UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

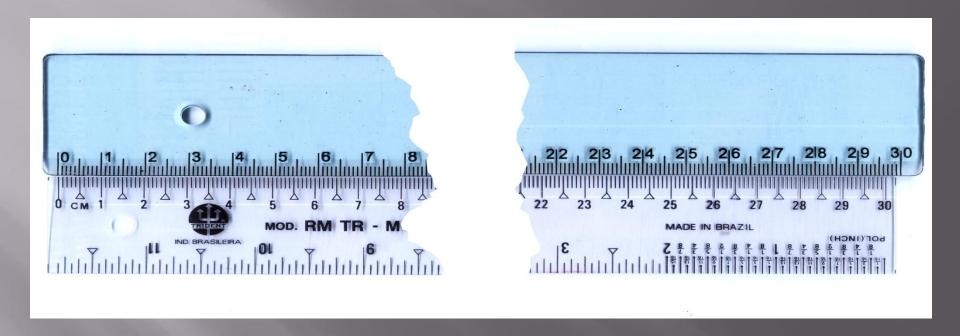
LABORATÓRIO DE FÍSICA I

Instrumentos de Medida (ERROS DE ESCALA DE INSTRUMENTOS) José <u>Ricardo</u> Marinelli <u>Flavio</u> Renato Ramos de Lima

ERROS DE ESCALA DE INSTRUMENTOS

(Erro devido a limitação de construção da escala, NÃO confundir com escala mal construída)

Na figura vemos duas réguas milimetradas



O erro nas duas pode ser diferente. Mas o erro de escala é o mesmo O Erro de Escala, só depende da(s) limitação(ões) da própria escala. Como ela é construída (analógica, com nônio ou digital? Qual o valor da menor divisão de escala?



Erros de Escala

Instrumentos (de Escala Analógica) Analógicos Erro de Escala = Metade da Menor Divisão

$$\Delta x_{Esc} = \frac{M.D.E}{2}$$

- Instrumentos Com Nônio ou Vernier Erro de Escala = Menor Divisão de Escala
 - $\Delta x_{Fsc} = M.D.E.$

Instrumentos Digitais Erro de Escala = Menor Divisão de Escala

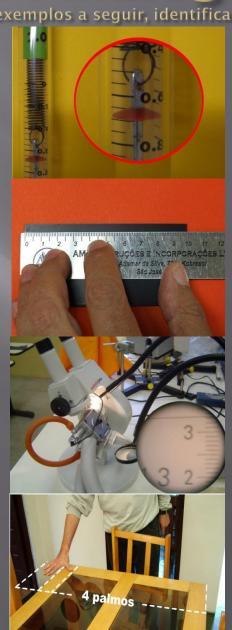
$$\Delta x_{Esc} = M.D.E.$$

- Instrumentos
- (tipo de escala)

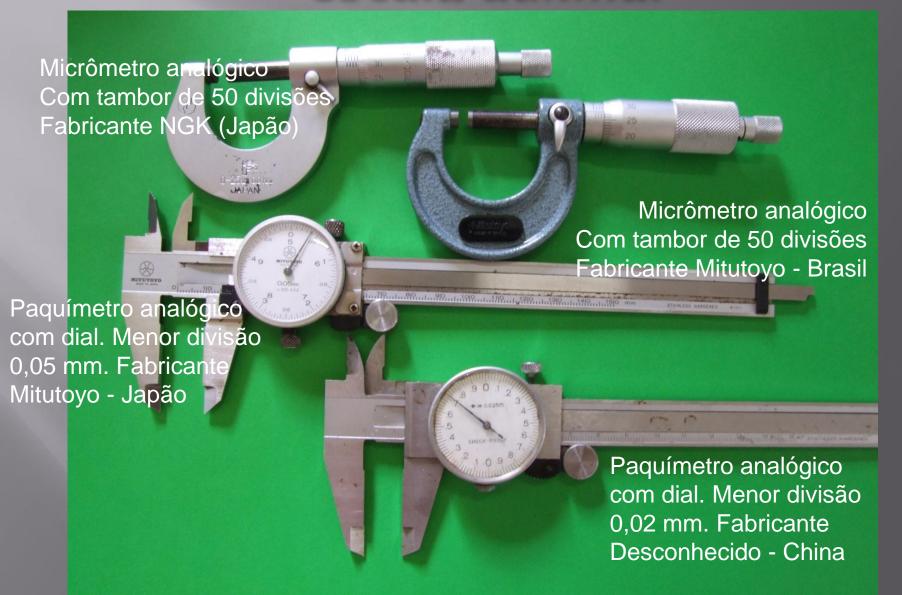
Instrumentos Analógicos

(Instrumentos cuja escala é analógica). Observe os exemplos a seguir, identificando a M.D.E. e Δx_{Esc} .





Instrumentos analógicos com escala auxiliar



Apalpadores externos.
A peça a ser medida deve
Ser colocada entre eles.
Existem micrômetros para
medidas de profundidade
de furo e para diâmetros
Internos, que usam outros
tipos de apalpadores.

Trava de segurança. Na foto o micrômetro está travado, quando destravado a alavanca aponta para a catraca.

Tambor fixo, Escala principal Parafuso com catraca (para não deformar a peça que está sendo medida

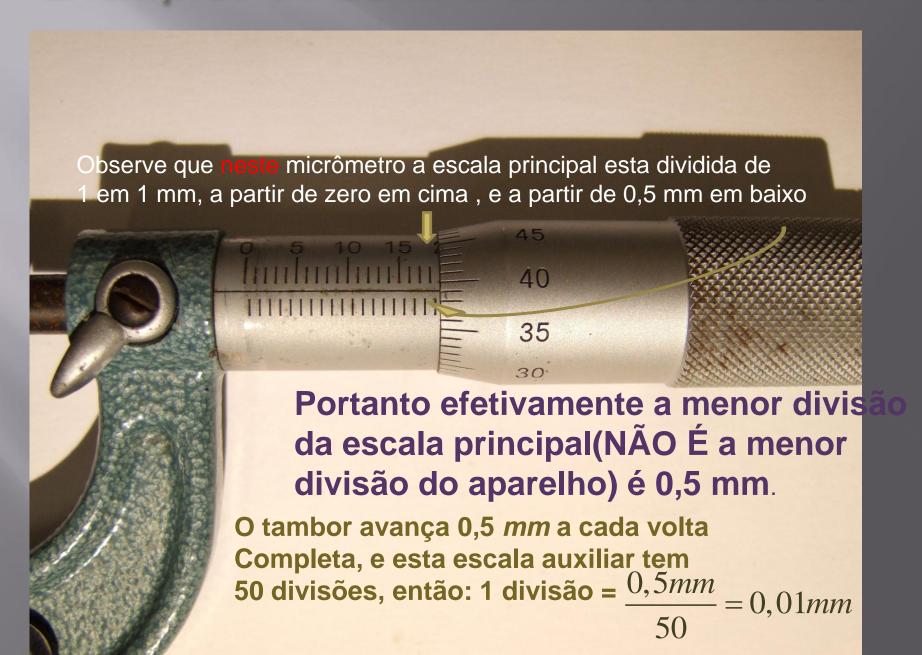
Arco de aço fundido.

Dá sustentação física
ao conjunto e limita o
tamanho máximo da
medida. Alguns fabricantes
produzem diferentes tipos
de micrômetros simplesmente
trocando este arco.

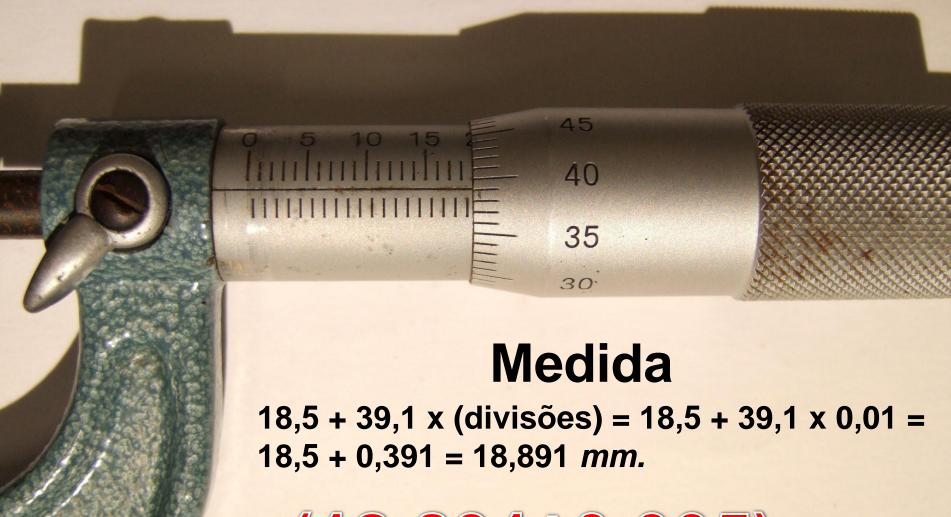
Isolante térmico.
O micrômetro deve ser seguro por este ponto, para evitar Problemas de dilatação.

Tambor (móvel) com escala auxiliar, neste tipo de aparelho, é ela que divide a escala principal em subdivisões menores e, portanto, define a menor divisão de escala e por conseqüência o erro de escala.

Exemplos de Leitura em Micrômetros

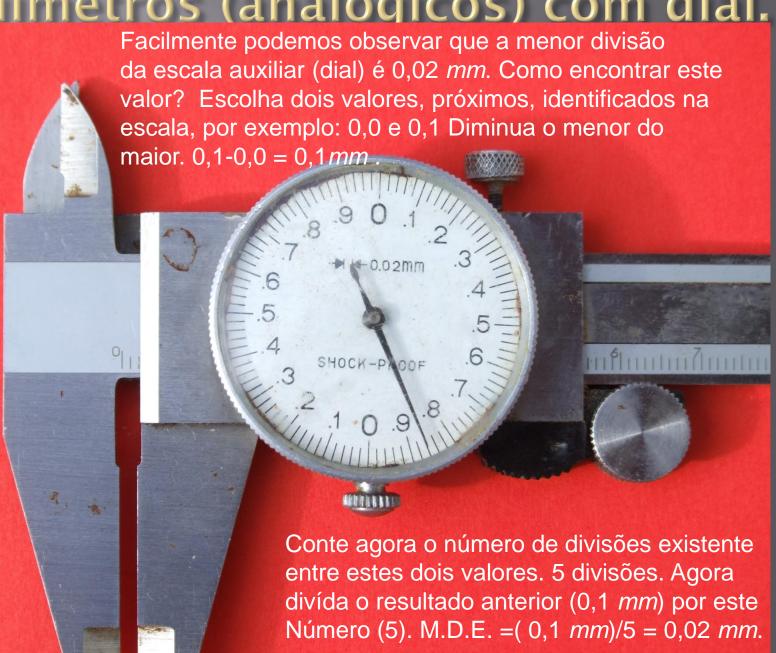


M.D.E.*= 0,01 mm $\Delta x_{Esc} = 0,005$ mm

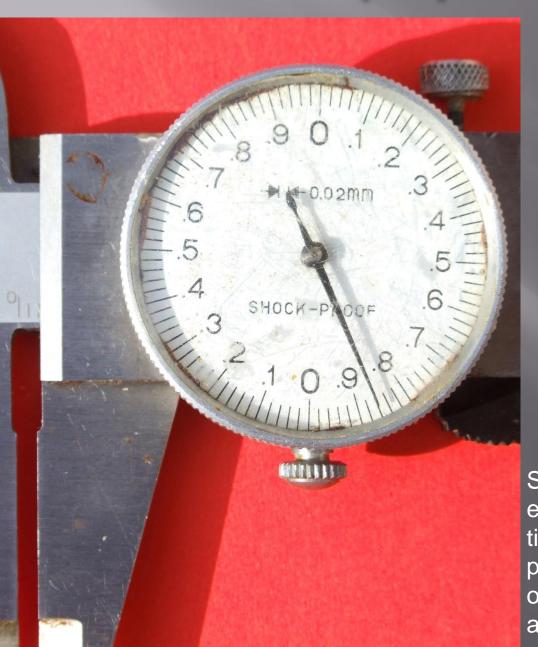


(18,891±0,005)mm

Paquímetros (analógicos) com dial.



Leituras no paquímetro analógico



M.D.E.= 0,02 *mm*

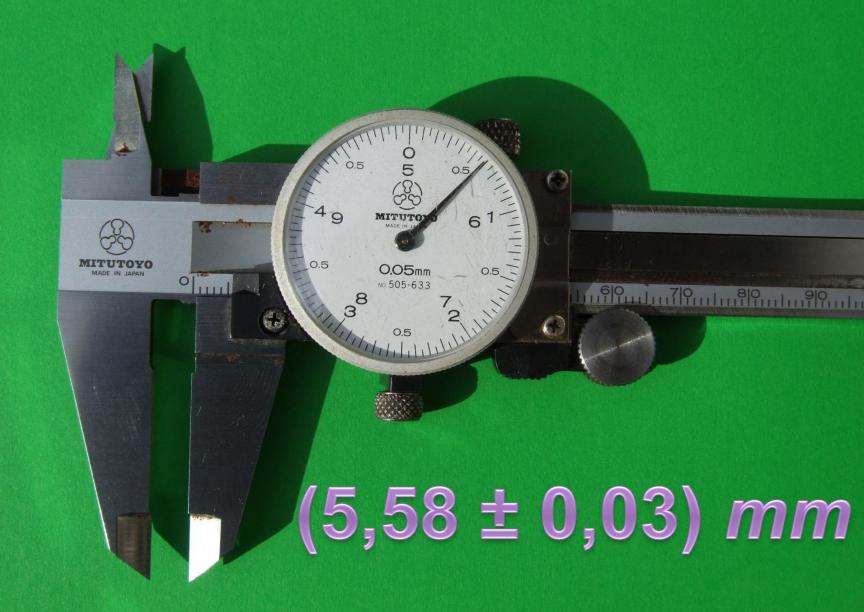
 $\Delta x_{Esc} = 0,01 \ mm$

Medida (1,86 ± 0,01)*mm*

Seria possível alguém achar que a escala principal do paquímetro já tivesse atingido 2 *mm*, porém se esta pessoa escrever a medida e voltar a olhar o paquímetro verá que é visível absurdo.

M.D.E.= 0,05 mm

 $\Delta x_{Esc} =$ 0,03 mm



INSTRUMENTOS COM NÔNIO OU VERNIER

PEDRO NUNES(1502-1578):

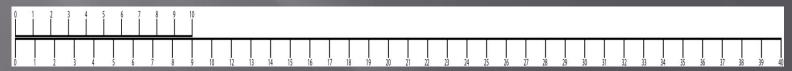
nouas terras, nouos mares, e o que mays he: nouo ceo e nouas estrellas



Pedro Nunes (latinizado para Nônio) foi um cientista português (era médico, matemático, Físico, astrônomo, e etc.) inventou um sistema de régua (escala) auxiliar que revolucionou a navegação, astronomia, física etc. na sua época. O sistema de Nunes o nônio é usado até hoje, Quase 500 anos após o seu invento.

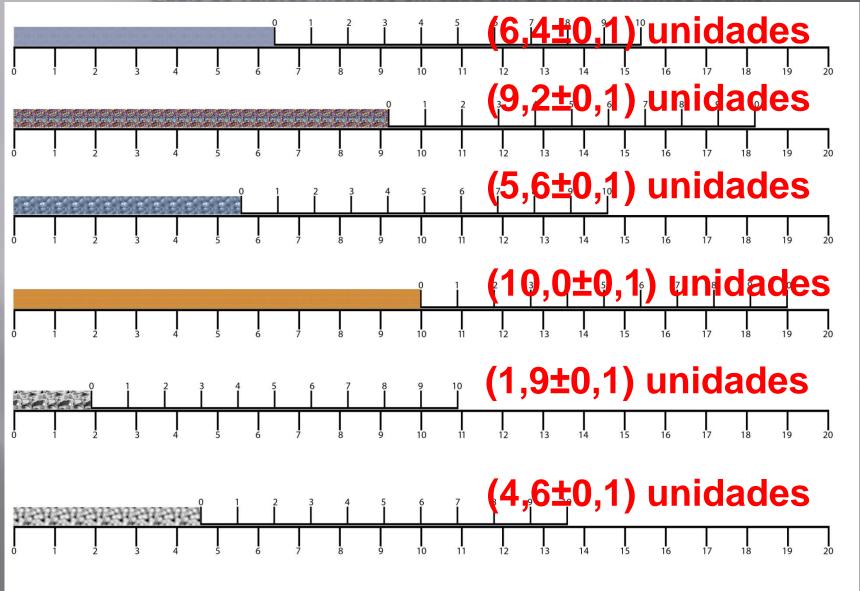
Um pouco da história de Pedro Nunes em http://purl.pt/40/1/pn-cronologia.html

A idéia de Nunes era muito simples, aliás é ai que reside a genialidade. Ele tomava 9 unidades da grandeza em questão e dividia novamente em 10 partes (poderiam ser em 20 ou 30 dependendo da situação). Olhe para a Figura abaixo e pense, qual é a distância entre o traço 1 da régua principal e o traço 1 da auxiliar? E o traço 2? E Assim por diante.

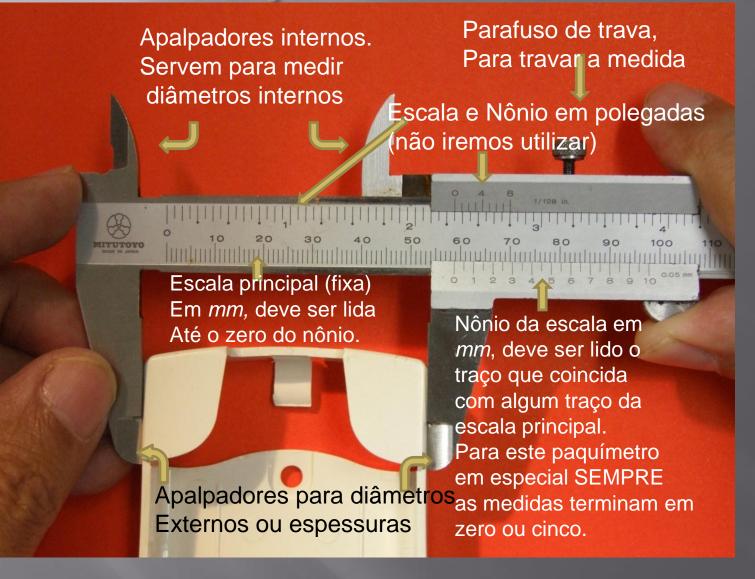


A Escala do Nunes

Quais os valores medidos em cada um dos instrumentos abaixo?



Paquímetro com nônio



Paquímetro medindo ressalto ou profundidade de furos





A maioria dos paquímetros, possibilita a leitura de profundidade de furos e/ou ressaltos

Aqui mostramos como medir profundidade de furos.

Algumas medidas com nônio



Instrumentos Digitais



Existem vários fatores que tornam Interessantes os instrumentos digitais, além do fato de ser EXTREMAMENTE mais simples de se ler, basta ver como a medida varia para ver qual é a menor divisão e conseqüentemente o erro de escala.

Um bom relógio e/ou cronômetro Analógico custa de 10 a 20 vezes um de qualidade similar digital.

Acima vimos um cronômetro de quatro contadores. (São de fato quatro cronômetros), lsto barateia os custos de produção. Este sistema só é viável com tecnologia eletrônica e digital.

$$t_1 = (0,668 \pm 0,001) s$$

$$t_2 = t_4 = (0,000 \pm 0,001) s$$

$$t_3 = (0,434\pm0,001) s$$

Vocês irão utilizar um equipamento semelhante em várias experiências nesta disciplina.

Termômetros digitais

Tudo o que foi falado antes para cronômetros vale para os termômetros:

Maior facilidade/agilidade de medida.

Maior precisão por menor custo.



Possibilidade de fazer a transformação de uma unidade para outra ao simples toque de uma chave.

Micrômetros, paquímetros, multímetros, balanças e etc.

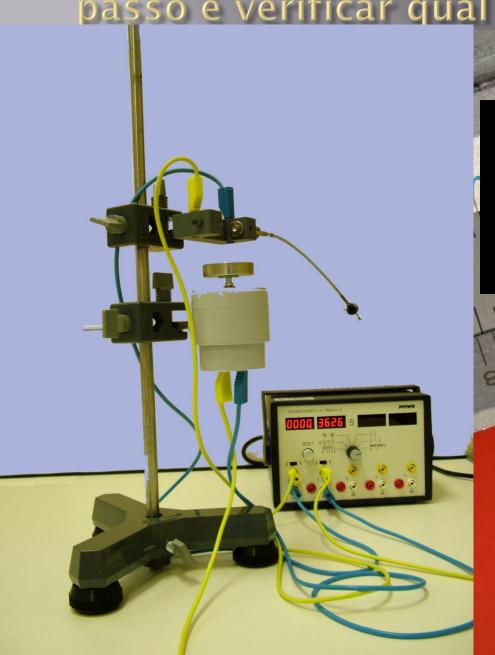








Para identificarmos o erro de escala, o primeiro passo é verificar qual tipo de instrumento



Digital

 $\Delta x_{Esc} = M.D.E.$



