

# FÍSICA 1



Introdução: **Grandezas Física, Unidades e medições**

**Professor:** Ricardo de Sousa, Departamento de Física, UFAM

**Turmas 1:** Ciência da Computação

**Site:** <http://fisica1ricardoufam.webnode.com>

**Facebook:** Fisica1Ricardo

**E-mail:** jsousa@ufam.edu.br

Manaus-2020

# Introdução

*“A **ciência natural** é constituída de fatos, como uma casa é de pedras. Mas uma coleção de fatos não é mais uma ciência nem um monte de pedras é uma casa”*

Henri Poincaré

*“A **matemática** é a ciência (exata) onde nunca se sabe de que está falando nem se o que se está dizendo é verdade. Tudo é deduzido de um conjunto de axiomas, mas a questão da “validade” desses axiomas no mundo real não se coloca”*

Bertrand Russel

# Física

A palavra física (do grego: *physis*) significa Natureza. Em Física, como em toda ciência, qualquer acontecimento ou ocorrência é chamado fenômeno, ainda que não seja extraordinário ou excepcional. A simples queda de um lápis é, em linguagem científica, um fenômeno.

A necessidade do ser humano de compreender o ambiente que o cerca e explicar os fenômenos naturais é a gênese da Física. Essa compreensão é estabelecida com base em modelos do Universo, criados de acordo com o momento em que se encontra o desenvolvimento da ciência.

O campo de estudo da Física abrange todo o Universo: desde a escala microscópica, relacionada às partículas que formam o átomo, até a escala macroscópica, que diz respeito aos planetas, às estrelas e às galáxias.

# Ramos da Física

## a) Física Clássica (antes do século XX)

**Mecânica**

Termodinâmica

Eletromagnetismo

Limites

Baixas velocidades  $\lll c$

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  (Vel. Luz)

Grandes dimensões  $\gg a$

$a = 10^{-8} \text{ m}$  (Dim. Atômica)

## b) Física Moderna (após os anos 1900)

**Relatividade**

**Mecânica Quântica**

Limites

Altas velocidades  $\approx c$

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  (Vel. Luz)

Pequenas dimensões  $< a$

$a = 10^{-8} \text{ m}$  (Dim. Atômica)

# Ramo da Mecânica

Estuda o movimento dos objetos (medidas)



**Cinemática** : estuda o movimento sem se preocupar com a causa

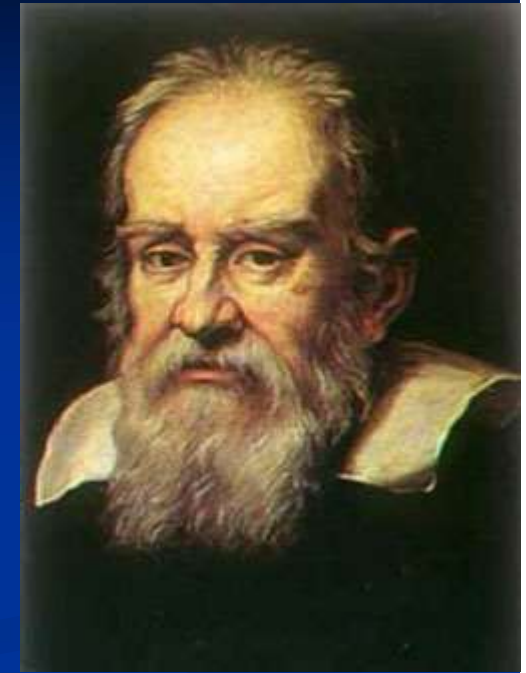
**Dinâmica** : estuda o movimento se preocupando com a causa (força)

**Estática** : estuda a causa do equilíbrio entre os corpos

# Método Científico

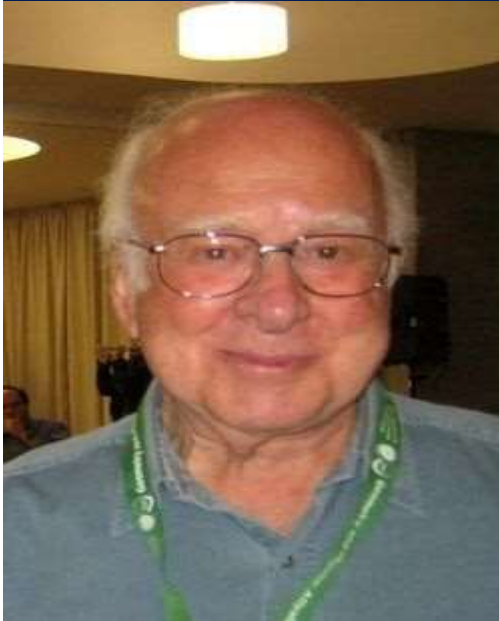
Galileu Galilei, Século XVII

- 1) Observação do fenômeno (natureza)
- 2) Perguntas
- 3) Modelo Físico (leis, teorias e hipóteses)
- 4) Modelo Matemático (equações)
- 5) Solução de previsões
- 6) Experiência (laboratório)





# Uma reflexão sobre o método científico



## O bóson de Higgs

O físico britânico Peter Higgs propôs a hipótese da partícula de Higgs, em 1964, e seria a responsável por dar massa a todas as demais existentes (**Teoria**)

Na primeira semana de Julho de 2012 os cientistas anunciaram fortes evidências experimentais de que o Bóson de Higgs (“partícula de Deus”) teria sido finalmente descoberto (**Experimento**)



## O pósitron (antipartícula do elétron)

Em 1928, desenvolveu a chamada Equação de Dirac, que descreve o comportamento relativístico do elétron. Esta teoria o levou a prever a existência do pósitron, a antipartícula do elétron, que foi observado **experimentalmente** em 1932 por Carl David Anderson.

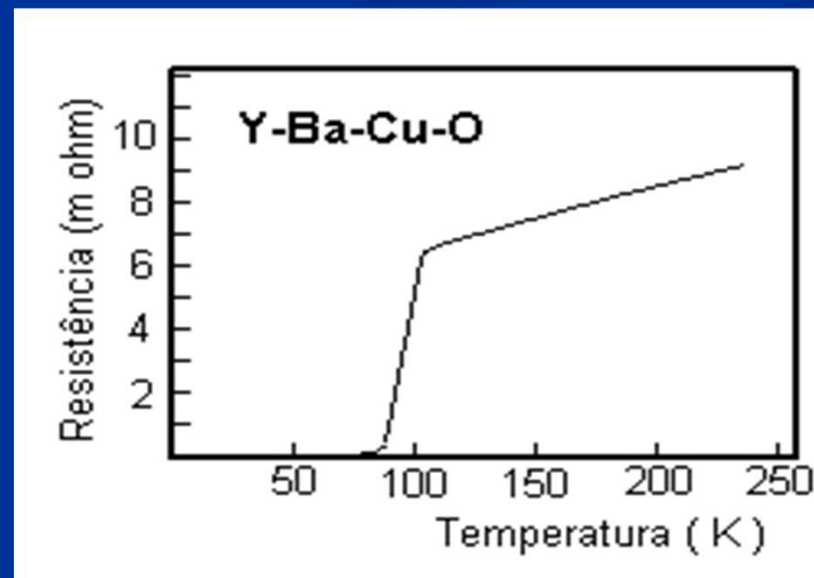
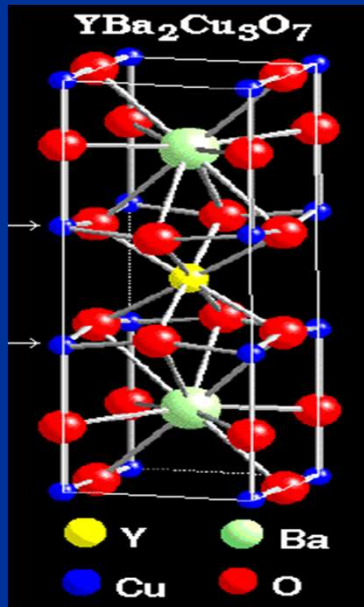
# Supercondutividade em altas temperaturas



Alex Mueller e Georg Bednorz

Em Abril de 1986, Georg Bednorz e Alex Mueller submeteram um artigo ao *Zeitschrift für Physik* intitulado "Possível supercondutividade de alto  $T_c > 25\text{K}$  no sistema Ba-La-Cu-O" (**Experimento**)

Não existe ainda uma **teoria** microscópica capaz de descrever todas as suas propriedades (problema em aberto na física)!!!!





# Sistema de Unidade

Sistemas métricos: CGS e SI



Carl Friedrich Gauss  
(1777–1855)



**Sistema Gaussiano (1832)**



**Sistema CGS**



Giovanni Giorgi  
(1871-1950)



**Sistema MKS (1901)**



**Sistema internacional (1960)**

# Sistema Internacional de Unidades (SI)

Grandeza	Unidade SI	
	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Quantidade de substância	mol	mol
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Corrente elétrica	ampère	A
Intensidade luminosa	candela	cd

# Grandezas físicas, padrões e unidades

## Padronização das unidades de base do SI

Em qualquer sistema de unidades, as unidades de base devem ser rigorosamente definidas por meio de **padrões**.

Os padrões das medidas físicas são decididos pela Conferência Geral de Pesos e Medidas, que ocorre em Paris a cada quatro ou seis anos na Agência Internacional de Pesos e Medidas (BIPM).



Bureau International des Poids et Mesures, Paris



# Padrão de Tempo



*O segundo é a duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.*

NIST F-1: Relógio atômico de césio capaz de trabalhar 60 milhões de anos sem adiantar ou atrasar um segundo sequer.

NIST-F1 Cesium Fountain Atomic Clock, NIST

# Ordem de Grandeza

O astrônomo inglês Arthur Eddington iniciou uma de suas aulas dizendo que acredita que no **Universo** temos o seguinte **número de elétrons** (igual ao número de prótons)

=15.747.724.136.275.002.577.605.653.961.181.555.468.  
044.717.914.527.116.709.366.231.425.076.185.631.031.2  
96

$$=2 \times 10^{79}$$

**Usualmente trabalhamos com potências de 10**

Ex: velocidade da luz  $c=299.792.458\text{m/s}\approx 2,99\times 10^8\text{ m/s}$

Ex: número de Eddington  $\approx 1,57\times 10^{79}$

Seja um número expresso em notação científica

$$N = f \times 10^n$$

Se  $f < 5$  a ordem de grandeza de  $N$  é  $10^n$

Se  $f \geq 5$  a ordem de grandeza de  $N$  é  $10^{n+1}$

**Exemplo** : Qual a ordem de grandeza do número de segundos em um ano? Resposta  $10^7$  s

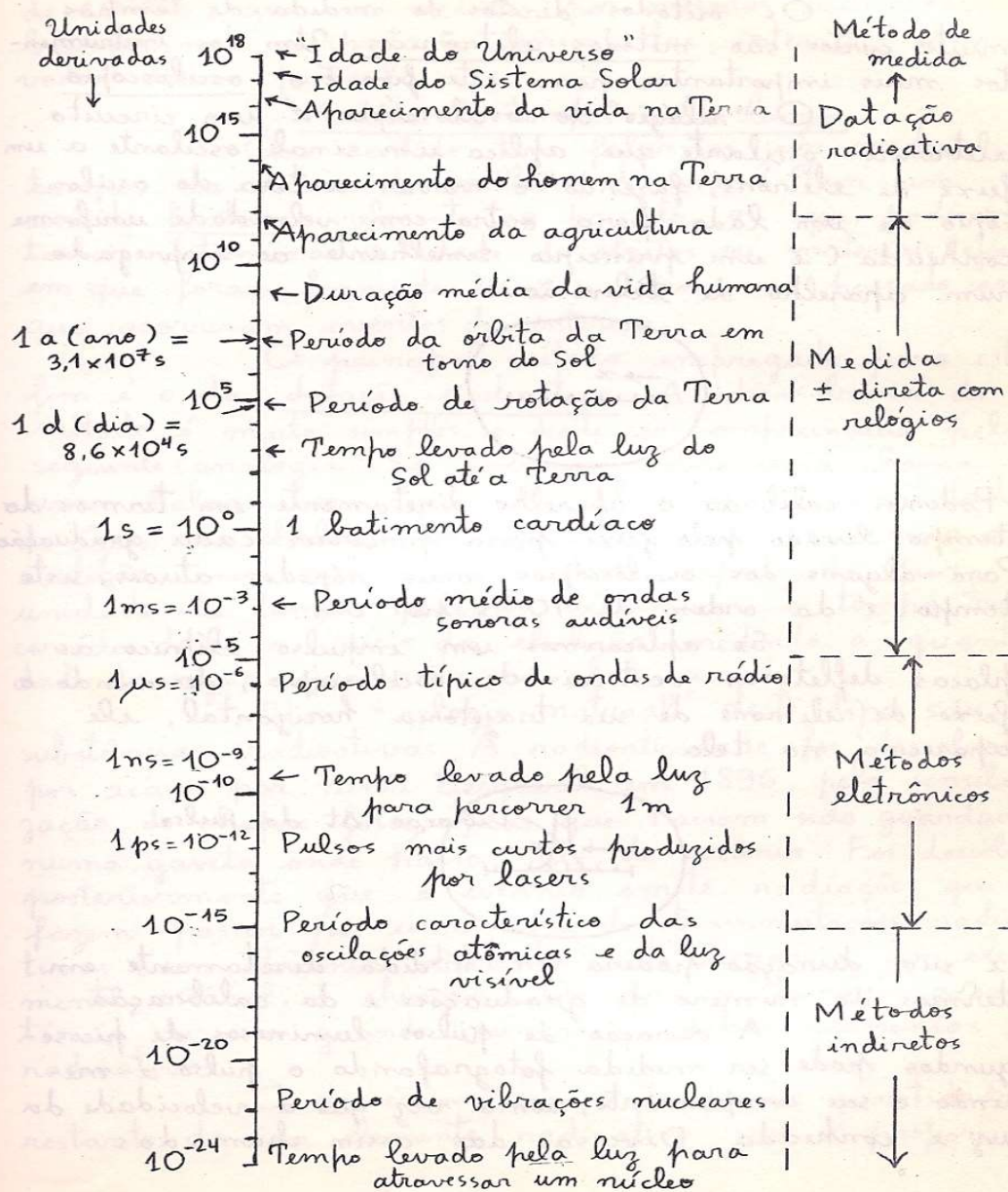


# Prefixos padrões do SI

Prefixo	Símbolo	$10^n$
iota	Y	$10^{24}$
zeta	Z	$10^{21}$
exa	E	$10^{18}$
peta	P	$10^{15}$
tera	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
quilo	k	$10^3$
hecto	h	$10^2$
deca	da	$10^1$

Prefixo	Símbolo	$10^n$
deci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
mili	m	$10^{-3}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$
femto	f	$10^{-15}$
atto	a	$10^{-18}$
zepto	z	$10^{-21}$
yocto	y	$10^{-24}$

Tabela 1.2. Escala de Tempo (em segundos)



# Padrão de Comprimento

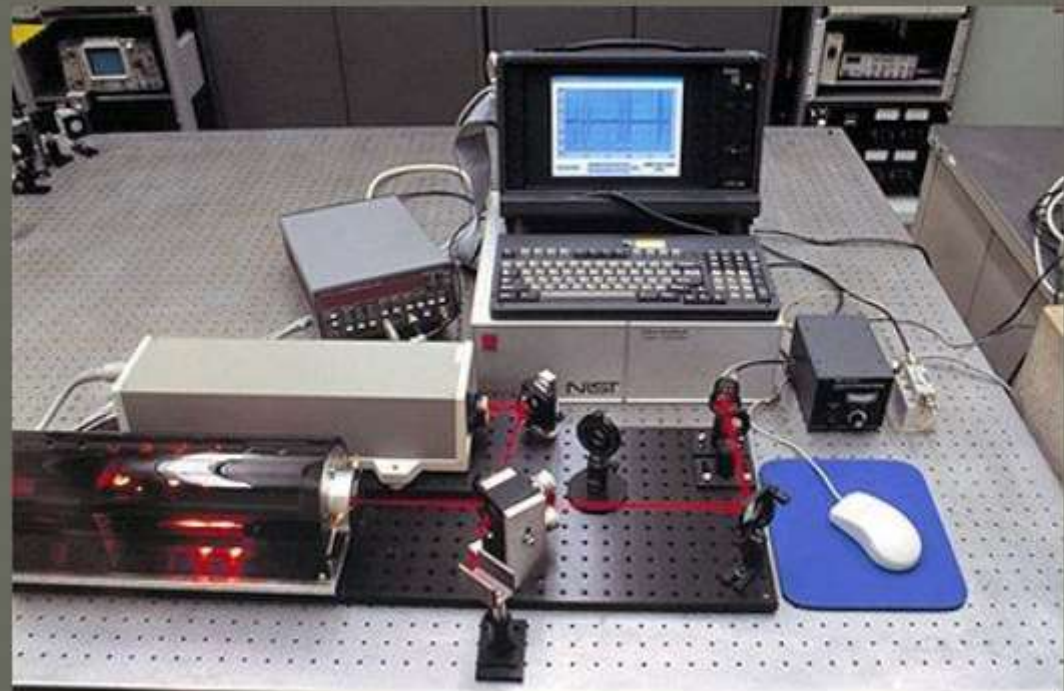
*O metro é distância percorrida pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de  $1/299.792.458$  do segundo.*

Antigo padrão do metro



Barra metálica de platina-irídio

Padrão moderno do metro



Laser de hélio-neon estabilizado por vapor de iodo



**Exemplo :** Qual a ordem de grandeza do número de células (diâmetro médio  $10^{-5}\text{m}$ ) no corpo humano? Resposta  $10^{14}$

**Problema:**

Qual a ordem de grandeza do volume ocupado pelos oceanos da Terra, em  $\text{m}^3$ ?

**Dados:**

Raio da Terra =  $6,37 \times 10^6 \text{ m}$

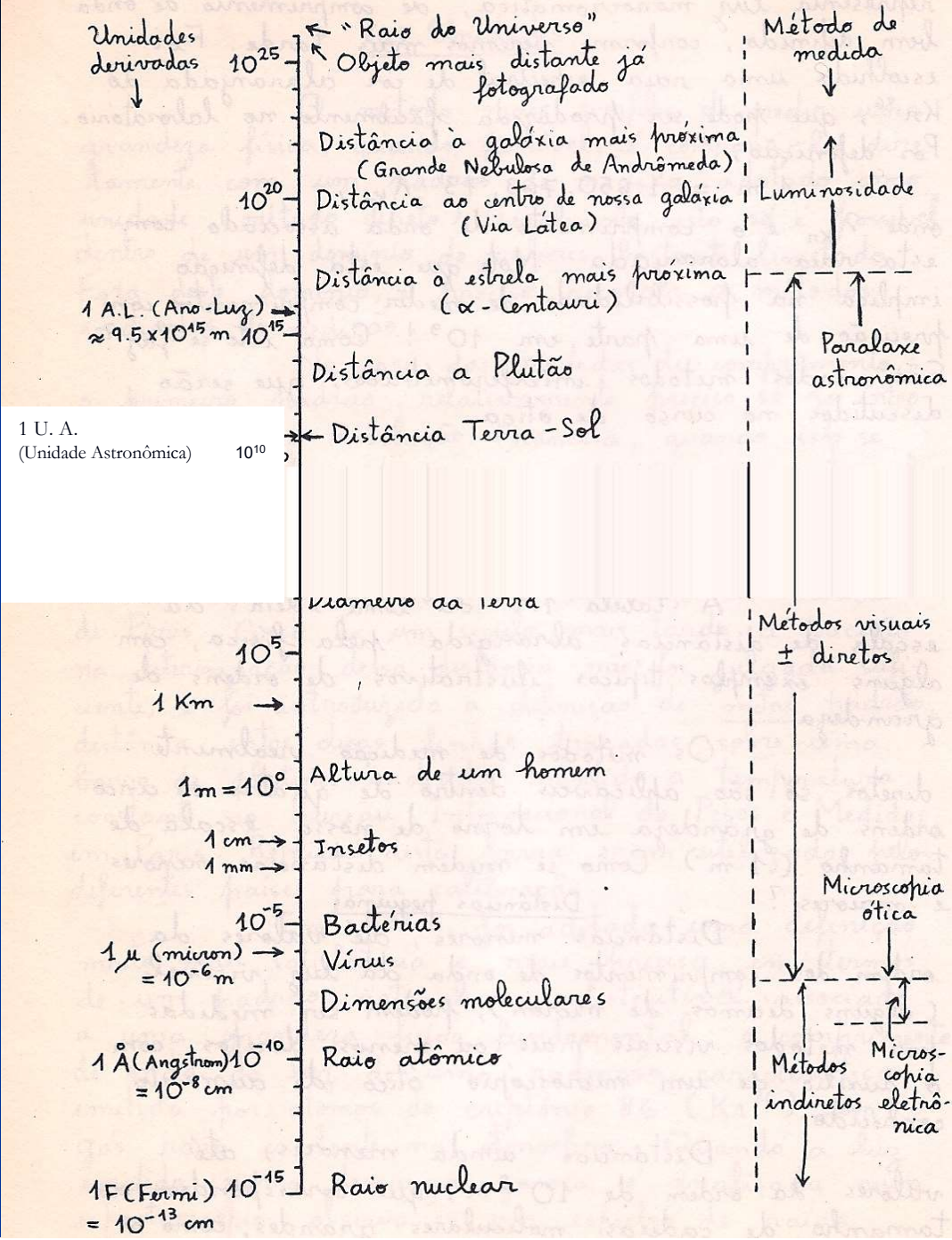
Profundidade média do oceano = 4.000 m

Os oceanos ocupam aproximadamente  $3/4$  da superfície da Terra

Estimativa da ordem de grandeza:  $10^{17} \text{ m}^3$

Valor mais próximo da realidade:  $2 \times 10^{18} \text{ m}^3$

Labela 1.1. Escala de Distâncias (em metros)



# Padrão de Massa



O quilograma padrão

*O quilograma é definido por um cilindro de platina iridiada guardado na Agência Internacional de Pesos e Medidas, em Paris.*



## O Sistema inglês de unidades

Grandeza	Unidade	
	Nome	Símbolo
Tempo	segundo	s
Comprimento	pé	ft
Força	libra-força	lb ou pd
Massa	libra	lb ou pd

1 pé = 0,3048 m = 12 pol

1 pol = 2,54 cm

1 libra-força = 4,45 N

1 libra = 0,45 kg

Em 2007, os únicos países do mundo que ainda adotavam o sistema inglês eram Libéria, Birmânia e **Estados Unidos**.

## O Sistema inglês de unidades



**Polegada:** Corresponde ao comprimento médio do polegar de um homem.

**Jarda:** No século XII, o rei Henrique I, Inglaterra, fixou a jarda como a distância entre seu nariz e o polegar de seu braço estendido.

**Pé:** Um pé corresponde a doze polegadas, o tamanho médio dos pés masculinos.

1 Jarda = 91,44 cm

1 Pé =  $\frac{1}{3}$  Jarda = 30,48 cm

1 Polegada =  $\frac{1}{12}$  Pé = 2,54 cm

# Confusão de unidades pode gerar acidentes

## Mars Climate Orbiter

Satélite construído para estudar a atmosfera de Marte.



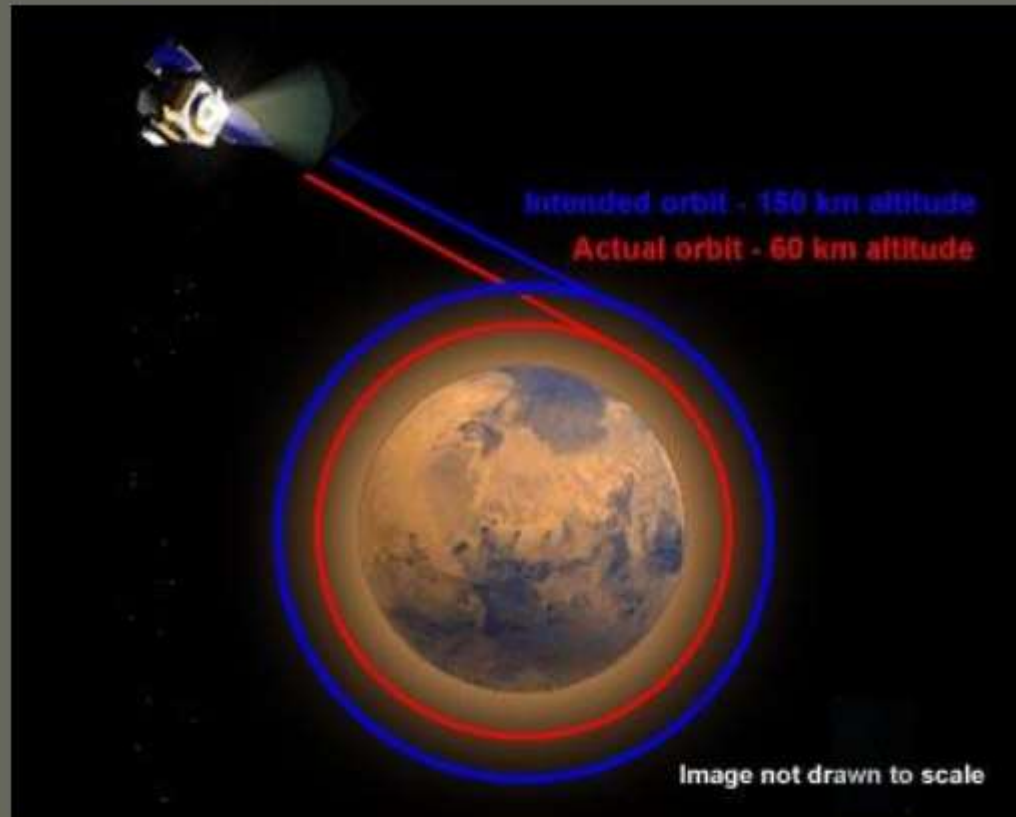
Mars Climate Orbiter

Lançada em dezembro de 1998, alcançou Marte em setembro de 1999.



Custo do projeto: US\$ 320 milhões

**Problema:** O software que calculava os parâmetros dos propulsores de manobra da espaçonave usava unidades no sistema inglês (NASA), enquanto que os computadores da espaçonave foram programados para utilizar unidades SI.



**Resultado:** O satélite atingiu uma órbita muito baixa e foi destruído por causa do elevado atrito com a atmosfera marciana.

# Unidade, dimensão e medida

Grandeza:	Comprimento	Tempo	Massa
Unidade (SI):	m	s	kg
Dimensão:	L	T	M

Todas as grandezas mecânicas, sem exceção, possuem dimensões que são combinações de L, T e M.

$$[\text{velocidade}] = \frac{L}{T}$$

$$[\text{volume}] = L^3$$

$$[\text{densidade}] = \frac{M}{L^3}$$

$$[\text{energia}] = \frac{ML^2}{T^2}$$



## Análise dimensional

**Problema 1:** *Para manter um objeto em movimento circular com velocidade constante é necessário uma força radial. Desenvolva uma análise dimensional para encontrar a dependência funcional da força centrípeta*

Ponto de partida  $F \approx m^a v^b r^c \approx mv^2/r$

**Problema 2:** *Um corpo largado de uma altura  $h$  gasta um tempo  $t$  para chegar na superfície da Terra. Desenvolva uma análise dimensional para encontrar a dependência funcional para o tempo  $t$*

Ponto de partida  $t \approx h^a M^b g^c \approx (h/g)^{1/2}$



**Problema 3:** Um marco importante na evolução do universo logo após o *Big Bang* é o tempo de Planck,  $t_p$ , cujo valor depende de três constantes fundamentais: 1) a velocidade da luz ( $c$ ), 2) a constante gravitacional de Newton ( $G$ ) e 3) a constante de Planck ( $h$ ). Com base em uma análise dimensional, encontre o funcional para o tempo de Planck

$$\begin{aligned}c &= 3,00 \times 10^8 \text{ m/s} \\G &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2.\text{kg} \\h &= 6,63 \times 10^{-34} \text{ kg.m}^2/\text{s}\end{aligned}$$

$$\text{Ponto de partida: } t_p \propto c^i G^j h^k$$

$$\text{Solução: } t_p \propto c^{-5/2} G^{1/2} h^{1/2} = \sqrt{\frac{Gh}{c^5}}$$

$$t_p = \sqrt{\frac{Gh}{2\pi c^5}} \approx 5,39 \times 10^{-44} \text{ s}$$

Cálculo do tempo de Planck:

$$t_p \propto \sqrt{\frac{Gh}{c^5}} = \sqrt{\frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2.\text{kg})(6,63 \times 10^{-34} \text{ kg}^2.\text{m}^2/\text{s})}{(3,00 \times 10^8 \text{ m/s})^5}} \approx 1,35 \times 10^{-45} \text{ s}$$

**Para casa:** Determinar expressões para o comprimento de Planck,  $l_p$ , e para a massa de Planck,  $m_p$ , cujas fórmulas também dependem de  $c$ ,  $G$  e  $h$ .

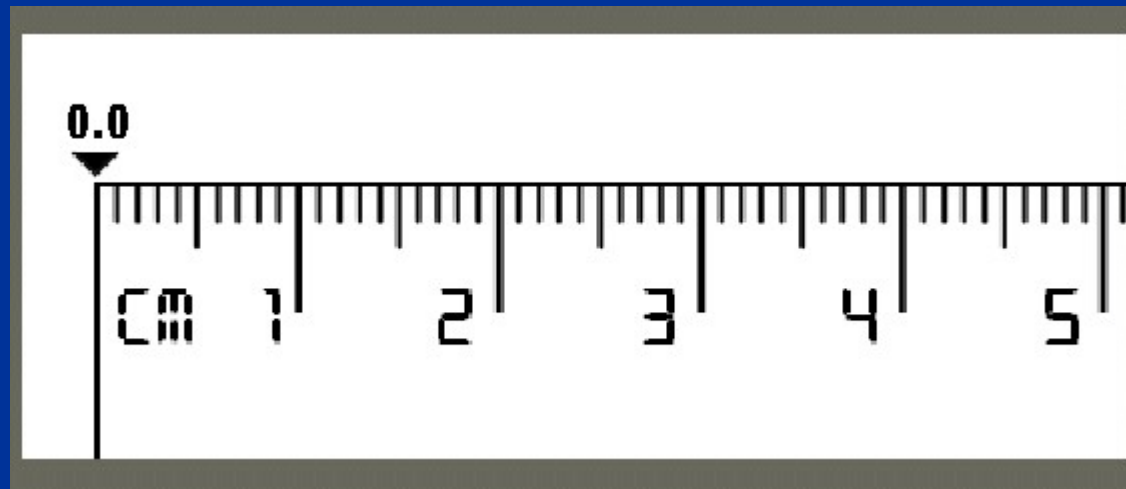
Ponto de partida:  $l_p \propto c^i G^j h^k$

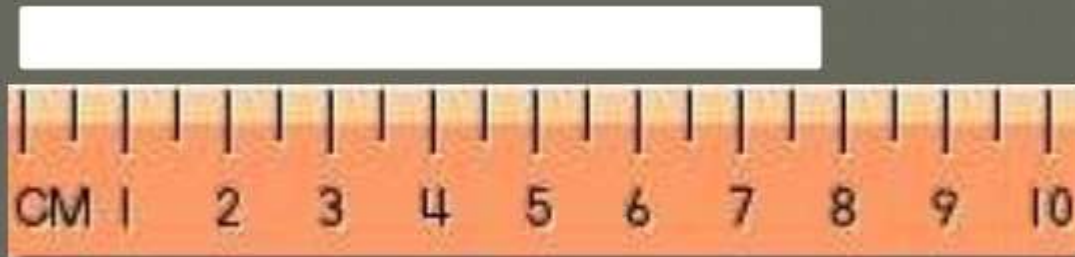
$$m_p \propto c^i G^j h^k$$

**Curiosidade:** Pesquisar a interpretação física do comprimento de Planck, da massa de Planck, e do tempo de Planck.

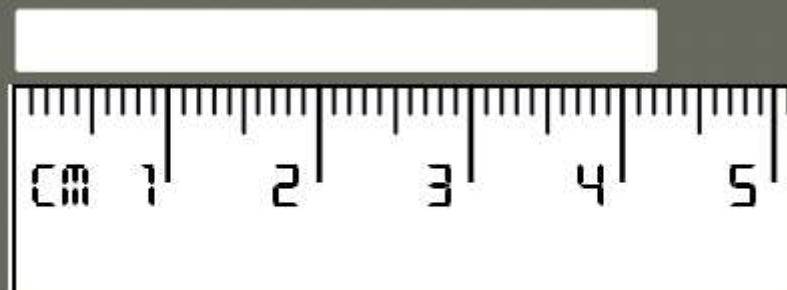
# Algarismo significativo

Os algarismos significativos de uma medida têm sua origem na natureza do instrumento usado na medição.

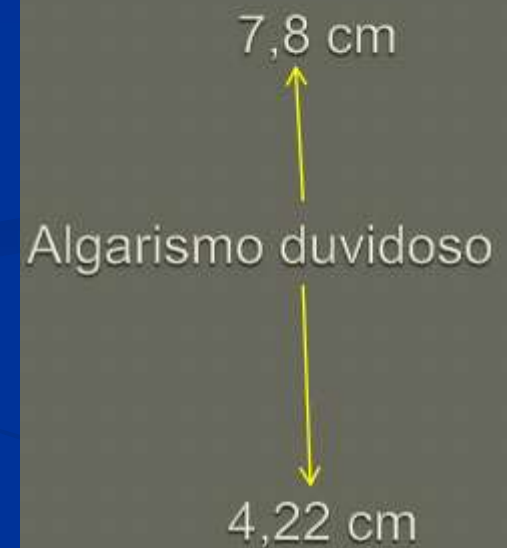




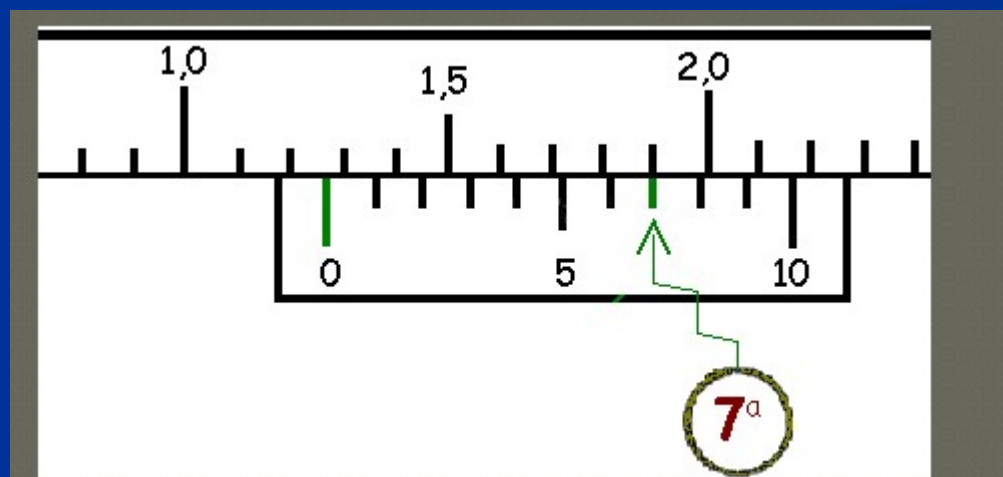
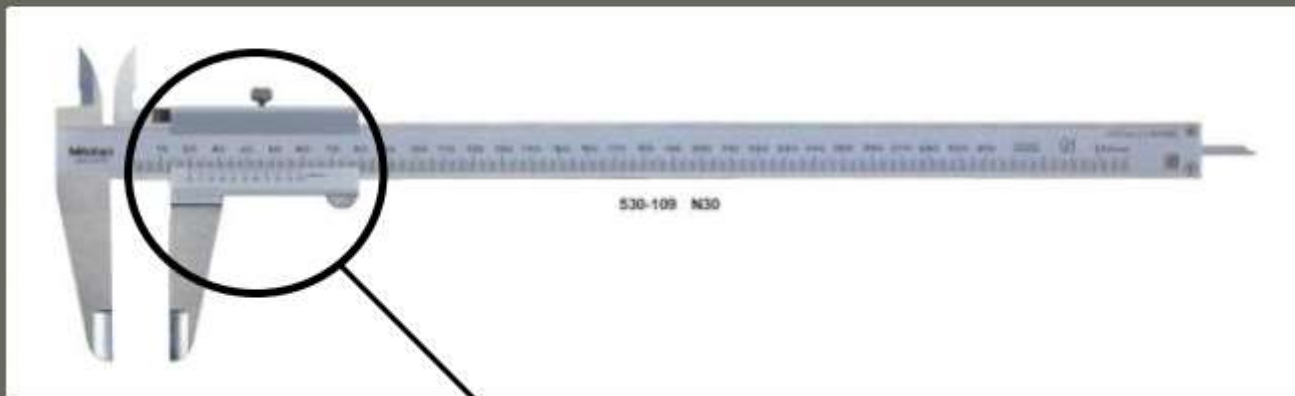
Leitura da medida = 7,8 cm



Leitura da medida = 4,22 cm



O paquímetro permite a execução de medidas com até 0,05 mm de exatidão.



Exemplo de medida: 1,27 cm

**Regra geral:** Contam-se todos os algarismos, da esquerda para a direita, a partir do primeiro algarismo diferente de zero.

2,54 cm → 3 a.s.

0,0001 kg → 1 a.s.

$1,0000 \times 10^3$  J → 5 a.s.

0,020001 s → 5 a.s.

10,00001 V → 7 a.s.

$1 \times 10^{100}$  J → 1 a.s.