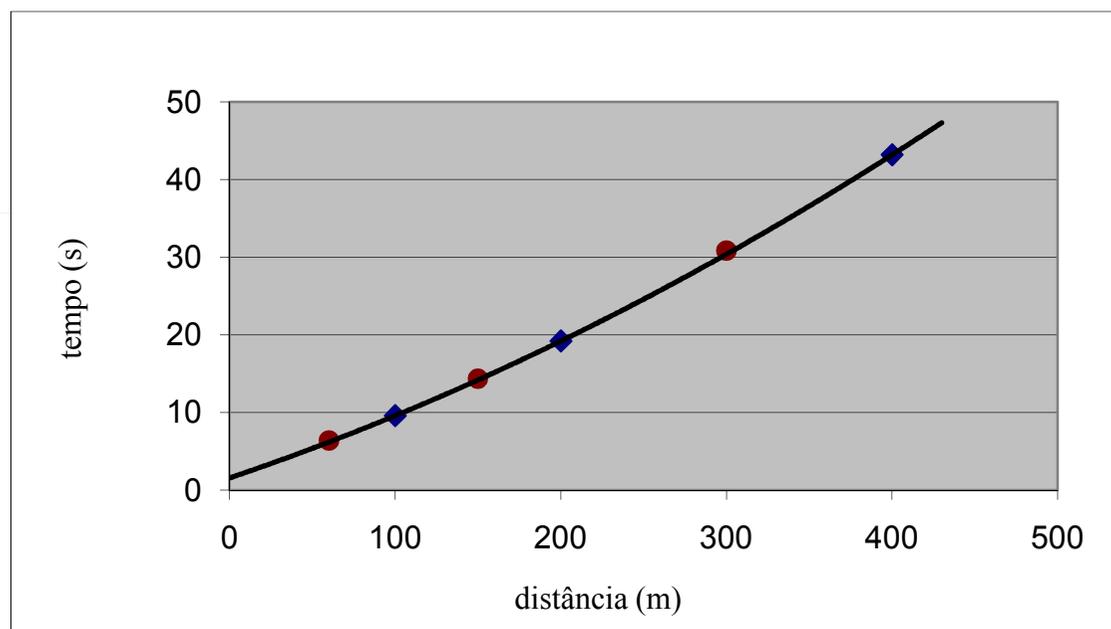


Gráfico $T \times D$ segundo o modelo proposto. Os losangos são pontos utilizados para construir o modelo (provas oficiais) e os círculos são pontos das provas não-oficiais.

Previsões

- Qual é a prova mais rápida do atletismo?

$$V_m = \frac{D}{T} \quad \text{com:} \quad T = \frac{1}{\lambda V_0} D^2 + \frac{1}{V_0} D + T_L$$

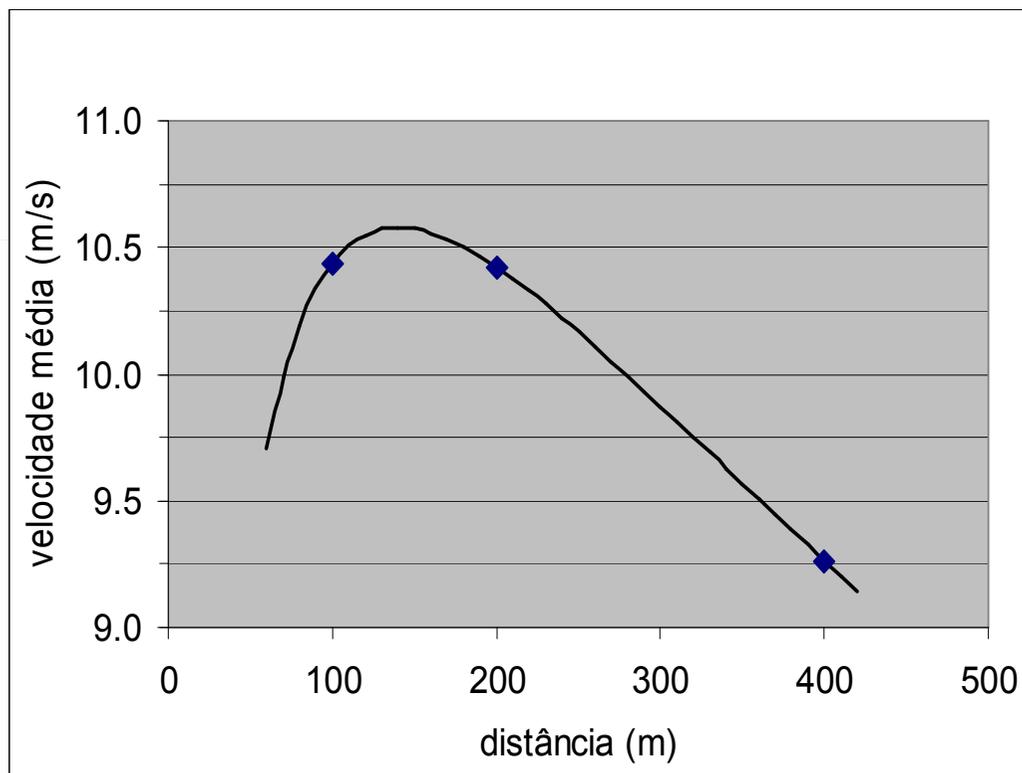


Gráfico $V_m \times D$ das velocidades médias em função das distâncias

A prova mais rápida do atletismo

D (m)	T (s)	V_m (m/s)
100	9,58	10,44
150	14,35	10,45
200	19,19	10,42

Recordes mundiais (todos de Usain Bolt)

Conforme previsto pelo nosso modelo!

Considerações finais:

- Utilizando conceitos básicos da cinemática, construímos um modelo simples que foi capaz de responder questões instigantes e instrutivas sobre uma situação real.
- O modelo pode ser (está sendo) utilizado por alunos do ensino médio.
- O modelo não é um algoritmo pronto, acabado, muito pelo contrário. O aluno pode aplicá-lo a outras situações fazendo alterações e adaptações quando necessário.
- As modelagens mais comuns estão fundamentadas na dinâmica
- Atividade de modelagem, pouco comum no ensino médio e menos ainda na cinemática que não está restrita à dinâmica.