

# Aula 6

Experimento II – Medidas de  
densidade

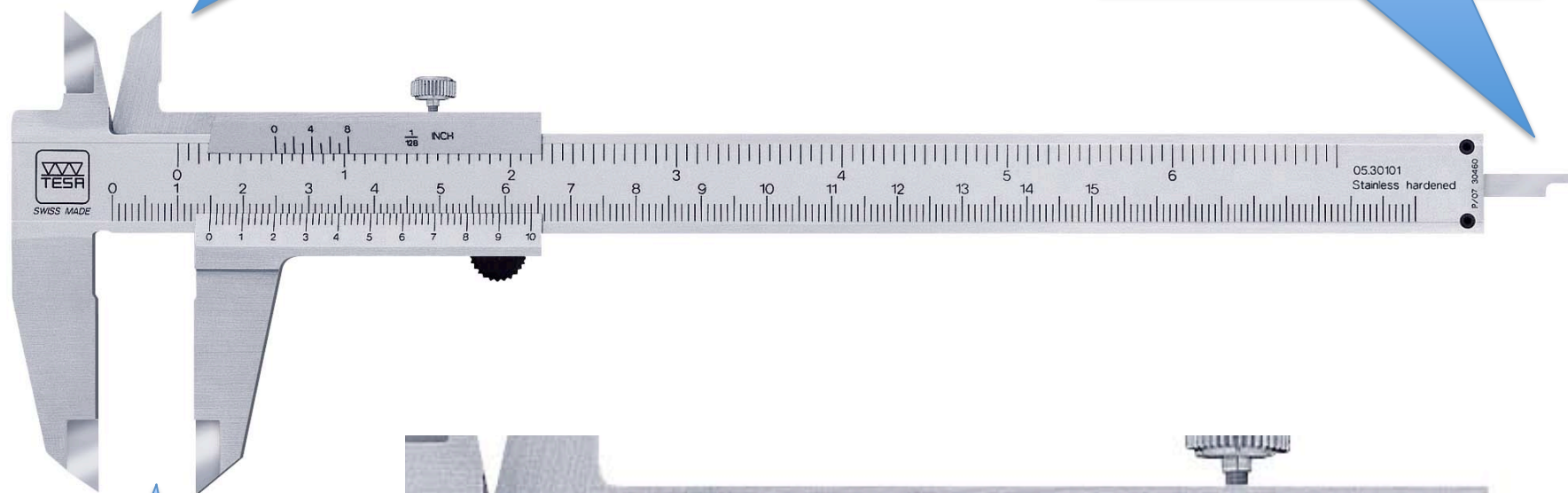
# Assuntos remanescentes

- O paquímetro e o nônio
- Escalas em gráficos

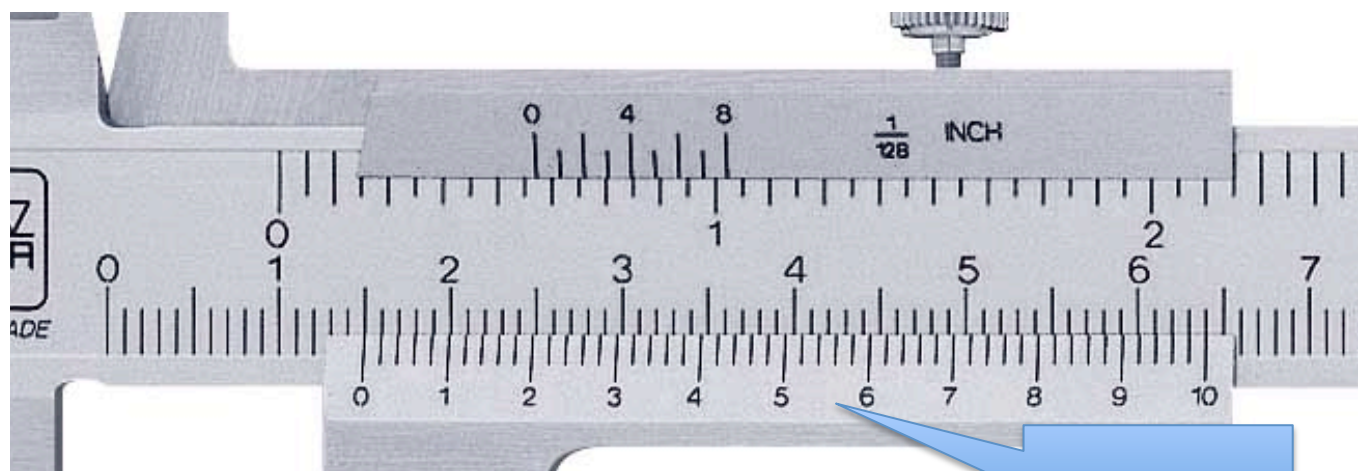
Medidas  
internas

# Paquímetro

Profundidade

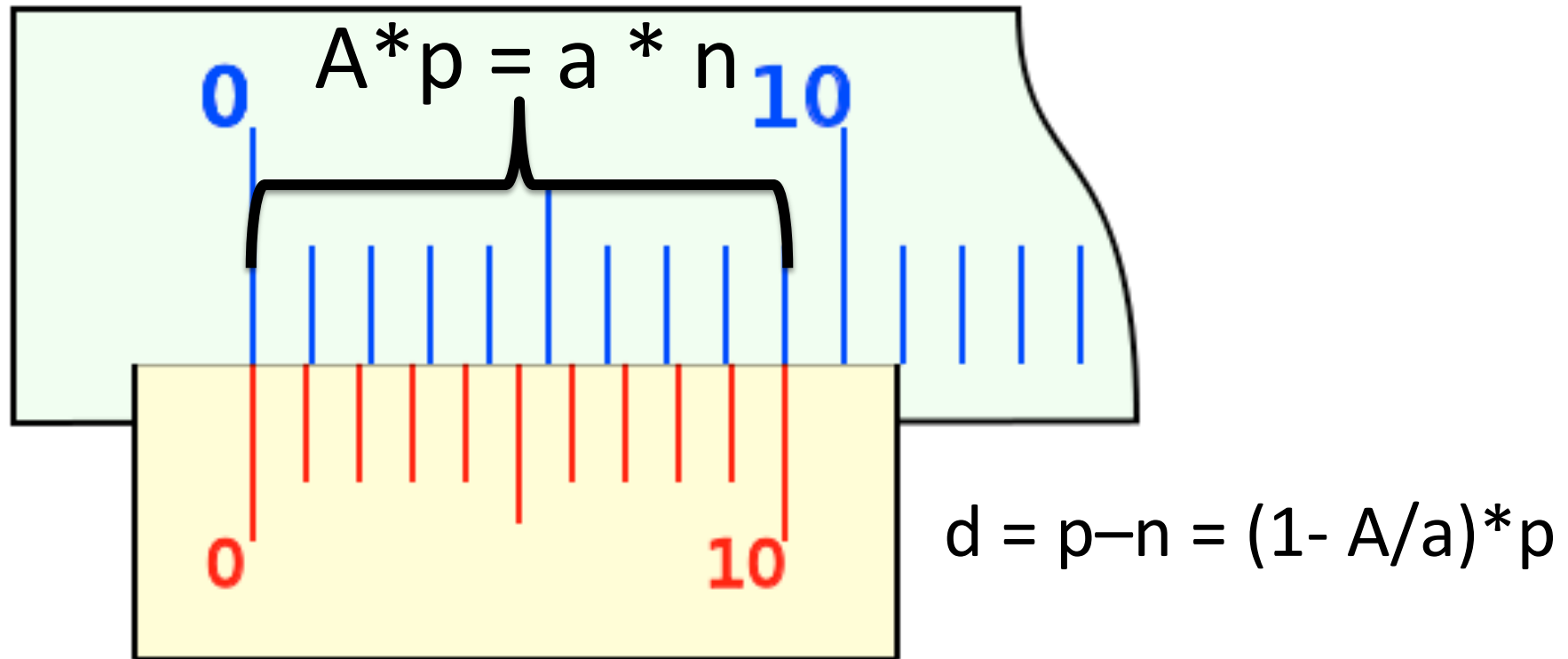


Medidas  
externas



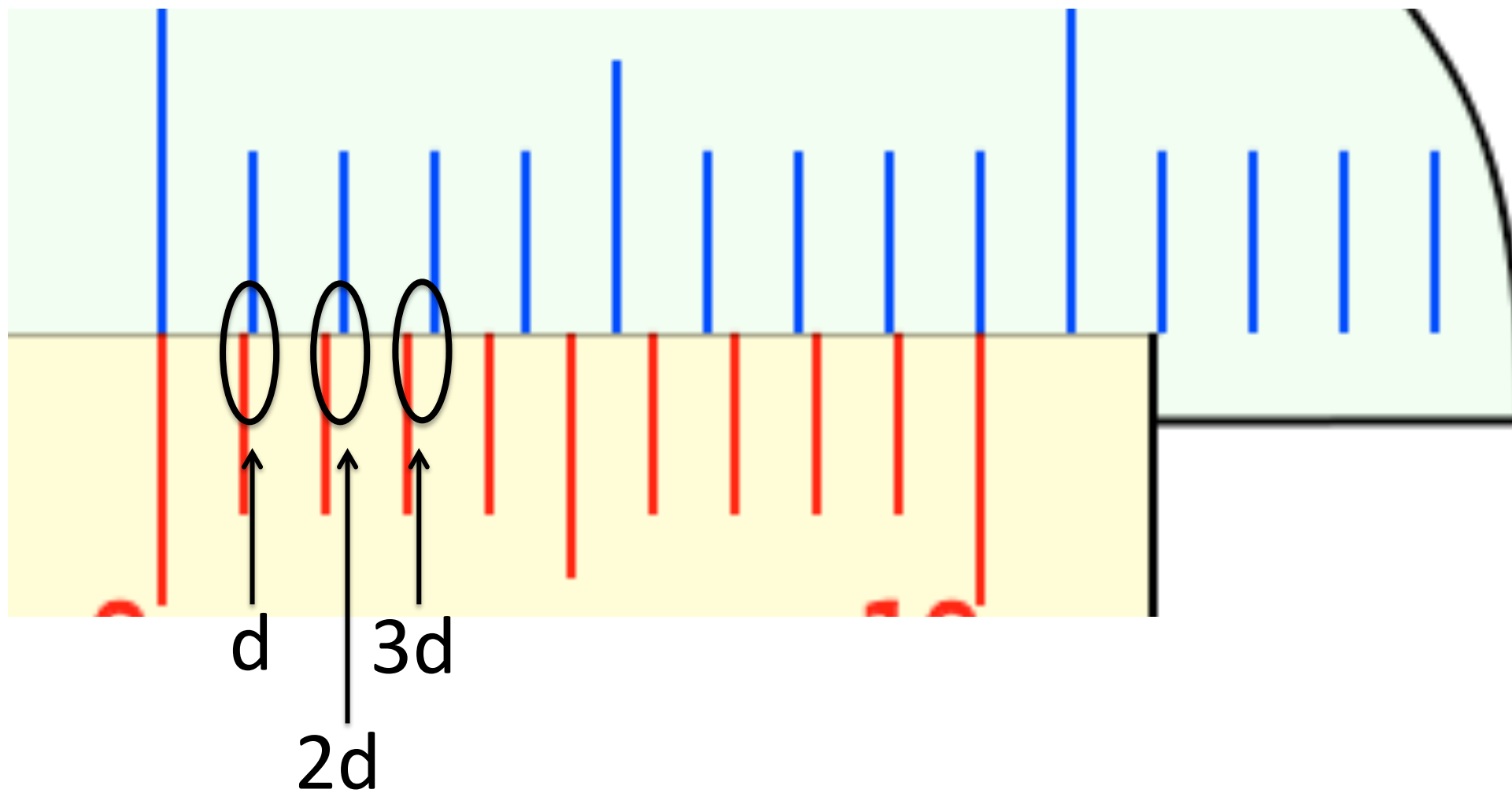
Nônio

# Princípio de funcionamento do Nônio

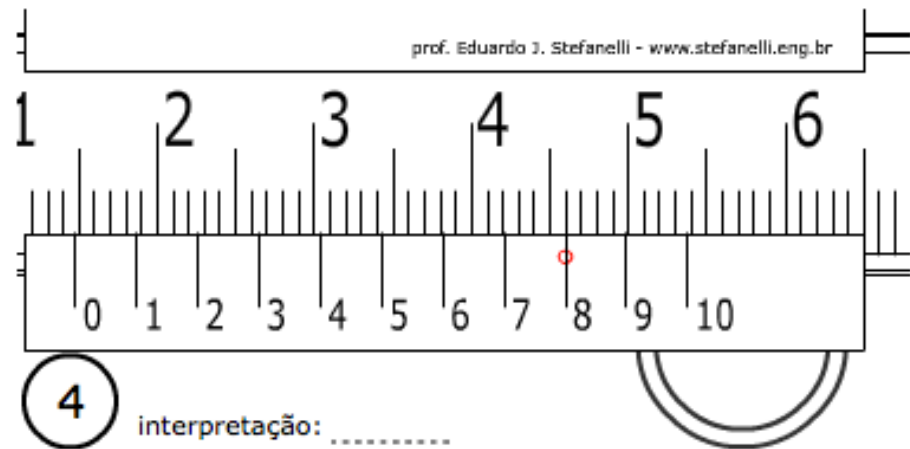
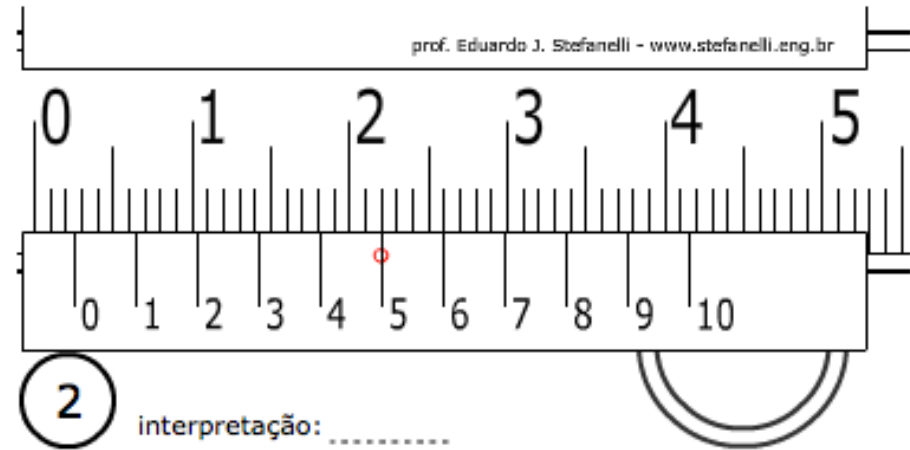
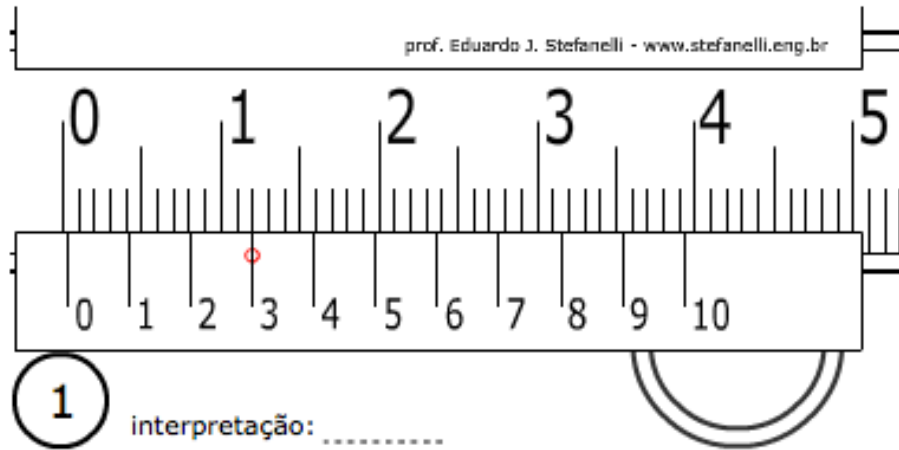


- A = número de divisões na escala azul
- p = tamanho da divisão na escala azul
- a = número de divisões na escala vermelha
- n = tamanho da divisão na escala vermelha

Quem é  $d$ ?

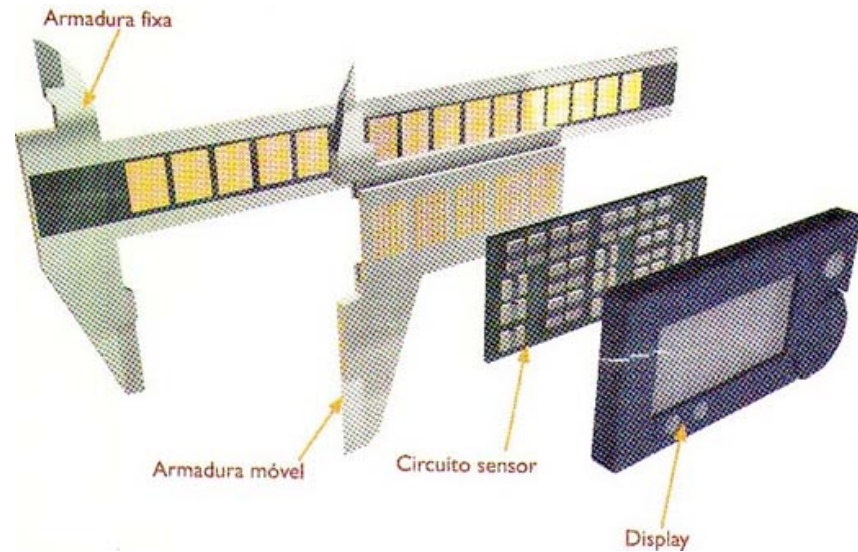


# Qual a leitura desses paquímetros?



# O Paquímetro digital

- Não funciona com o nônio
- Sistemas ópticos ou capacitivos para medir a posição
  - <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3830-mec085>
  - Precisão de até 1/1000 mm



# Réguas e escalas não lineares

- Escalas lineares e logarítmicas em gráficos
  - <http://sampa.if.usp.br/~suaide/blog/?e=230>
- Extrair coeficientes de gráficos em escalas diversas
  - <http://sampa.if.usp.br/~suaide/blog/?e=240>

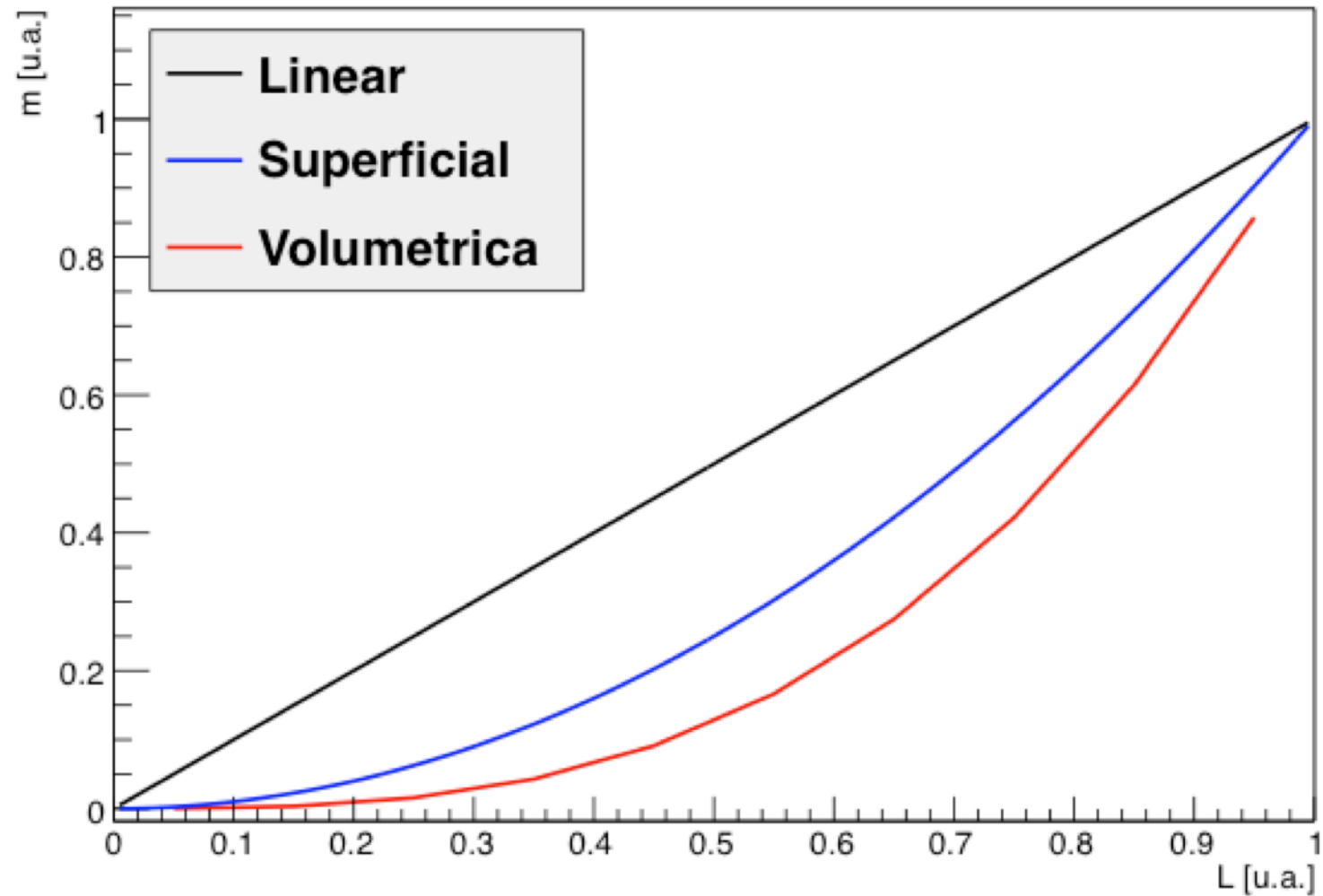


# Objetivos

- Principais objetivos
  - Como que a massa de um objeto depende das suas características espaciais?
  - Determinar a densidade de objetos diversos e tentar identificar de que eles são feitos
- Outros objetivos
  - Realizar medidas físicas simples
  - Levar em consideração a precisão das medidas em manipulações matemáticas
  - Gráficos e como extrair informações deles

# Objetos euclidianos

$$k_n = 1 \text{ [u.a.]}$$



# Dimensões características

- Aprendemos que...
  - ... podemos escrever que, de forma geral, a massa de um objeto depende da sua densidade  $\times$  uma potência da sua dimensão característica, sendo  $n$  um número inteiro (1, 2 ou 3).

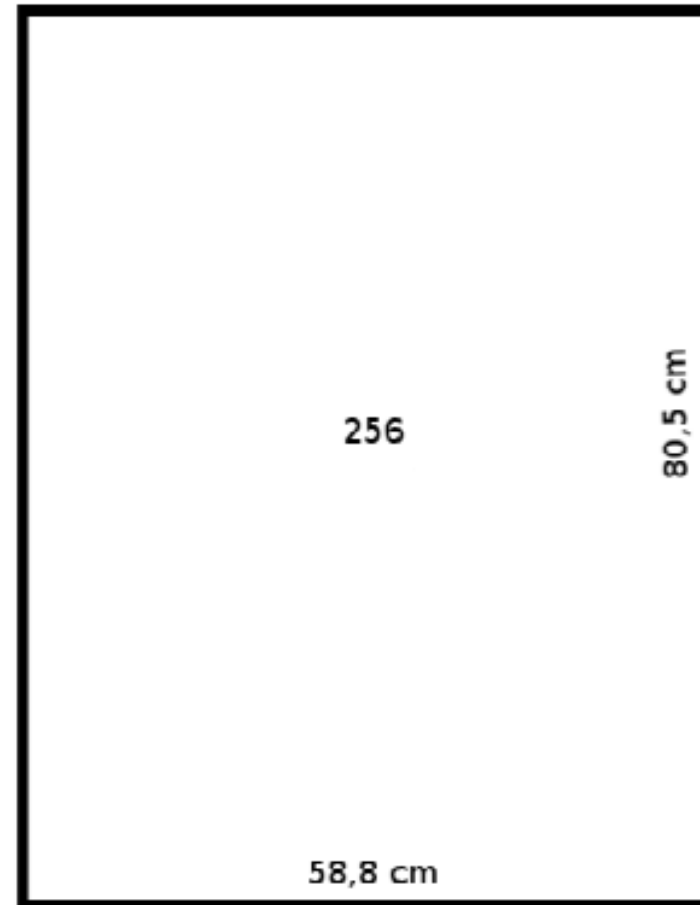
$$m = k_n L^n$$

- Mas...
  - ...  $n$  é sempre um número inteiro?

# Procedimento

- Cada grupo receberá duas folhas de papel para criar bolas de diferentes massas e diâmetros
  - Processo de cortar a folha de papel em metades, criando nove bolinhas
    - Mesma pessoa
  - Esperar uns 20 minutos para acomodar

# Padrão de cortes



Após uns 20 minutos



# Fractais do latim, quebrar

Mandelbrot, 1975

*“Nuvens não são esferas, montanhas não são cones, linhas costeiras não são círculos, cascas de árvores não são lisas e nem o raio viaja em linha reta.”*

*Benoit Mandelbrot*



# O que são fractais?

- Objetos geométricos que não perdem sua estrutura, ou seja,
  - Podemos fragmenta-los em partes cada vez menores e mesmo assim a sua estrutura permanece intacta
  - O fato de possuir estrutura infinitamente detalhada faz com que a geometria euclidiana não se aplique
    - Nova geometria → Geometria fractal
- <http://www.gui.net/fractal.html>



# Existem estruturas fractais na Natureza?

- <http://webecoist.momtastic.com/2008/09/07/17-amazing-examples-of-fractals-in-nature/>
- [http://www.miguel.com/fractals\\_math\\_patterns/visual-math-natural-fractals.html](http://www.miguel.com/fractals_math_patterns/visual-math-natural-fractals.html)

# Qual a consequência disso?

- O fato de possuir estrutura infinita, faz com que a relação

$$m = k_n L^n$$

- Resulte em um valor de  $n$  não inteiro. Este valor não inteiro é o que chamamos de dimensão fractal do objeto
  - Um objeto fractal com duas vezes mais volume não possui oito vezes mais massa.

# Objetivos da aula

- Criar um objeto que apresente estrutura fractal e determinar a sua dimensão fractal através de medidas de massa e volume.
- Que objeto?
  - Bolas de papel amassado
    - A dimensão vai depender do tipo de papel e pode variar até mesmo com a forma como o papel é amassado.

# Procedimento

- Cada grupo receberá duas folhas de papel para criar bolas de diferentes massas e diâmetros
  - Processo de cortar a folha de papel em metades, criando nove bolinhas
    - Mesma pessoa
  - Esperar uns 20 minutos para acomodar

# Medidas e análise dos dados

- Medir a massa e diâmetro destas bolinhas
  - Meça o diâmetro várias vezes e tire uma média. Cuidado para não deformar as bolinhas.
- A partir de gráficos, estabelecer a relação entre massa e diâmetro da bolinha
  - Comparar os dados com uma função do tipo

$$m = k_n L^n$$

- E determinar  $k_n$  e  $n$  por aproximação sucessiva (tentativa e erro).
- Discutir os resultados

# Para estudar

- Roteiro disponível no site da disciplina
- Assistir ao vídeo sobre fractais
  - *Fractals, the colors of the infinity*, Arthur Clarke
  - Disponível no site da disciplina
- Sobre dimensões
  - <http://hypertextbook.com/chaos/33.shtml>