

# **Física Básica Experimental**

**Menilton Menezes**



**São Cristóvão/SE  
2009**

# Física Básica Experimental

**Elaboração de Conteúdo**  
Menilton Menezes

---

**Projeto Gráfico e Capa**  
Hermeson Alves de Menezes

**Diagramação**  
Lucílio do Nascimento Freitas

Reimpressão

---

Copyright © 2009, Universidade Federal de Sergipe / CESAD.  
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização por escrito da UFS.

**FICHA CATALOGRÁFICA PRODUZIDA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

M543f	Menezes, Menilton. Física básica experimental / Menilton Menezes -- São Cristóvão:Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2009.
-------	---

1. Física básica. 2. Leis da Física. I. Título.

CDU 530.1

**Presidente da República**

Luiz Inácio Lula da Silva

**Chefe de Gabinete**

Ednalva Freire Caetano

**Ministro da Educação**

Fernando Haddad

**Coordenador Geral da UAB/UFS****Diretor do CESAD**

Antônio Ponciano Bezerra

**Secretário de Educação a Distância**

Carlos Eduardo Bielschowsky

**Vice-coordenador da UAB/UFS****Vice-diretor do CESAD**

Fábio Alves dos Santos

**Reitor**

Josué Modesto dos Passos Subrinho

**Vice-Reitor**

Angelo Roberto Antonioli

---

**Diretoria Pedagógica**

Clotildes Farias (Diretora)

Hérica dos Santos Mota

Iara Macedo Reis

Daniela Souza Santos

Janaina de Oliveira Freitas

**Núcleo de Avaliação**

Guilhermina Ramos (Coordenadora)

Carlos Alberto Vasconcelos

Elizabeth Santos

Marialves Silva de Souza

**Diretoria Administrativa e Financeira**

Edélzio Alves Costa Júnior (Diretor)

Sylvia Helena de Almeida Soares

Valter Siqueira Alves

**Núcleo de Serviços Gráficos e Audiovisuais**

Giselda Barros

**Núcleo de Tecnologia da Informação**

João Eduardo Batista de Deus Anselmo

Marcel da Conceição Souza

**Coordenação de Cursos**

Djalma Andrade (Coordenadora)

**Assessoria de Comunicação**

Guilherme Borba Gouy

**Núcleo de Formação Continuada**

Rosemeire Marcedo Costa (Coordenadora)

---

**Coordenadores de Curso**

Denis Menezes (Letras Portugueses)

Eduardo Farias (Administração)

Haroldo Dorea (Química)

Hassan Sherafat (Matemática)

Hélio Mario Araújo (Geografia)

Lourival Santana (História)

Marcelo Macedo (Física)

Silmara Pantaleão (Ciências Biológicas)

**Coordenadores de Tutoria**

Edvan dos Santos Sousa (Física)

Geraldo Ferreira Souza Júnior (Matemática)

Janaina Couvo T. M. de Aguiar (Administração)

Priscilla da Silva Góes (História)

Rafael de Jesus Santana (Química)

Ronilse Pereira de Aquino Torres (Geografia)

Trícia C. P. de Santana (Ciências Biológicas)

Vanessa Santos Góes (Letras Portugueses)

---

**NÚCLEO DE MATERIAL DIDÁTICO**

Hermeson Menezes (Coordenador)

Edvar Freire Caetano

Isabela Pinheiro Ewerton

Lucas Barros Oliveira

Neverton Correia da Silva

Nycolas Menezes Melo

Tadeu Santana Tartum

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos"

Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze

CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE

Fone(79) 2105 - 6600 - Fax(79) 2105- 6474



# Sumário



## **AULA 1**

Construção de gráficos em papel milimetrado ..... 07

## **AULA 2**

Construção de gráficos em papel monolog (mono-logarítmico) ..... 19

## **AULA 3**

Construção de gráficos em papel Dilog ..... 27

## **AULA 4**

Dinâmica I - 1ª lei de Newton (Princípio de inércia) ..... 39

## **AULA 5**

Dinâmica II - 2ª lei de Newton ..... 47

## **AULA 6**

Dinâmica III - Força de Atrito ..... 59

## **AULA 7**

Oscilador de mola - Lei de Hooke ..... 67

## **AULA 8**

Conservação de Energia I - Capacidade Calorífica do Calorímetro ..... 75

## **AULA 9**

Conservação de Energia II – Calor Específico de Substância Sólida ..... 83

## **AULA 10**

Dilatação dos líquidos ..... 93



1  
livro

1  
aula

## CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS EM PAPEL MILIMETRADO

### META

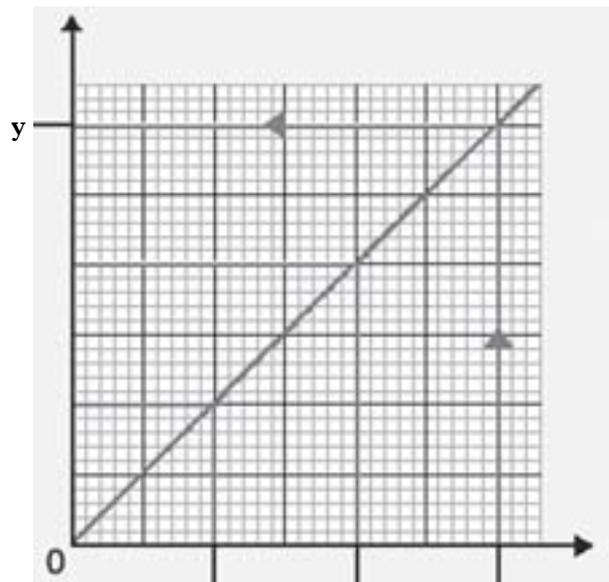
Orientar os estudantes sobre a utilização de gráficos cartesianos em escala decimal.

### OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:  
construir gráficos do tipo posição x tempo e velocidade x tempo no MRU e no MRUV;  
utilizar dados obtidos na aula de laboratório para verificar leis e grandezas físicas.

### PRÉ-REQUISITOS

Conhecer função de 1º grau, do tipo  $y = a \cdot x$  e  $y = a \cdot x + b$   
Ser capaz de marcar pontos que pertencem a uma reta em eixo cartesiano.



(Fonte: <http://www.cepa.if.usp.br>).

X

**O**lá, caro aluno! Seja bem-vindo a esta disciplina. Este é o nosso primeiro encontro, entre tantos que ainda estão por vir. Gostaríamos muito de conhecer suas expectativas não só em relação a esta disciplina, mas também quanto ao curso de Ciências Biológica. No entanto, as especificidades da Educação a Distância não nos permitem esta aproximação. Mas mesmo assim, espero que elas sejam as melhores e que possamos corresponder-lhe.

## INTRODUÇÃO

Antes de iniciarmos esta aula, vamos fazer um breve comentário sobre o conteúdo desta disciplina.

Agora que você já teve um panorama sobre a Física Básica Experimental, vamos ao conteúdo desta aula. Nela iremos abordar a construção de gráficos em papel milimetrado. Para que você tenha um bom desempenho, é importante rever alguns conteúdos estudados durante o Ensino Médio, como funções de 1º grau. Se você não estiver bem “afiado” no assunto, que tal ativar aqueles adoráveis livros de Matemática ou de Física e fazer uma breve revisão. Creio que será de bom proveito.



(Fonte: <http://www.cursinhosgratis.wordpress.com>).

Para melhor visualizar os resultados obtidos experimentalmente e analisar a comprovação de leis físicas, constroem-se gráficos utilizando sistemas de coordenadas cartesianas. Para grandezas que não variam linearmente, podemos usar os gráficos monolog e di-log com a finalidade de fazer a linearização das curvas.

As grandezas envolvidas na experiência serão colocadas no gráfico da seguinte maneira:

### GRÁFICOS, PARA QUÊ?

- variável dependente no eixo dos Y
- variável independente no eixo dos X

Para traçar o gráfico  $v$  (m/s) versus  $t$  (s) ou  $v \times t$ , a grandeza que será colocada no eixo dos Y é a **velocidade**. Logo, pode ser identificada como a variável dependente. Já a grandeza variável tempo será colocada no eixo dos X. Portanto, ela é considerada a variável independente.

Observe os gráficos abaixo.

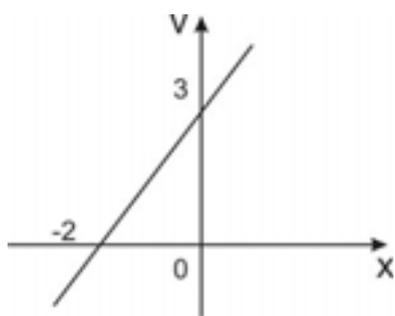


gráfico 1

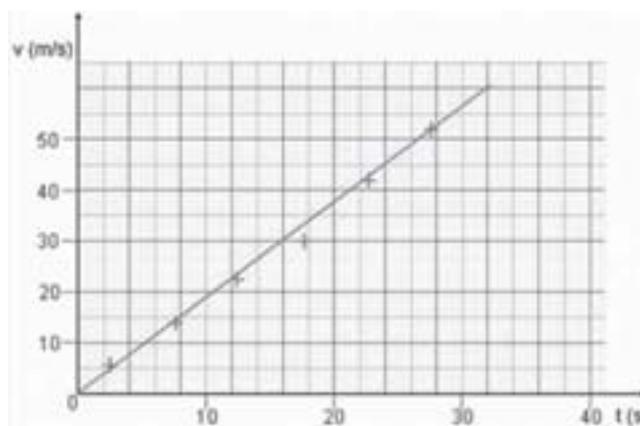


gráfico 2

(Fonte: <http://www.efisica.if.usp.br>)

No gráfico 2, observamos que a variável dependente é a velocidade (m/s), eixo dos Y e a variável independente é o tempo (s) eixo dos X

c) A letra que representa a variável dependente deve ter ao lado, entre parênteses, a unidade da grandeza física, bem como ao lado da variável independente.

d) Para se tornar mais fácil a marcação dos números nos eixos X e Y, vamos trabalhar com potência de 10: depois da letra da variável coloque o sinal de vezes(x), a potência de 10, depois a unidade.

$$V \times 10^a \text{ (m/s)}$$

### Exemplo nº. 1

Tomemos como exemplo a velocidade de um móvel a 100 m/s e a 200 m/s. Escrevendo-a com a potência de dez, torna-se:

$$1 \times 10^2 \text{ (m/s)} \text{ e } 2 \times 10^2 \text{ (m/s)}$$



(Fonte: <http://www.moderna.com.br>)

e) A escala em cada eixo é feita através de uma regra de três entre o maior valor da medida e o tamanho do papel milimetrado.

### Desenvolvimento

Para melhor compreender a marcação dos valores no eixo do X e do Y, vamos juntos observar como se faz a regra de três para utilizar todos os pontos de uma tabela para marcação no gráfico.

Observe o exemplo nº. 2.

### Exemplo n.º 2

Para  $v = 0$  m/s a 427 m/s e o tamanho do papel 15 cm, a velocidade 427 m/s faz corresponder ao tamanho escolhido, 15 cm. Agora, vamos observar quanto vale 1 cm do papel milimetrado (10 mm = 10 quadradinhos).

$$\begin{array}{ccc} 427 \text{ m/s} & \text{-----} & 15 \text{ cm} \\ & \text{X} & \\ x \text{ m/s} & \text{-----} & 1 \text{ cm} \end{array}$$

$$15 \cdot x = 427 \cdot 1$$

$$x = \frac{427}{15}$$

$$x = 28,47 \text{ m/s}$$

Como o valor encontrado para  $x$  é  $28,47$  m/s, observamos que o número inteiro mais próximo, de fácil marcação, é 30 m/s. Logo o valor de  $x = 30$  m/s

Note que o menor de todos os quadradinhos corresponde a  $1 \text{ mm} = \square = 3 \text{ m/s}$ , por que é obtido do quociente  $30 : 10 = 3$ .

### Atenção!

Não é necessário que a escala usada no eixo dos  $x$  seja igual à escala no eixo dos  $y$ .

Agora, vamos utilizar dados de uma experiência física que obedece a equação de uma reta como  $Y = a \cdot x + b$ , com a finalidade de construir uma tabela e o gráfico correspondente.

Em certa experiência, foram obtidos vários dados para velocidade, tempo e posição de um móvel.

**Exemplo n.º 3**

Seja a equação horária  $S = 2 t + 1$ .

- Para cada valor atribuído ao tempo (variável independente), encontre a posição  $S$  (variável dependente) preenchendo a tabela.
- Construa o gráfico  $S \times t$

**Tabela 1.**

Tempo (s)	$S = 2 t + 1$ (m)
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

**Coefficiente angular**

Corresponde ao valor da tangente do ângulo de inclinação da reta.

**Tangente**

**Tangente** é calculada pela relação entre o seno e o co-seno do ângulo.

- Qual a variável independente?
- Qual a variável dependente?
- Calcule a  $\text{tg } \theta$  no gráfico .
- Identifique a grandeza física que representa o coeficiente angular.

Para encontrar o valor do **coeficiente angular**, calcule o valor da tangente do ângulo no gráfico construído. A tangente corresponde ao quociente da variação da posição (posição final menos posição inicial) e a variação de tempo (tempo final menos tempo inicial).

$$\text{Tg } \theta = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = \text{coeficiente angular}$$

b.5 No gráfico  $S = f(t)$ , quando

$t = 0$  s,  $S = \text{———}$  m

$t = 7$  s,  $S = \text{———}$  m

**Exemplo n.º.4.**

a. Conhecendo a equação da velocidade  $v = 2t + 10$ , calcule a derivada da velocidade, preencha a tabela e construa o gráfico  $v \times t$

a.1 Qual a variável independente?

a.2 Qual a variável dependente?

a.3 Calcule a  $tg \theta$  no gráfico .

a.4. Identifique a grandeza física que representa o coeficiente angular.

**Tabela 2.**

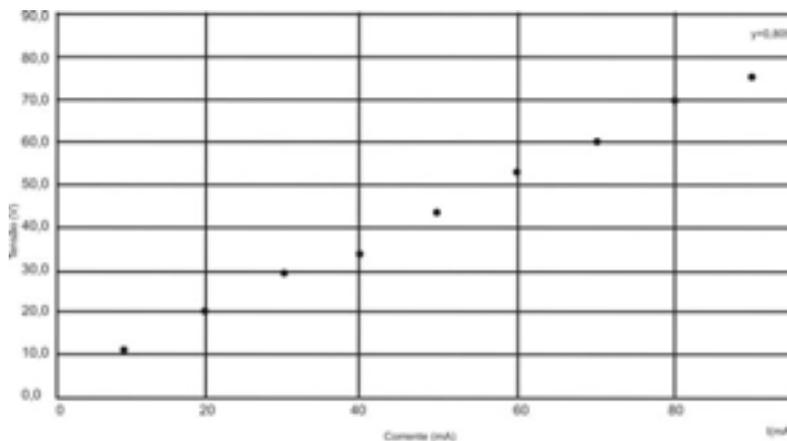
V (m/s)	T (s)
	0
12	1
	2
	11

a) Construa o gráfico  $v \times t$

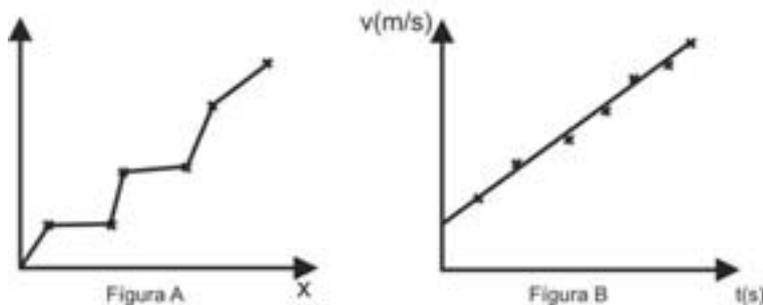
**Exemplo n.º. 5.**

Construa uma nova tabela, a de n.º.4, com os dados da tabela n.º. 3, colocando os valores da velocidade e do tempo como números inteiros, utilizando potência de 10.





Quando traçar a reta passando pelo maior número de pontos, procure deixar o mesmo número de pontos acima e abaixo da reta. Evite ligar os pontos como escada, fazendo degraus. Se isso for feito, você está cometendo um erro gravíssimo. Utilize uma régua e trace uma única reta.



### COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Caro aluno, você está diante de um gráfico que apresenta vários pontos que não estão sobre a reta traçada. Aproveito o momento para alertá-los que essa reta foi traçada com dados obtidos numa experiência realizada no laboratório, logo são pontos experimentais que estão próximo à reta. Quando traçar a reta passando pelo maior número de pontos espie gráfico 4, procure deixar o mesmo número de pontos acima e abaixo da reta. Evite ligar os pontos como escada, fazendo degraus como na gráfico 05. Se isso for feito, você estará cometendo um erro gravíssimo. Utilize uma régua e trace uma única reta como observado o gráfico 06.



(Fonte: <http://www.ahorst.blogspot.com>)

Toda vez que for usada uma equação do tipo  $y = ax + b$  o valor do coeficiente linear  $b$  é o valor de  $y$  para  $x = 0$ , ou seja, o valor de  $y$  em que a reta topa o eixo do  $y$ . Enquanto o coeficiente angular é igual ao valor da tangente do ângulo formado da reta com o eixo dos  $x$ .

### CONCLUSÃO

### RESUMO



A nossa aula de hoje foi para aprender a manejar o papel milimetrado; o uso desse papel em escala decimal quando são marcados os pontos da função  $y = ax + b$  obtém-se uma reta. Um dos fenômenos Físicos que apresenta esse comportamento é a velocidade de um carro em movimento retilíneo uniforme (MRU), com equação  $e = v \times t$  e no movimento retilíneo uniformemente acelerado (MRUA), cuja equação representativa  $v = v_0 + at$  ou no movimento retilíneo uniformemente retardado (MUV), representado pela equação  $v = v_0 - at$ . Escolhendo dois

pontos da reta calcula-se o parâmetro **a denominado coeficiente angular** calculado pelo valor da tangente por meio da equação (1), atingindo o objetivo.

$$\text{Tangente} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \quad \text{equação 1}$$

---

### PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, caro aluno, você vai aprender a utilizar o papel especial para a construção de gráficos de funções não lineares. Esse papel é chamado mono – log (monologaritmo), quando usado para equações do tipo  $y = e^{ax}$ , e di–log (dilogaritmo), para equações do tipo  $y = b x^{ax}$ .



---

### NOTAS EXPLICATIVAS

Quando vamos construir um gráfico não é necessário marcar todos os números da tabela no papel gráfico. No papel será marcado somente o ponto que corresponde ao encontro ou cruzamento do valor de X com o valor de Y observe gráfico 2.

## REFERÊNCIAS

MORETTO, Vasco Pedro; LENZ, Urbano. Mecânica – **Física em Módulos de Ensino. 2º grau.** São Paulo: Editora Ática S.A. (falta ano da publicação)

OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê; ROBILLOTA, Cecil. **Física Para Ciências Biológicas e Biomédicas.** São Paulo: Harper & Row, 1982.

NETTO, Humberto Pugliesi; SUAREZ, Francisco; Carneiro Neto; OSCAR DE SÁ; Rodrigues. **Física Experimental.** São Paulo: Nobel, 1975.