

# Física 1 – Ciências Moleculares

---

**Caetano R. Miranda**

**AULA 4 – 28/08/2023**

*crmiranda@usp.br*



*sampa*



# Roteiro – 28/08/2023

---

- Revisão dos modelos físicos
- Medidas e erros
- Sistema de unidades
- Preparativos - Experimentação 1

# Cronograma

DATA	aula nº	Segundas (14:00h - 15:45h) - Sala Turma 33	DATA	aula nº	Quartas (14:00h - 15:45h) - Sala Turma 33	DATA	aula nº	Quintas (14:00h - 15:45h) - Sala Turma 33	
21/08	1	Apresentação do Curso	23/08	2	Experimentação 1 - Escalas	24/08	3	Escalas	
28/08	4	Experimentação 2 - Mov. em 1 D	30/08	5	Mov. em 1D	31/08	6	Mov. em 1D	
04/09			06/08			07/09		SEMANA TRABALHO	
11/09	7	Experimentação 3 - Angry Birds	13/09	8	Mov. em 2D e 3D	14/09	9	Mov. em 2D e 3D	ENTREGA 1
18/09	10	Experimentação 4a - Dinâmica	20/09	11	Princípios da Dinâmica - Leis de Newton	21/09	12	Princípios da Dinâmica - Leis de Newton	
25/09	13	Experimentação 4b - Principia	27/09	14	Princípios da Dinâmica - Leis de Newton	28/09	15	Revisão - P1 - Check point - Projeto	
02/10		PROVA I	04/10	16	Experimentação 5 - Energia e Trabalho	05/10	17	Energia e Trabalho	
09/10	18	Energia e Trabalho	11/10	19	Energia e Trabalho	12/10		FERIADO - N. S. Aparecida	
16/10	20	Experimentação 6 - Física dos Desenhos Animados	18/10	21	Simetria e Conservação	19/10	22	Simetria e Conservação	ENTREGA 2
23/10	23	Experimentação 7 - Colisões	25/10	24	Colisões	26/10	25	Colisões	
30/10	26	Experimentação 8 - VR / Sonificação	01/11	27	Forças de Interação - Sala Invertida	02/11		FERIADO - FINADOS	
06/11	28	Forças de Interação	08/11	28	Revisão - P2 - Check point - Projeto	09/11		PROVA II	
13/11			15/11			16/11		SEMANA TRABALHO	
20/11		FERIADO - Consciência Negra	22/11	30	Experimentação 9 - Aprendizado de Máquina	23/11	31	Rotação e Momento Angular	ENTREGA 3
27/11	32	Física dos Esportes e Parques de Diversão	29/11	33	Rotação e Momento Angular	30/11	34	Experimentação 10 - Dança e Robótica	
04/12	35	Forças Inerciais	06/12	36	Forças Inerciais	07/12	37	Check point - Projeto	
11/12		PROJETOS	13/12		PROJETOS	14/12		VISTA	ENTREGA 4
18/12		PROVA - SUB - VISTA	20/12		VISTA	21/12			

# Visita ao Sirius – 22/09/2023

---



# Entrega 1 – 17/09/2023

---

## Parte 1 relativo ao CAP 1 (Moysés – Física Básica v.1)

LISTA 1 - CAP 1 do livro - Curso de Física Básica - vol 1 - Mecânica - H. Moysés Nussenzveig  
Problemas 2, 5, 8, 10, 15 e 16

Atividades em grupo para submissão (individual) no moodle:

- Proponha um novo sistema de unidades (tempo, comprimento e massa) para o CCM
- Esboce um roteiro de vídeo explicando o problema 5.

### Exercícios de Fixação:

preenchimento de lacunas

1. O comprimento de onda de uma onda eletromagnética é  $1,5 \times 10^{-6}$  m. Qual é a frequência da onda?

### PROBLEMAS – CAPÍTULO 1

Nos problemas abaixo sobre estimativas, trata-se de estimar *ordens de grandeza típicas*. Consulte fontes externas (biblioteca, Internet) para obter dados auxiliares. Explique sempre o raciocínio empregado para justificar cada estimativa.

- Estime o número de fios de cabelo que você tem na sua cabeça.
- Estime o número de folhas de uma árvore.

# Experiência 1 - Escalas

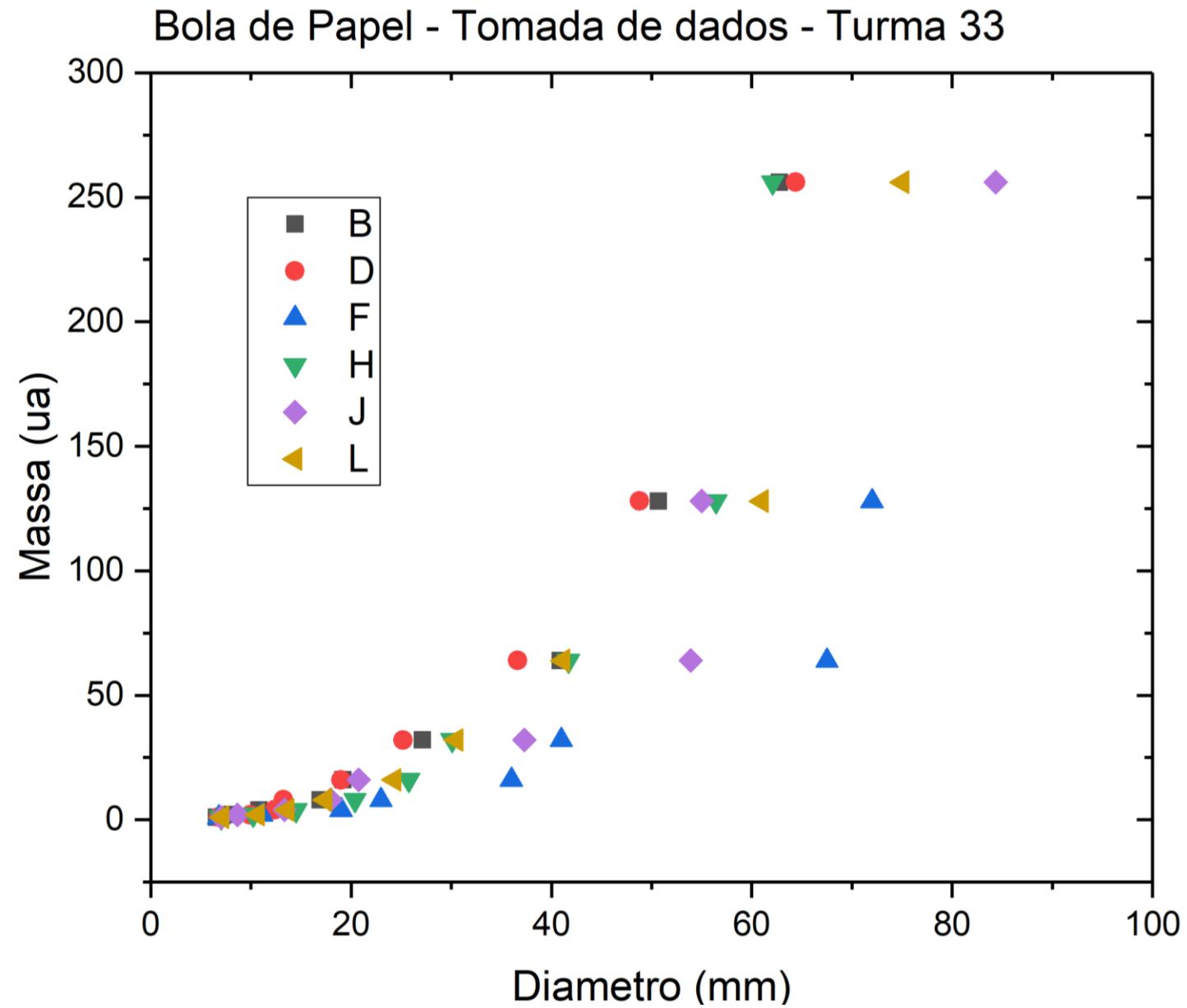
---

Seria  $n$  é sempre um número inteiro?



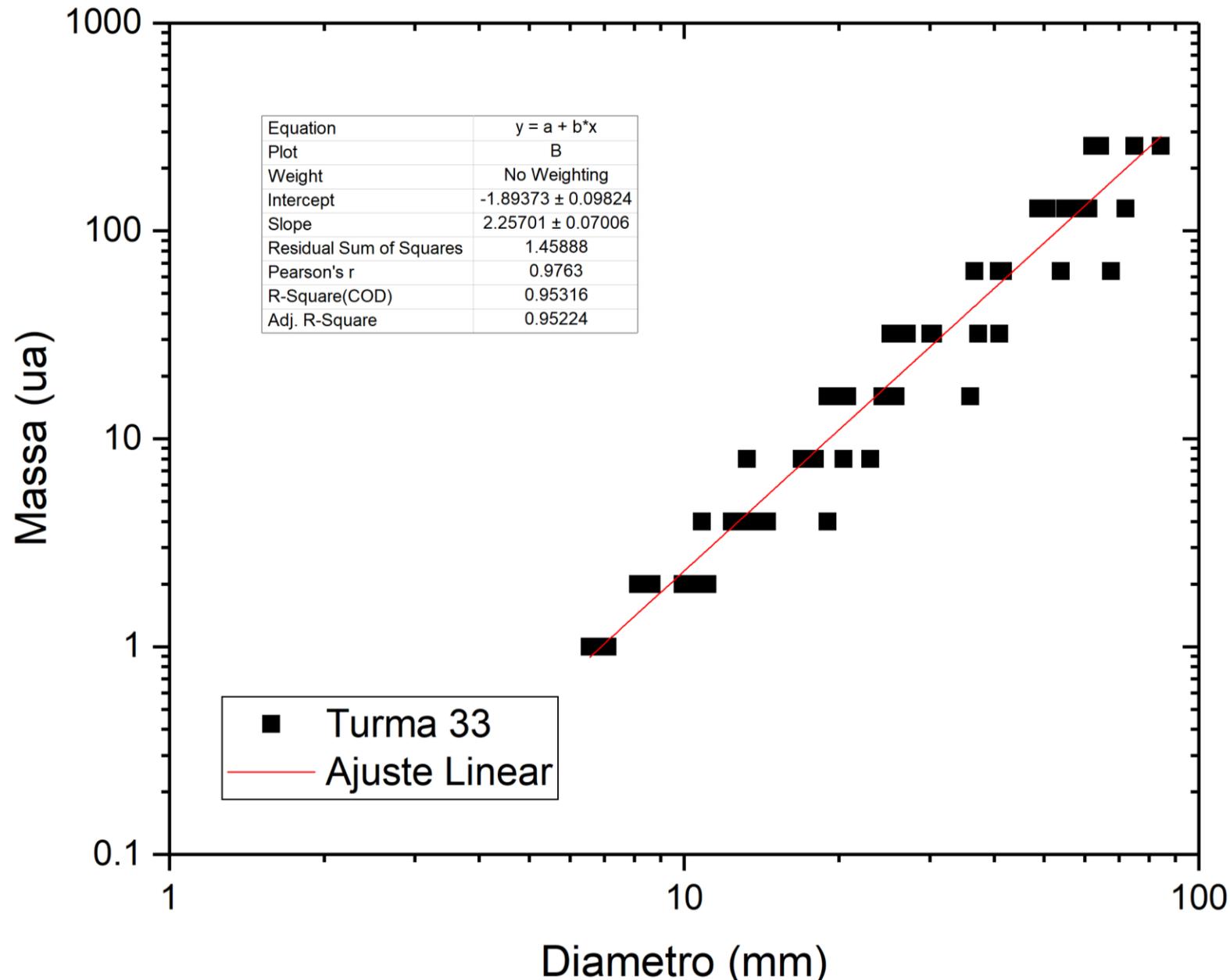
# Tomada de dados

---



# Ajuste de dados

$$Massa = 0.0127 * L^{2.26}$$



Dimensionalidade não inteira

$$2 < 2.26 \pm 0.07 < 3$$

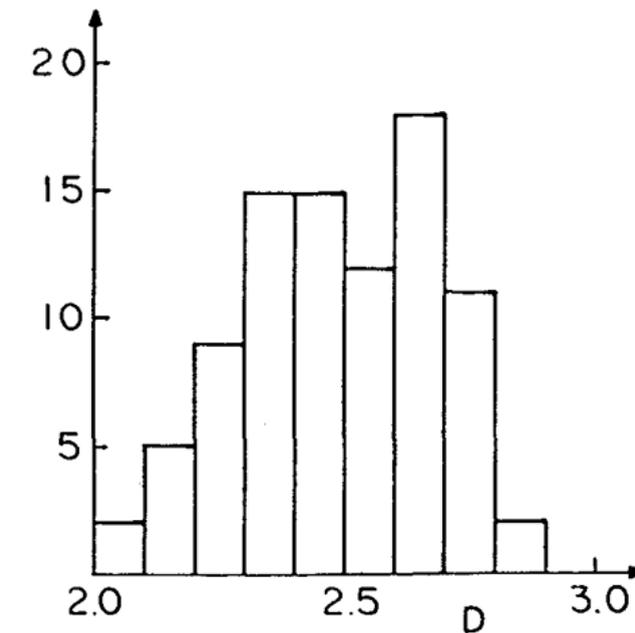


Fig. 3. The frequency distribution of the fractal dimension  $D$  in crumpled paper balls (surface density of the paper  $\sigma \sim 80 \text{ g/m}^2$ ) from data obtained by 89 students.  $\bar{D} = 2.51 \pm 0.19$ .

# As medidas são equivalentes ?

---

- O resultado depende do experimentador?
- O resultado depende do instrumento?
- E se a mesma medida for repetida várias vezes ?
- O resultado será sempre o mesmo?

# Incerteza padrão

---

## Processos puramente estatísticos

$m$  resultado de um processo de medição com  
 $\sigma$  sua dispersão experimental (desvio padrão)

$$\sigma_P^2 = \sigma^2 + \sigma_r^2 + \sigma_{instrumento}^2$$

**Incerteza  
padrão**

**Incerteza residual.  
Erro sistemático não identificado, etc.  
Erro sistemático não corrigível**

# Tipos de Erro

---

**Grosseiro:** Aquele que não pode/deve acontecer. Descartar a medida ou refazê-la

**Instrumental:** Devido à precisão intrínseca do instrumento (ver manual, adotar metade da menor divisão para uma régua, etc)

**Sistemático:** Aquele que ocorre em todas as medidas, sempre na mesma direção e com o mesmo valor:

- Aparelho mal calibrado, mau uso do equipamento
- Tempo de reação humana, aperto no gatilho

**Aleatório:** As condições de medida não são exatamente reprodutíveis (operador, objeto, fatores ambientais).

Este erro pode ser minimizado tomando um grande número de medidas.  
Por isto é também chamado de erro estatístico.

---

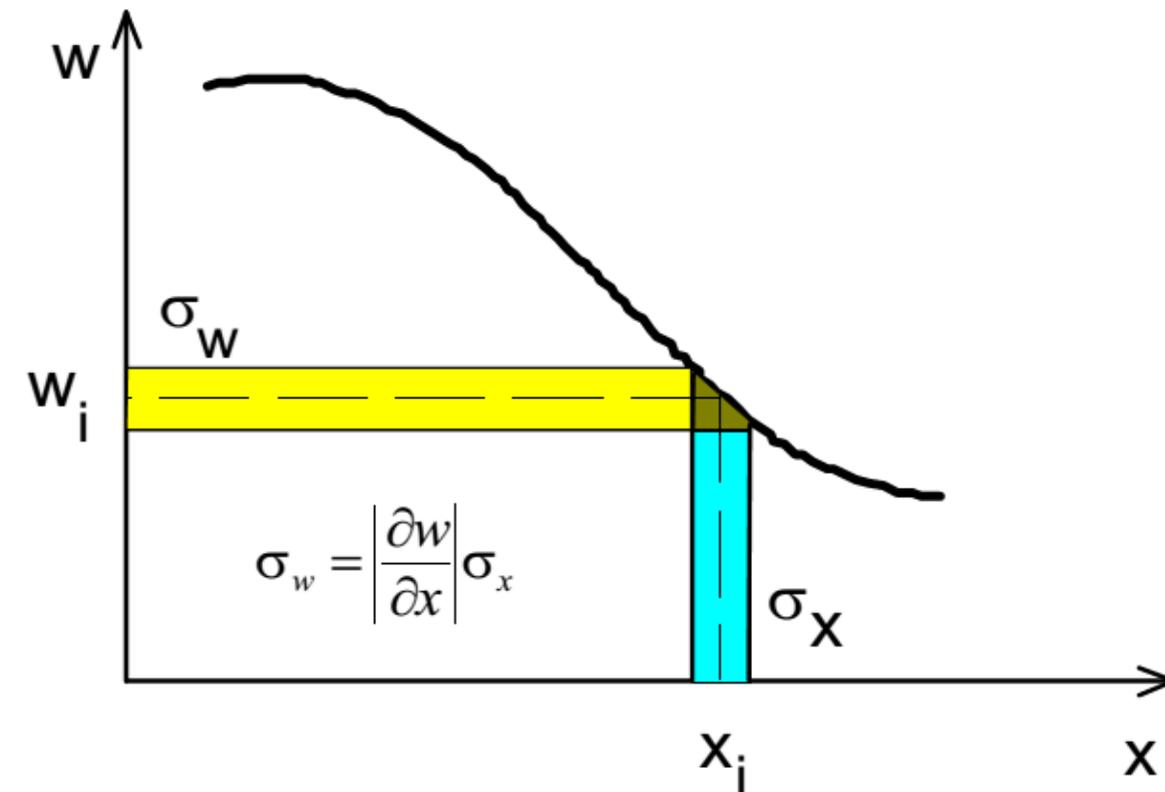
# Propagação de incertezas

Quadro 2.1. RESUMO DE FÓRMULAS PARA PROPAGAÇÃO DE INCERTEZAS

$w = w(x, y, \dots)$	Expressões para $\sigma_w$
$w = x \pm y$ soma e subtração	$\sigma_w^2 = \sigma_x^2 + \sigma_y^2$
$w = axy$ multiplicação	$\left(\frac{\sigma_w}{w}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{y}\right)^2$
$w = a(y/x)$ divisão	$\left(\frac{\sigma_w}{w}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{y}\right)^2$
$w = x^m$ potência simples	$\left \frac{\sigma_w}{w}\right  = \left m\frac{\sigma_x}{x}\right $
$w = ax$ multiplicação por constante	$\left \frac{\sigma_w}{w}\right  = \left \frac{\sigma_x}{x}\right $ <b>ou</b> $\sigma_w =  a \sigma_x$

## CASO GERAL:

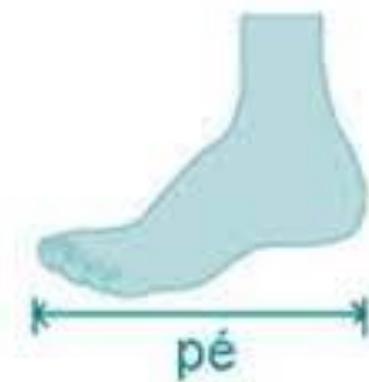
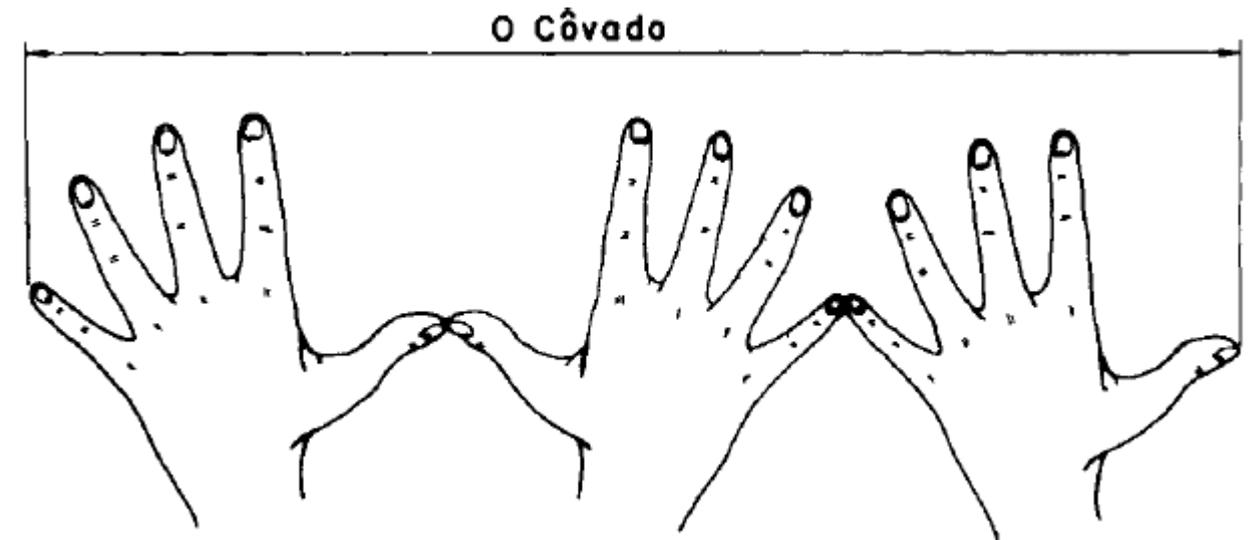
$$\sigma_w^2 = \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 \sigma_x^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 \sigma_y^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2 \sigma_z^2 + \dots$$



# Medidas de comprimento



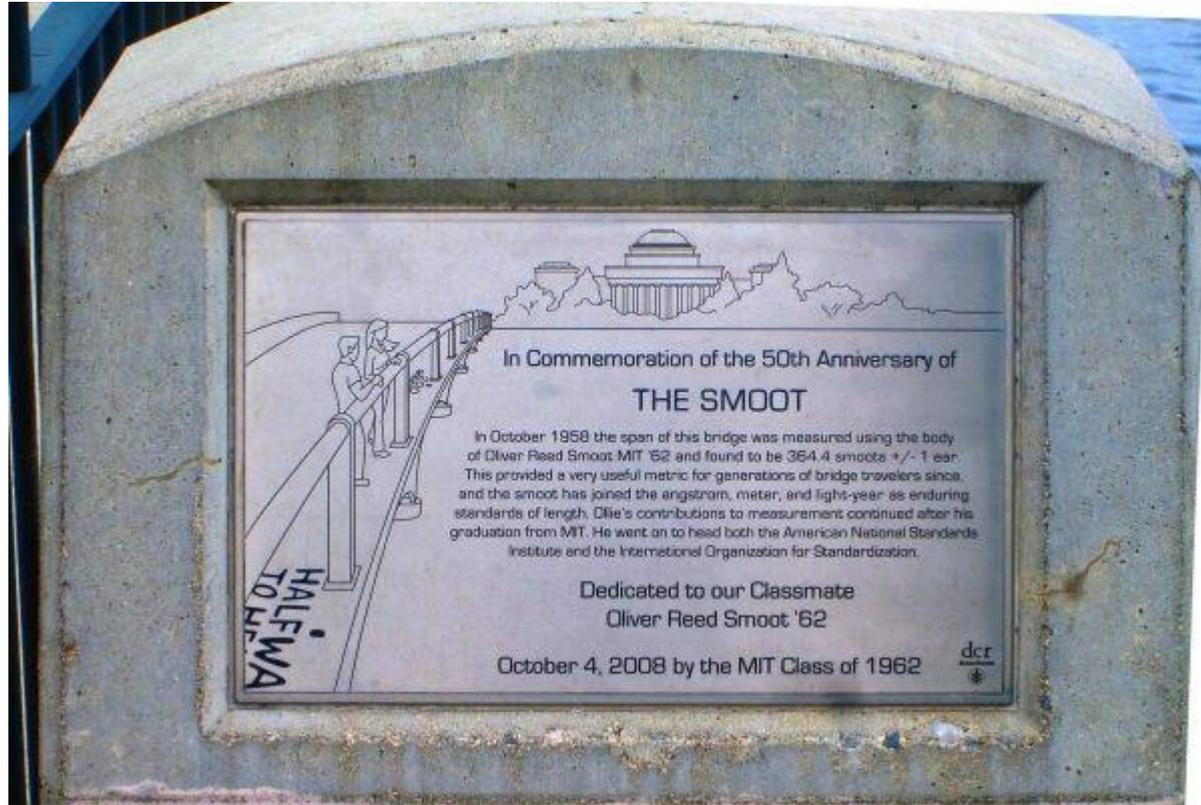
Figura 1.: Medidas primitivas com base no corpo humano.



Fonte: <https://www.somatematica.com.br/>

# MIT style – smoot

---



Um smoot é igual à altura de Oliver Smoot no momento do trote:  
1,702 m (5 pés e 7 polegadas).

# MIT style - smoot

A poster for Smoot Day, October 4th, featuring six items measured in smoots. The items are arranged in a 2x3 grid. The top row includes Oliver Smoot (1 smoot), Harvard Bridge (364.4 smoots), and The Great Dome (17,922 smoots diameter). The bottom row includes Beaver (MIT's Mascot) (~0.54-0.72 smoots long), REXY from Jurassic Park (7,933 smoots long), and Your responsibilities (∞ smoots). The poster also includes the text 'Smoot Day Oct. 4' and '1 smoot = 1.7018 m = 5.58333 ft'.

Item	Measurement in Smoots
Oliver Smoot	1 smoot
Harvard Bridge	364.4 smoots
The Great Dome (diameter)	17,922 smoots
Beaver (MIT's Mascot)	~0.54-0.72 smoots long
REXY from Jurassic Park	7,933 smoots long
Your responsibilities	∞ smoots

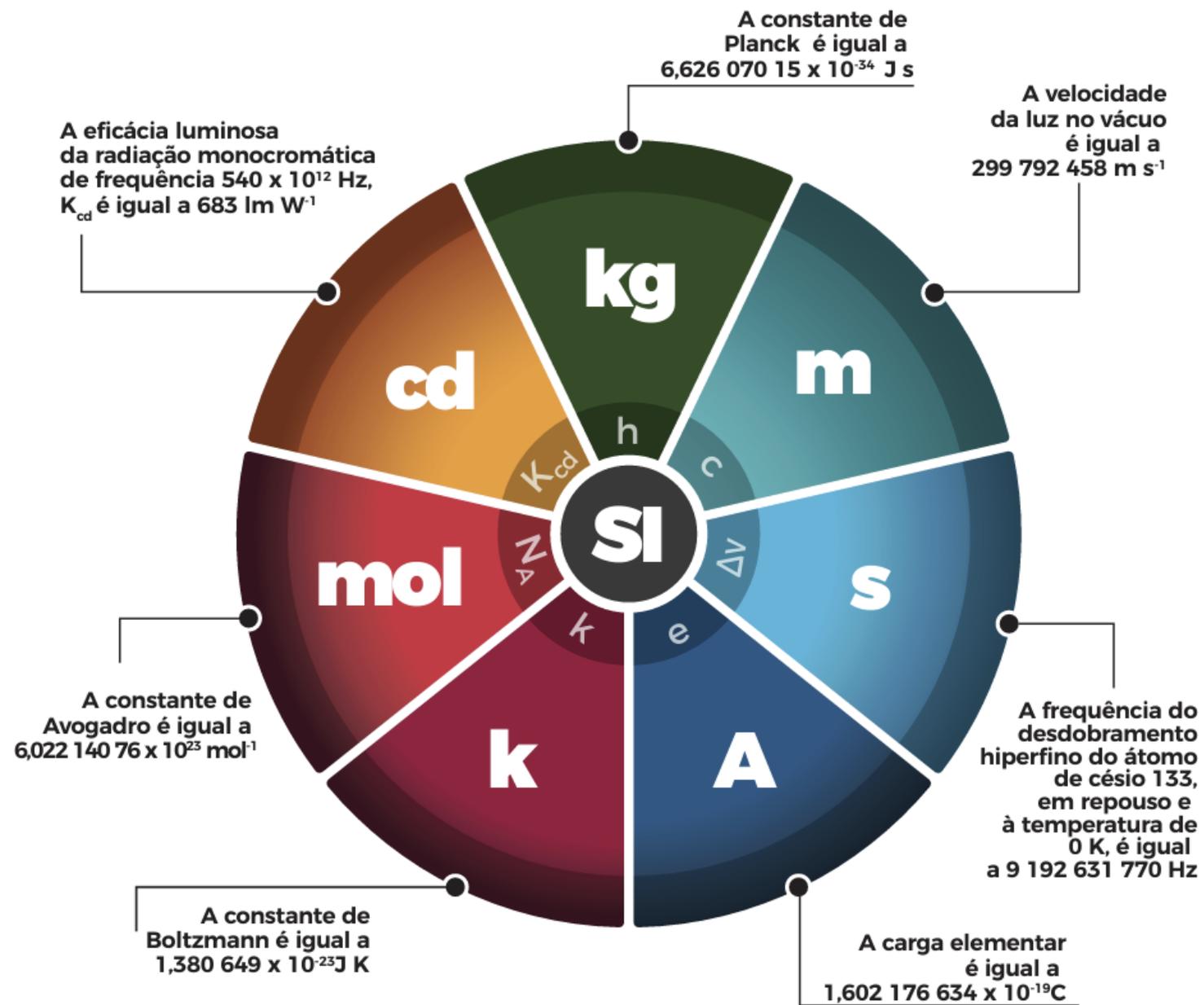
Smoot Day Oct. 4

1 smoot = 1.7018 m = 5.58333 ft

SUGESTÃO:

Criar uma referência de medida para o CCM ...

# Novo Sistema Internacional (desde 2019)



# Comprimento



Inicialmente o metro foi definido por um decreto da Assembleia Nacional francesa, em 7 de abril de 1795, como sendo a décima milionésima parte de  $1/4$  do meridiano terrestre, tendo como base medidas realizadas entre as cidades de Dunkerque e Barcelona.

Em 1889, a definição foi materializada no protótipo internacional de platina-irídio (ainda mantido no BIPM). Na 11ª CGPM, em 1960, o metro foi redefinido como sendo o comprimento de onda no vácuo do isótopo de Kr-86 (criptônio).

## ■ Definição anterior

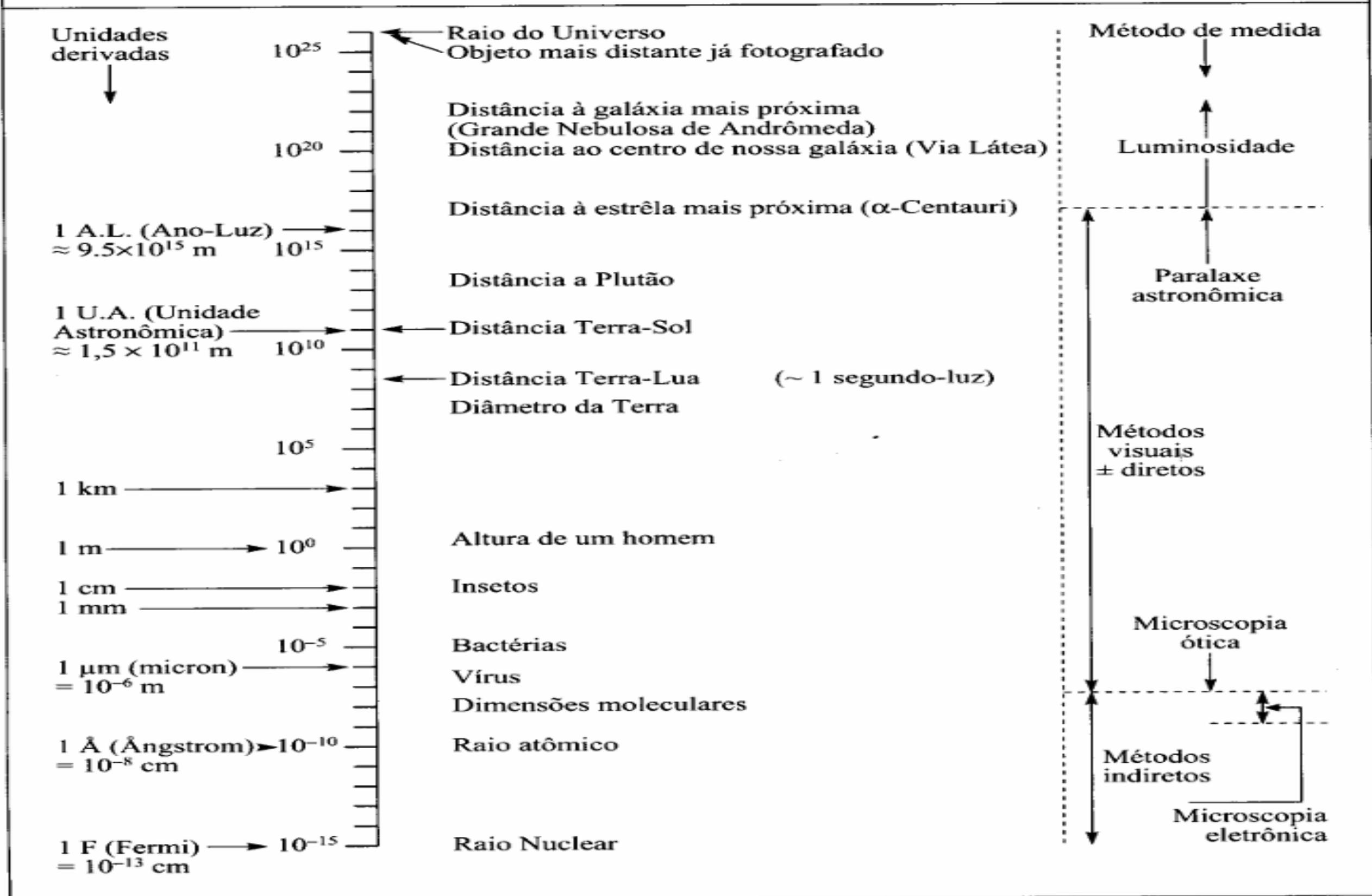
O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo. Essa definição aconteceu em 1983, durante a 17ª CGPM.

O metro foi a primeira unidade de base para a qual uma definição nova foi formulada a partir de uma constante fundamental, a velocidade da luz.

## ■ Novo SI:

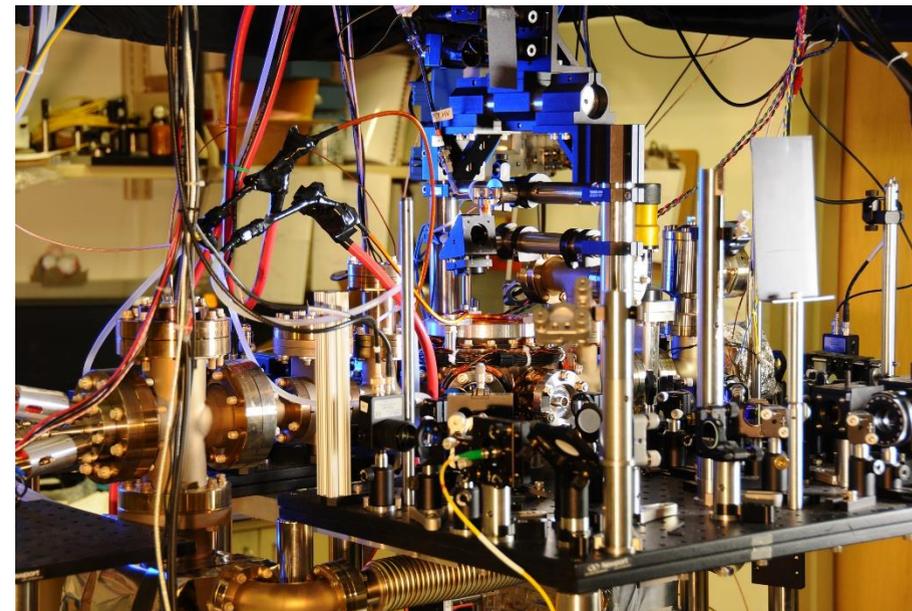
O metro (m) é a unidade de comprimento no SI. Se define ao fixar o valor numérico da velocidade da luz no vácuo,  $c$ , em  $299\,792\,458$ , quando se expressa a unidade em  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , onde o segundo é definido em função da frequência de césio,  $\Delta_{\text{vCs}}$ .

**TABELA 1.1 — ESCALA DE DISTÂNCIAS (em metros)**

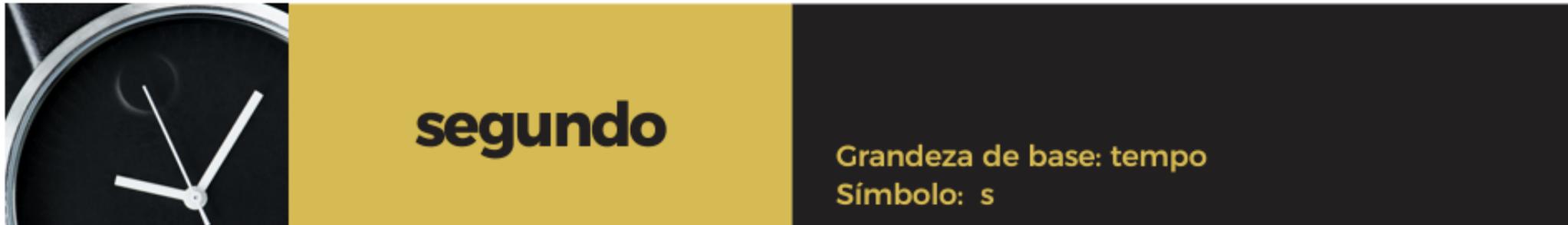


# Tempo

---



# Tempo



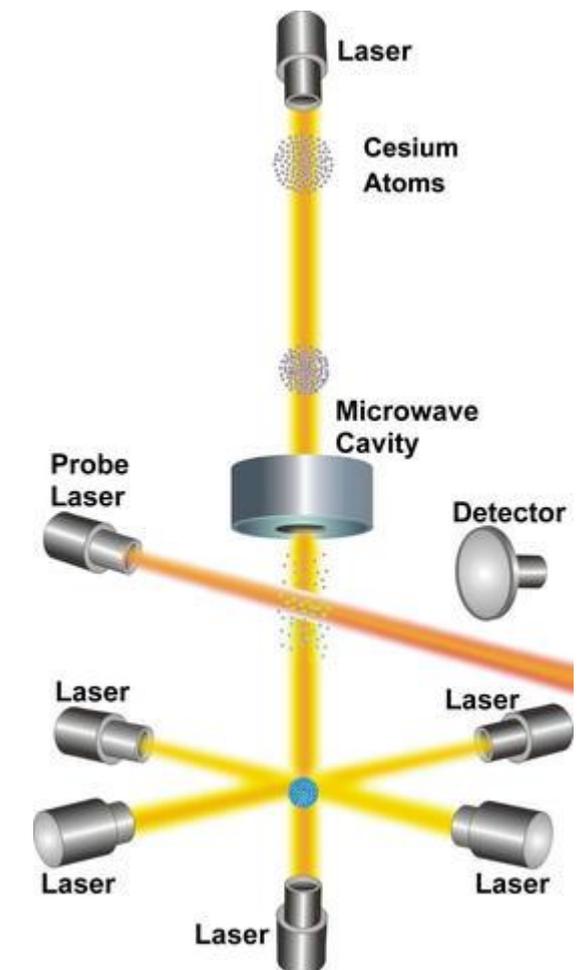
## ■ Definição anterior

O segundo, símbolo s, é a duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.

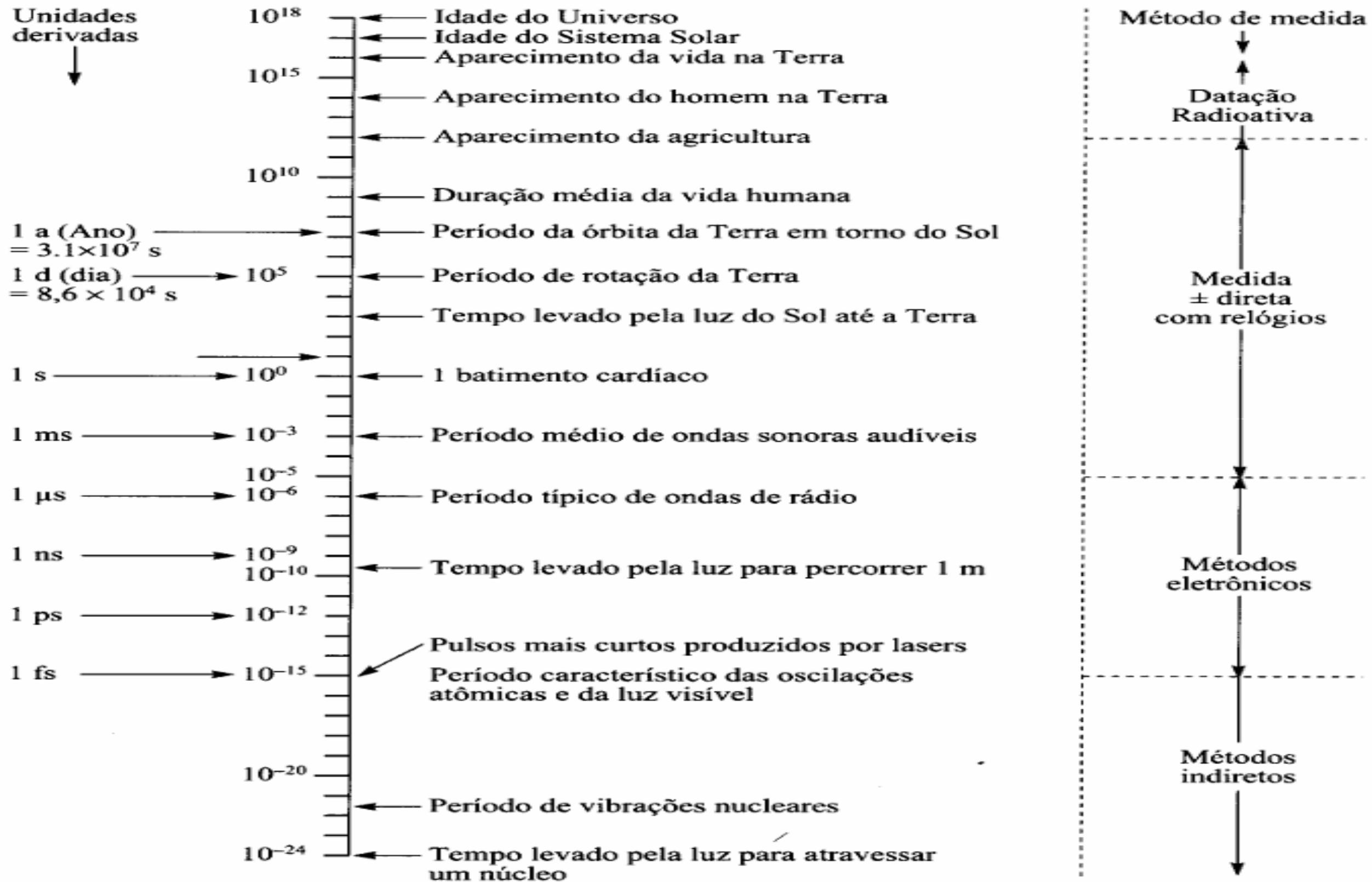
Essa definição se refere a um átomo de césio em repouso, a uma temperatura de 0 K. O segundo tem uma definição recente e tem sido realizado com incertezas cada vez menores, com relativa facilidade, inclusive utilizando equipamentos comerciais. É baseado em propriedades atômicas, do átomo de um isótopo do Césio, na região das microondas.

## ■ Novo SI:

O segundo, símbolo s, é a unidade de tempo no SI. A definição do segundo foi reescrita ao se fixar o valor numérico da frequência de transição hiperfina do estado fundamental não perturbado do átomo de césio 133,  $\Delta_{\text{Cs}}$ , em 9 192 631 770, quando se expressa a unidade em Hz, igual a  $\text{s}^{-1}$ .



**TABELA 1.2 — ESCALA DE TEMPO (em segundos)**



# Calendário Maia – Tzolk'in

 0	 1	 2	 3	 4
 5	 6	 7	 8	 9
 10	 11	 12	 13	 14
 15	 16	 17	 18	 19

O número 20 significa o número de dígitos que uma pessoa possui (10 dedos das mãos e 10 dedos dos pés )

O número 13 refere-se às principais articulações do corpo humano onde se acredita que doenças e enfermidades entram e atacam: um pescoço, dois ombros, dois cotovelos, dois pulsos, dois quadris, dois joelhos e dois tornozelos.

Ciclo de 260 13 x 20 dias. (Gestação)

**Tzolk'in Calendar Day Names** ©2010 HowStuffWorks

				
1. Imix'	2. Ik'	3. Ak'b'al	4. K'an	5. Chikchan
				
6. Kimi	7. Manik'	8. Lamat	9. Muluk	10. Ok
				
11. Chuwen	12. Eb'	13. B'en	14. Ix	15. Men
				
16. Kib'	17. Kab'an	18. Etz'nab'	19. Kawak	20. Ajaw

# Calendário Maia - Haab

O calendário Haab tem 18 uinals, totalizando 360 dias

Adicionalmente outro período de cinco "dias sem nome" chamados de wayeb



Unit's name	Time period	Glyph
Baktun	144,000 days	
Katun	7,200 days	
Tun	360 days	
Uinal	20 days	
Kin	1 day	



# Calendário Maia



MONTH:

DAY:

YEAR:

**Long Count Date**  
**13.0.10.15.2**

**13 baktun**  
13 X 144,000 days = 1,872,000 days

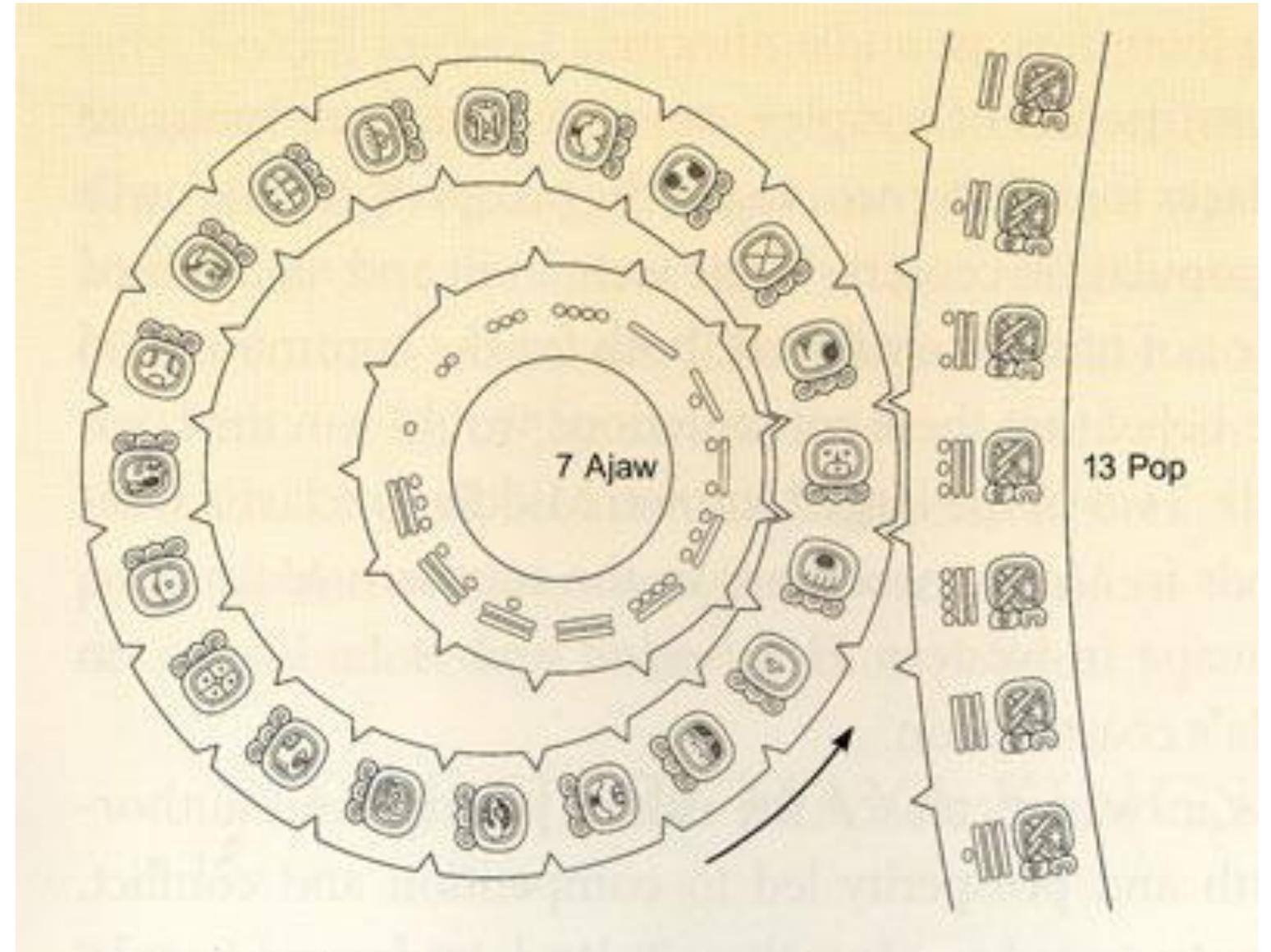
**0 katun**  
0 X 7,200 days = 0 days

**10 tun**  
10 X 360 days = 3,600 days

**15 uinal**  
15 X 20 days = 300 days

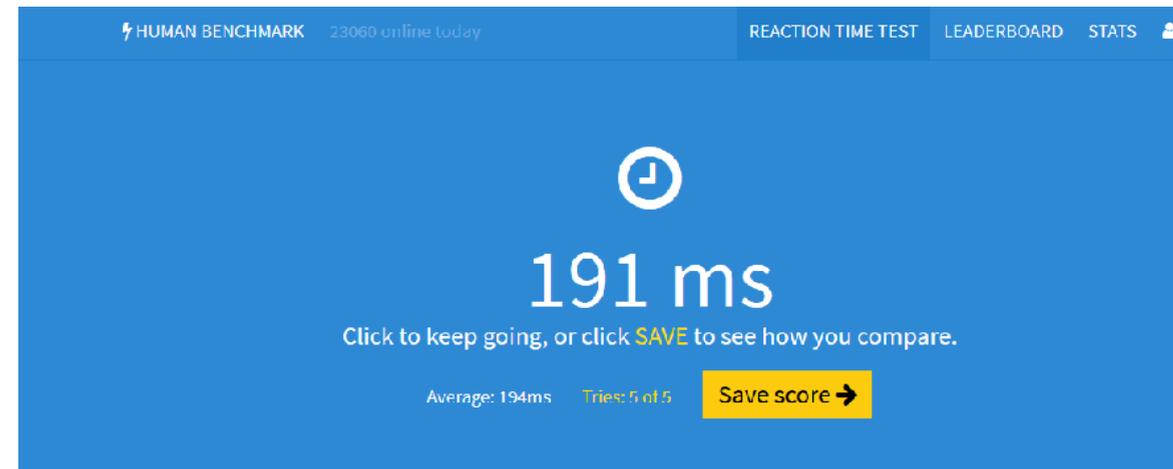
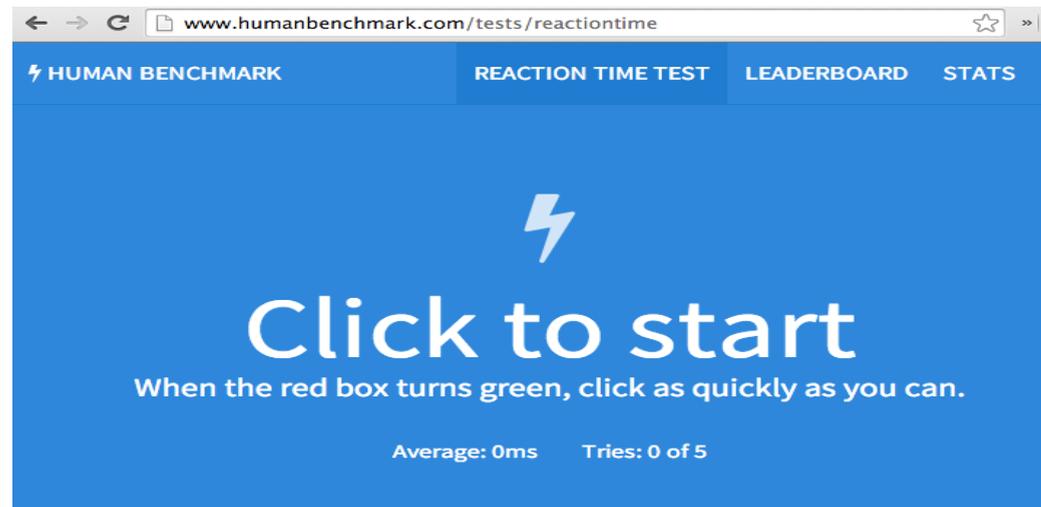
**2 k'in**  
2 X 1 day = 2 days

**Tzolk'in Date:** 6 Ik'  
**Haab Date:** 10 Mol  
**Lord of the Night:** G5



# Preliminares – Reflexo – parte 1

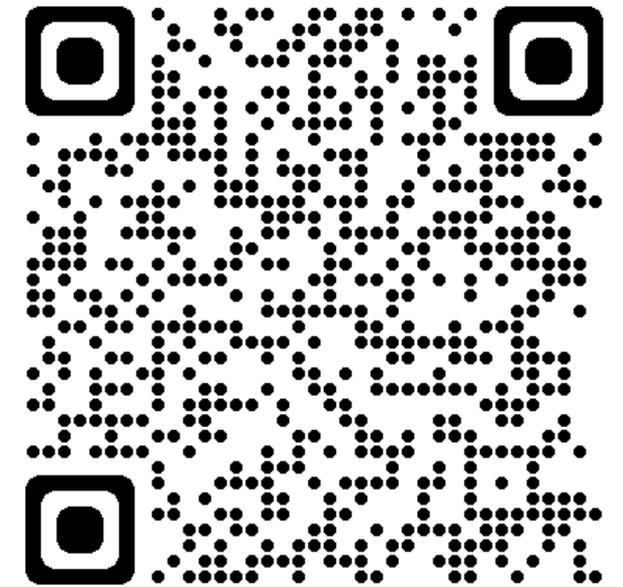
---



- Baixe o aplicativo – “Human Benchmark” (Android e ou Iphone) ou via web:

<http://www.humanbenchmark.com/tests/reactiontime>

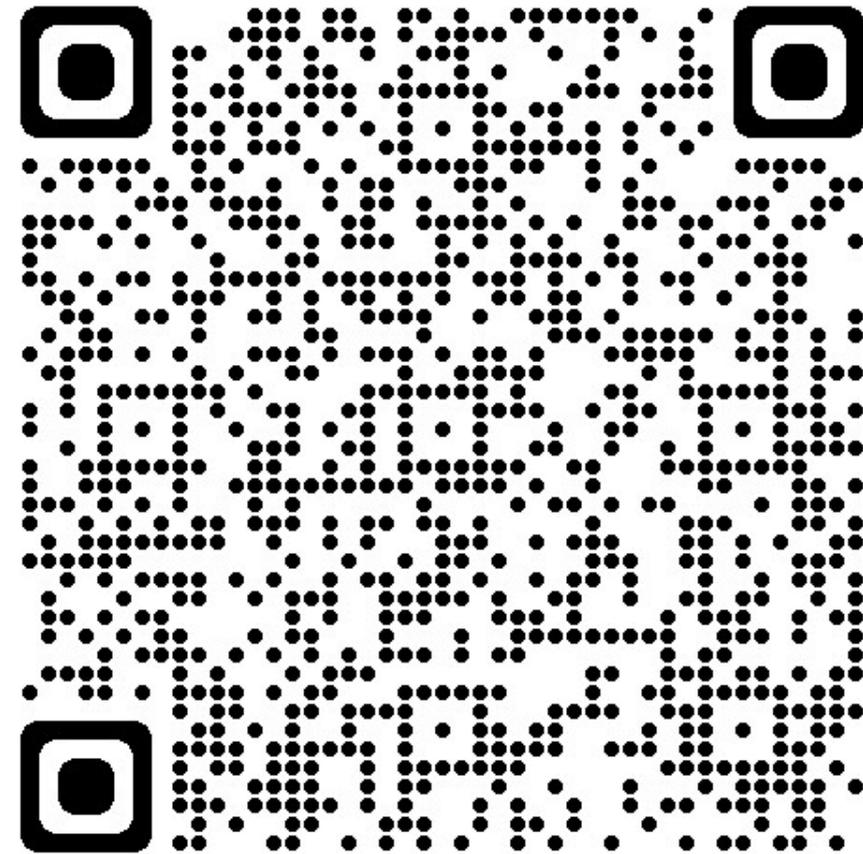
- . Faça 5 medidas do seu tempo de reação com a mão direita
- . Repita o mesmo procedimento com a mão esquerda



# Planilha

---

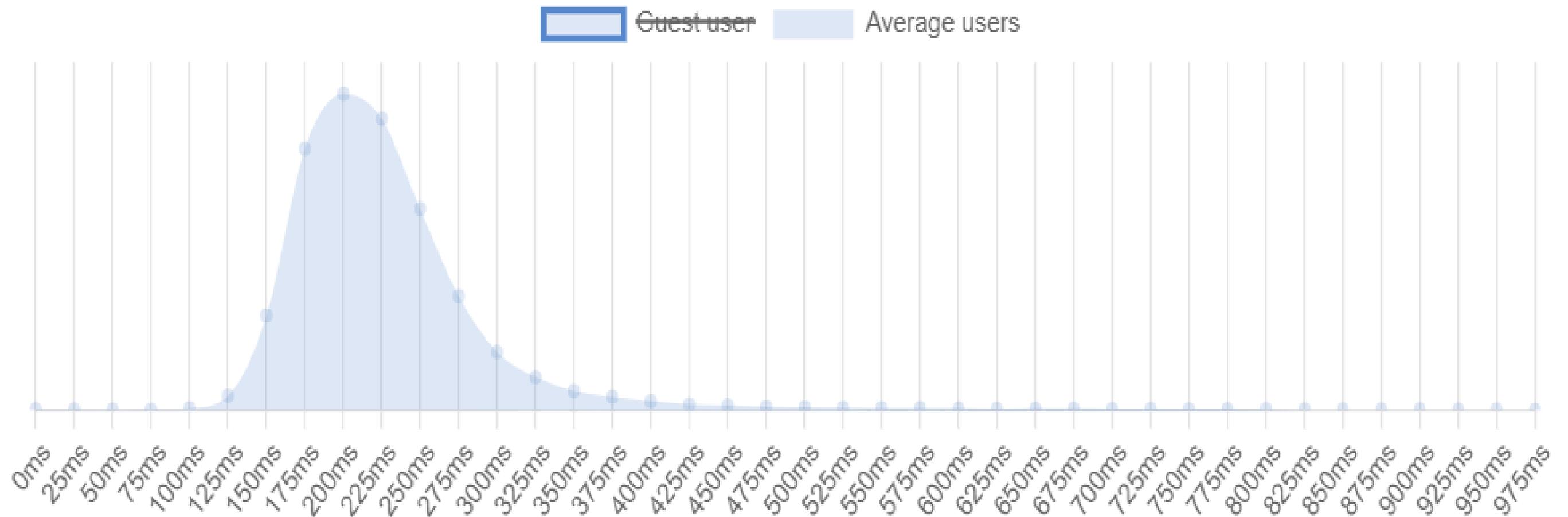
Inclua na planilha



# Onde estamos ?

---

## Reaction Time Statistics



# Massa



## kilograma

Grandeza de base: MASSA  
Símbolo: kg

### ■ Definição anterior

O quilograma é a unidade de massa; ele é igual à massa do protótipo internacional do quilograma. Era a última grandeza de base do SI ainda definida por um artefato material, o protótipo internacional é conservado com suas seis cópias oficiais no BIPM/França.

Essa definição do quilograma, que ainda é a original da 1ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), de 1899, é problemática por duas razões. Primeiro, pelo fato de ser baseada em um protótipo único, sem condições de ser realizada novamente. Segundo, por haver indiscutíveis evidências de que sua massa varia com o tempo de forma imprevisível.



Protótipo internacional do quilograma conservado no BIPM.

### ■ Novo SI:

O kg continuará a ser a unidade de massa, mas seu valor será estabelecido fixando-se o valor numérico da constante de Planck,  $h$ , exatamente igual a  $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$  quando expresso em unidades do SI,  $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ , que é igual a joule segundo (J·s).

# Preliminares - Observador

---

Caminhar no espaço

# Planejamento – Experimento 1

---

Descrever o movimento do andar

# Sumário – 28/08/2023

---

- Modelos Físicos
- Grandezas Físicas

Devolutiva:

- Como foi a aula hoje ? (Moodle)

<https://forms.gle/6VhGwNAFoPgQBjxcA>

