

## ESTUDO DO MOVIMENTO RETILÍNEO E UNIFORME

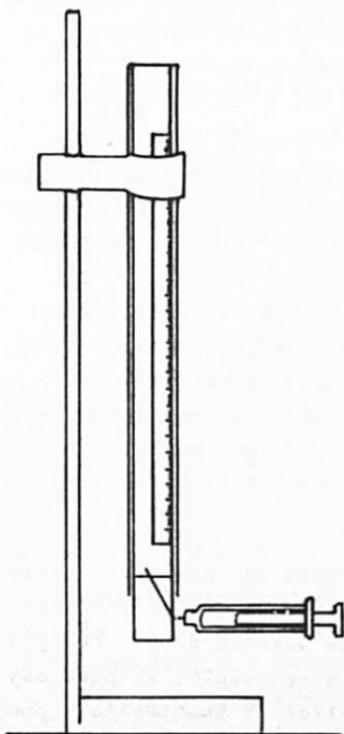
Norberto Cardoso Ferreira  
Instituto de Física - USP

A deficiência de nossas escolas quanto ao ensino experimental da Física é enorme. Ao lado da falta de verbas para a educação, podemos incluir também a falta de tempo do professor, oriunda de uma baixa remuneração, além de uma lacuna em sua própria formação profissional no que concerne ao laboratório.

O experimento que estamos propondo, devido à sua simplicidade, pode ser realizado em qualquer escola e ser preparado na própria sala

de aula. Os resultados que obtivemos indicam que o mesmo pode ser um grande auxílio para o professor. O estudo do MRU pode ser feito de maneira bem extensa utilizando um tubo contendo óleo de cozinha no qual são introduzidas gotas de uma mistura de: água, álcool e tinta de escrever, usando-se para isso, seringas plásticas descartáveis. Um tubo longo de vidro, como mostra a figura ao lado, com comprimento de 50 cm e 2 de diâmetro, é vedado, em sua extremidade inferior por uma rolha de borracha. Uma agulha de injeção atravessa essa rolha. O tubo é preenchido com óleo comum de cozinha.

Para as gotas que irão se mover no tubo, são preparadas duas misturas. A primeira delas consta de 3 partes de água, uma de álcool e tinta de escrever suficiente para colorir a mistura. O líquido resultante tem densidade maior que a do óleo e será introduzido pela parte superior do tubo com auxílio de uma seringa. As gotas formadas des-



Dispositivo para o estudo do MRU

cem pelo tubo com movimento uniforme em tempos que vão de 1 minuto até cerca de uma hora, dependendo do diâmetro da gota. Para o movimento ascendente, a proporção da mistura é 3 partes de álcool, uma de água e tinta para colorir a mistura. Neste caso, as gotas são introduzidas pela parte inferior.

Indicaremos alguns experimentos que podem ser realizados com o material descrito. Caberá ao professor, adequar tais procedimentos à população com a qual trabalha e a maneira de abordar o problema.

### Experimento nº 1

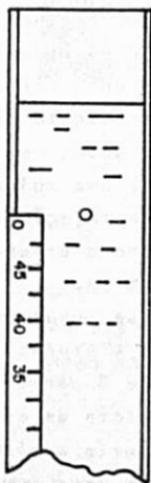
Estudo inicial do Movimento Retilíneo e Uniforme.

**Objetivos:** Ao final deste experimento, o aluno deverá estar apto para:

- caracterizar velocidade positiva e negativa em um dado referencial;
- dar o significado de  $s_0$  no experimento ( $s = vt + s_0$ );
- obter a equação horária de um objeto em MRU através da análise da posição com relação ao tempo para esse objeto.

### Procedimento

#### 1a. parte:



- coloque uma gota da mistura de água e álcool dentro do tubo, pela parte superior (mistura mais densa);
- quando a gota passar pela primeira marcação da régua anote o tempo;
- quando a gota passar pela marca 5 cm abaixo da primeira, torne a marcar o tempo. E assim por diante.
- construa uma tabela da posição e do tempo.

A tabela do item d pode ser construída em duas etapas. Na primeira, anota-se, com auxílio de um relógio comum, "que horas são?", em cada passagem e constroem-se uma tabela como a que está abaixo.

hora de passagem	posição
8h 32min 12s	50cm
8h 32min 56s	45cm
8h 33min 42s	40cm
etc..	

Na segunda parte adota-se para a passagem pela marca inicial da escala o instante zero e a tabela anterior é transformada na que se se abaixo, da seguinte maneira: a segunda passagem se deu às 8h,32min 12s , isto é, 44s depois da primeira, então se adotarmos instante  $t=0$  para a posição 50cm, a posição 45 corresponderá o tempo 44s. Da mesma maneira, a terceira passagem se deu às 8h 33min 42s, isto é, 1min 30s depois de iniciada a experiência. Associaremos então o tempo de 90s (1min e 30s) à posição 40cm. E assim por diante. A tabela forma da ficará como a que está abaixo.

hora de passagem (s)	posição (cm)
0	50
44	45
90	40
etc..	

### 2a. parte:

Inverta a posição da escala, coloque outra gota e repita a primeira parte.

### Análise dos dados

- 1) Coloque os dados obtidos na segunda tabela em um sistema de coordenadas de  $s$  em função de  $t$ .
- 2) Determine a velocidade de cada uma das gotas.
- 3) Determine a equação horária para as duas gotas.
- 4) Determine, utilizando a equação horária, o instante em que cada gota passa pela posição média da escala. Compare esse valor com o obtido experimentalmente.

5) Tente explicar, com suas próprias palavras os itens a e b dos objetivos.

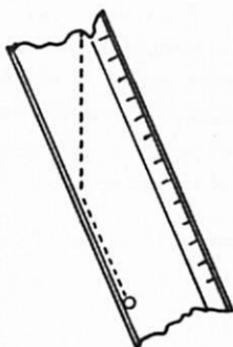
### Experimento nº 2

Análise do movimento de uma gota com velocidade variável.

**Objetivos:** Ao final deste experimento, o aluno deverá estar apto para:

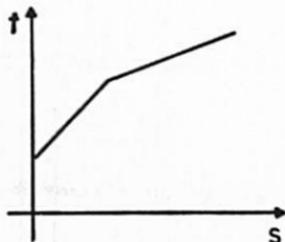
- associar o valor da velocidade à inclinação da reta que representa o movimento, no gráfico  $s \times t$  ;
- construir o gráfico  $v \times t$  para o movimento uniforme.

### *Procedimento*



Incline ligeiramente o tubo e proceda como foi descrito na primeira parte do experimento 1. A gota irá cair livremente pelo óleo até que encontre a parede do tubo. Seu movimento agora irá mudar. Neste experimento, iremos analisar tal fato.

### *Análise dos dados*



Construa o gráfico da posição em função do tempo. Provavelmente, tal gráfico se assemelha à figura ao lado. Ele é composto de dois segmentos de retas consecutivas. O ponto comum a esses segmentos representa o instante e posição no qual se deu o choque da gota com a parede do tubo.

- Em que instante e posição ocorreu o choque?
- Qual a velocidade da gota antes de tocar no tubo?
- Qual a velocidade após o choque?

4) Compare os valores das velocidades com as inclinações das retas que representam cada fase do movimento. Discuta.

5) Qual a equação horária para o movimento da gota antes do choque? Qual a equação horária para depois do choque? Quais os limites de utilização dessas equações?

6) Construa os gráficos da velocidade em função do tempo para as duas fases do movimento.

### Experimento nº 3

#### Ultrapassagem de um móvel.

**Objetivo:** Ao final deste experimento, o aluno estará apto para verificar experimentalmente, a validade das equações mostradas anteriormente e prever o instante e posição da ultrapassagem.

#### Procedimento

- coloque uma gota pequena no tubo e espere que a mesma se desloque cerca de 10cm;
- introduza uma gota maior e quando esta atingir a escala, comece a anotar o tempo (instante zero), e as posições das duas gotas;
- após 10s, anote as posições das gotas. Espere mais 10s e torne a anotar. Repita o processo até que as gotas saiam da escala;
- observe o instante e posição de encontro;
- construa uma tabela semelhante à que está abaixo.

instante	pos. gota grande	pos. gota peq.
0	15,2 cm	25,5 cm
10 s	18,3 cm	26,2 cm
20 s	21,4 cm	26,9 cm
etc..	etc..	etc..

#### Análise dos dados

- Obtenha as equações horárias para os dois móveis.
- Utilizando as equações horárias, determine o instante e posição de encontro das duas gotas.

3) Compare o resultado obtido com aquele anotado experimentalmente.

4) Em que instante a distância entre as duas gotas era 5 cm. Comente.

#### Experimento nº 4

Encontro de dois móveis.

**Objetivos:** Este experimento pode ser utilizado como avaliação ou ainda ter o mesmo objetivo do experimento anterior.

#### *Procedimento*

Introduza uma gota pela parte inferior e outra pela parte superior do tubo. Siga um roteiro semelhante ao do experimento 3 e responda às mesmas questões.

Como conclusão, podemos afirmar que temos encontrado grande aceitação por parte dos alunos quanto aos experimentos descritos. Os

problemas com relação aos erros experimentais quase não existem.

Por outro lado, algumas simplificações podem ser introduzidas, caso não se deseje aprofundar a questão. Por exemplo, o tubo descrito pode ser substituído por um tubo de ensaio grande suportado por uma base construída com um copo plástico (sorvete, iogurte, etc.) preenchido com gesso. A escala pode ser um papel milimetrado ou ainda xerox de régua plásticas.

