

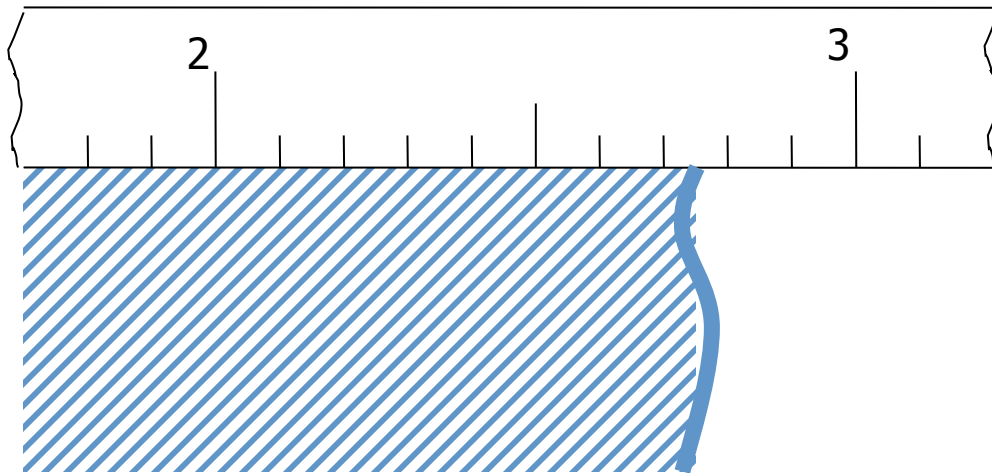
Aula 7

Final do experimento 2

Realizando medidas

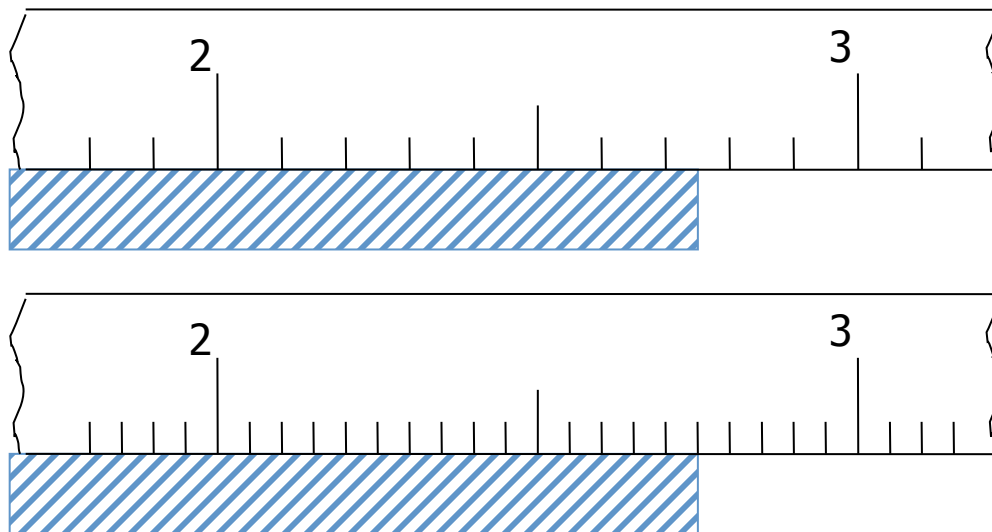
- O que é medir?
 - Medir significa quantificar uma grandeza com relação a algum padrão tomado como unidade;
- Uma medida não é absoluta
 - O que acontece se eu repetir várias vezes? E se outra pessoa fizer a mesma medida?
 - Se eu usar outro instrumento? Qual o instrumento mais adequado para realizar uma medida?

Peculiaridades de uma medida



- O valor medido depende da região do objeto que é medida.
 - O que acontece se eu realizo medidas em regiões diferentes? Como expressar o resultado?

Peculiaridades de uma medida precisão do instrumento



- Como a precisão do instrumento influencia a medida realizada?

Uma medida não é absoluta

- Irregularidades do objeto podem influenciar a medida final.
- As características do instrumento influem na medida.
- O experimentador influi na medida.
- Mas, o que isso significa?
 - Medidas experimentais não são absolutas. Sempre existe uma “dúvida” no resultado obtido.
 - Como expressar essa “dúvida”?
 - Supondo que exista um valor verdadeiro, que nunca saberemos qual é, como avaliar a qualidade da medida efetuada?

Erro e incerteza de uma medida

**ERRO não é a mesma coisa que
INCERTEZA!!!**

Apesar de que é comum usar o termo erro para designar incerteza

- **Erro** = *valor verdadeiro - valor medido*
pode-se afirmar que **toda medida experimental apresenta um erro**, que precisa ser estimado e compreendido.
O valor do erro NUNCA pode ser conhecido!
- **Incerteza** = *melhor estimativa do valor do erro*

Apresentando o resultado de uma medida com incerteza

- Se toda medida tem uma incerteza, como representá-la?
 - Forma mais comum
 - (Valor \pm incerteza) unidade
 - Ex: (24,50 \pm 0,05) cm
- A incerteza sempre deve ter 1 ou 2 algarismos significativos e a medida acompanhar a casa decimal da incerteza.

Alguns exemplos

- Corretos

- $M = (1,96 \pm 0,03) \text{ g}$

- $H = (325 \pm 12) \text{ km}$

- $T = (2,45 \pm 0,07) \times 10^{-6} \text{ s} = (2,45 \pm 0,07) \mu\text{s}$

- Errado

- $M = (13566 \pm 1200) \text{ kg}$

- O correto seria $M = (13,5 \pm 1,2) \times 10^3 \text{ kg}$

- Uma mudança de unidade ou potência de 10 resolve o problema com os algarismos significativos.

Tipos de incerteza

- Precisão e acurácia

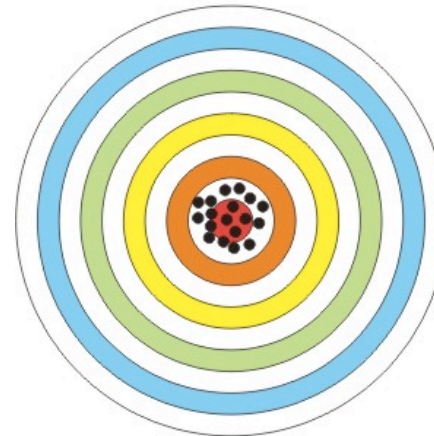
- Precisão

- Valores medidos variam de medição para medição por conta dos instrumentos ou do método empregado.
 - Incerteza estatística

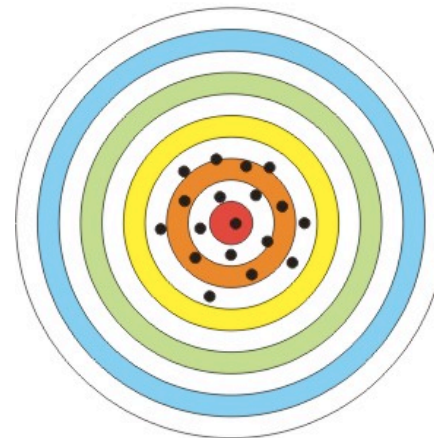
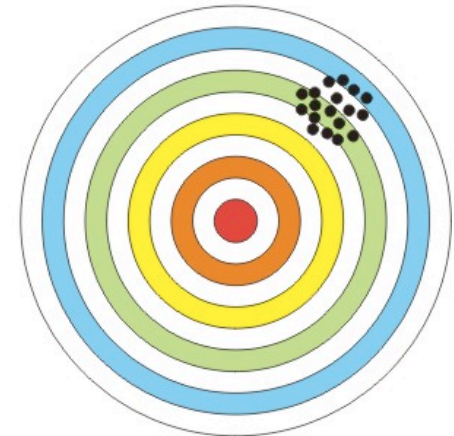
- Acurácia

- Sujeita à qualidade dos equipamentos, vícios do experimentador, etc.
 - Incerteza sistemática

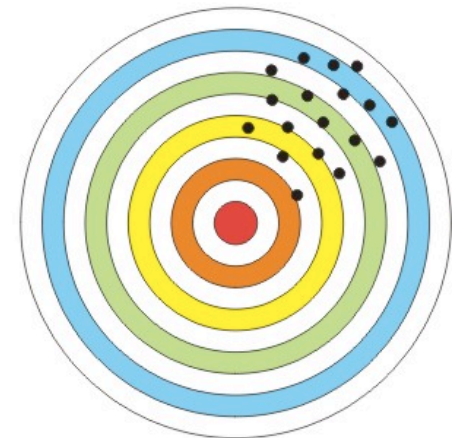
Alta acurácia
Alta precisão



Baixa acurácia
Alta precisão



Alta acurácia
Baixa precisão



Baixa acurácia
Baixa precisão

Como estimar a incerteza de uma medida

- Estatística (precisão)
 - Em geral, a repetição da medida permite avaliar quanto ela flutua
 - Métodos estatísticos permitem calcular essas flutuações (a partir da próxima aula)
- Sistemática (acurácia)
 - Mais complicado, depende da avaliação do experimento e identificação de possíveis problemas

Nem sempre dá para fazer essa avaliação, o que faço?

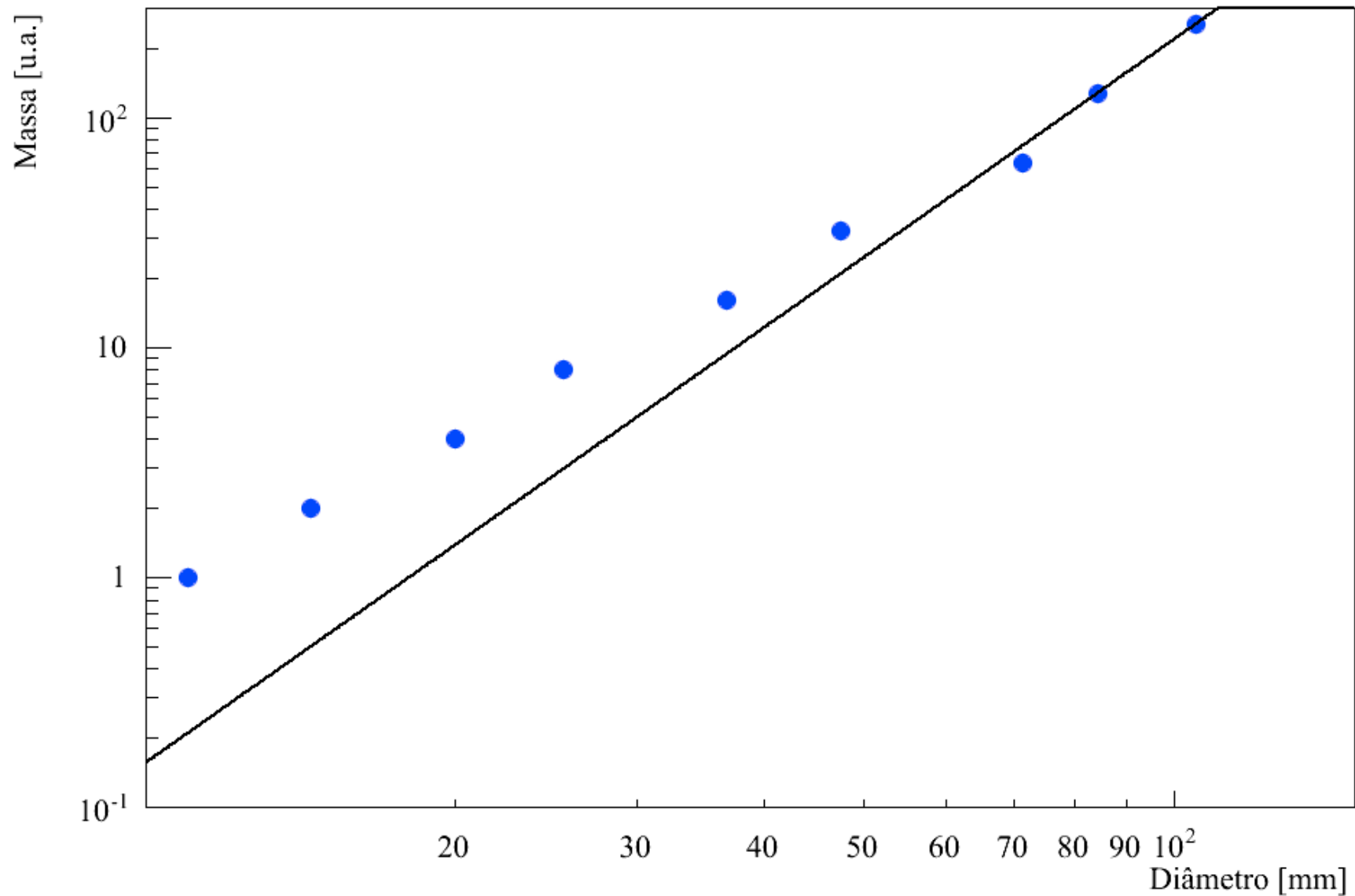
- Em geral, os fabricantes de instrumentos digitais informam as incertezas dos seus equipamentos → ver manual do fabricante
- Para o caso de instrumentos analógicos, uma regra prática é utilizar como incerteza a metade da menor divisão.
 - Ex: régua milimetrada → $\sigma = 0.5 \text{ mm}$
 - Ler artigo “O que é uma medida”, O. Helene, na aba Extras do site da disciplina
- OBS: Isso só vale se somente o instrumento for responsável por gerar incertezas na medida.

A incerteza influencia os resultados?

- Vamos olhar o experimento de dimensões fractais feito em sala na aula passada.
 - O que acontece com o resultado do ajuste da função esperada para os dados em situações distintas para incerteza?
 - Os resultados são alterados?
 - Os resultados são bons visualmente?

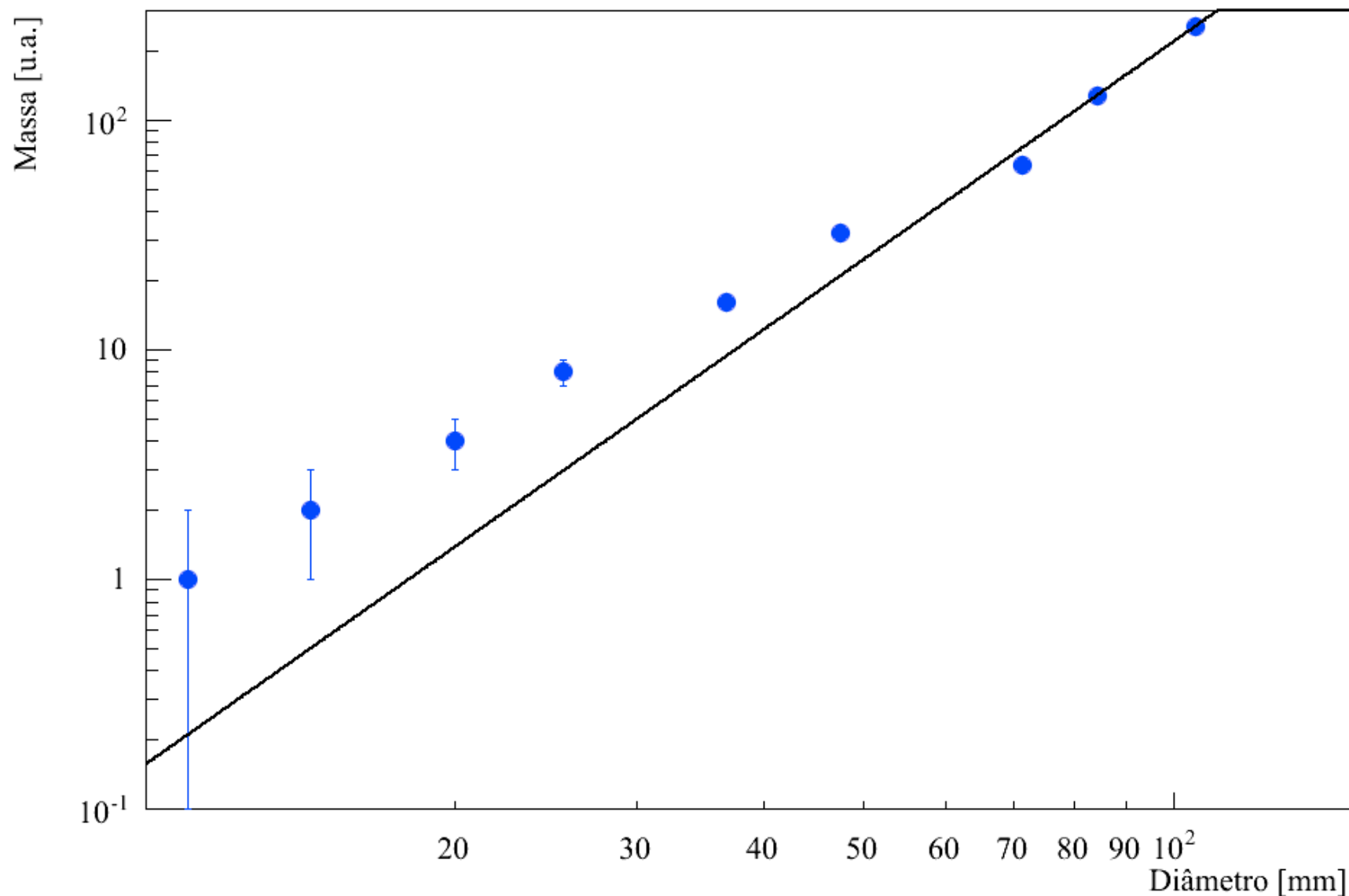
Situação 1 – Sem incertezas

Medidas das Esferas de Papel



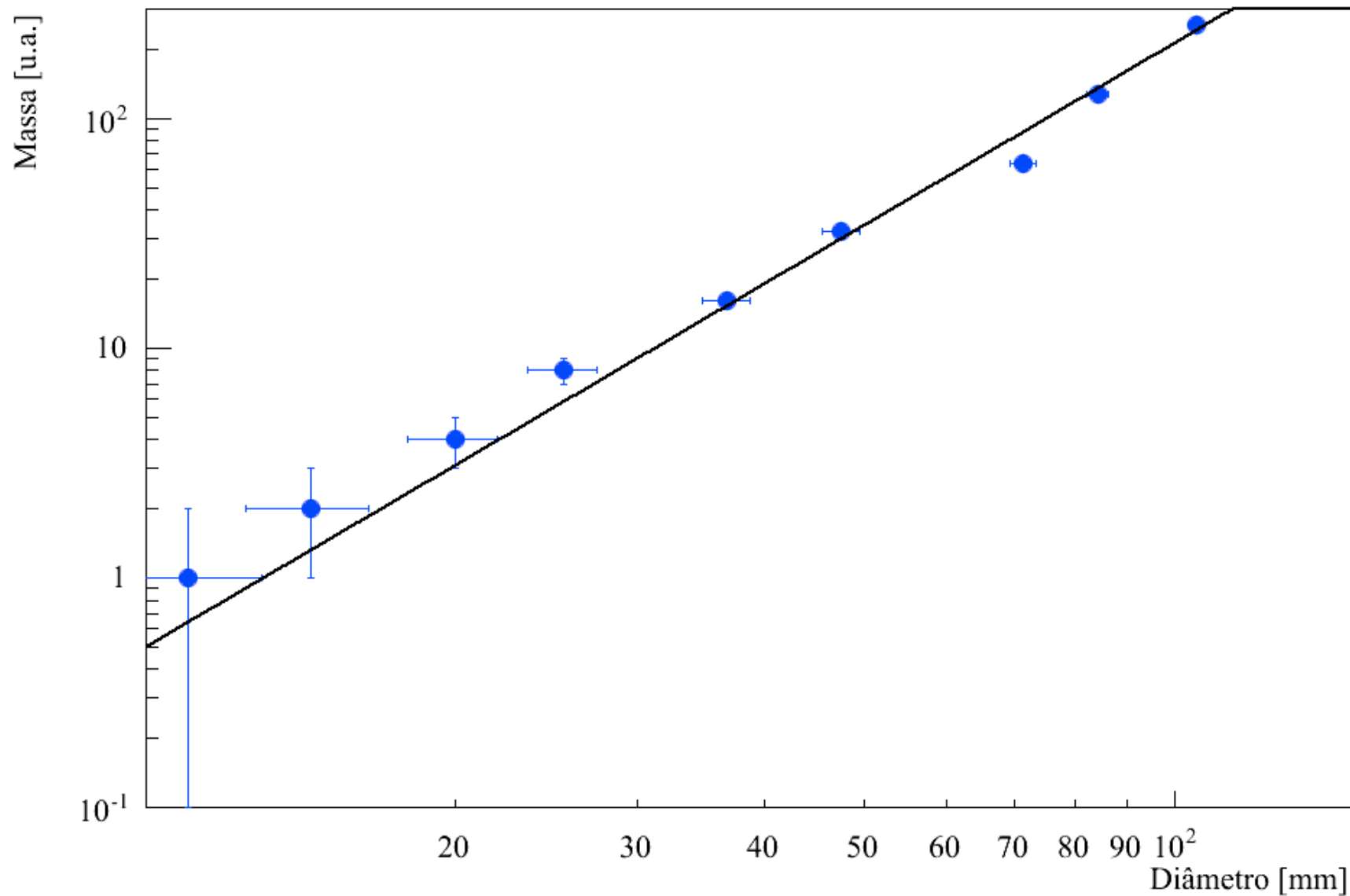
Situação 2 – $\sigma_m = 1$ u.a., $\sigma_D = \text{NÃO}$

Medidas das Esferas de Papel



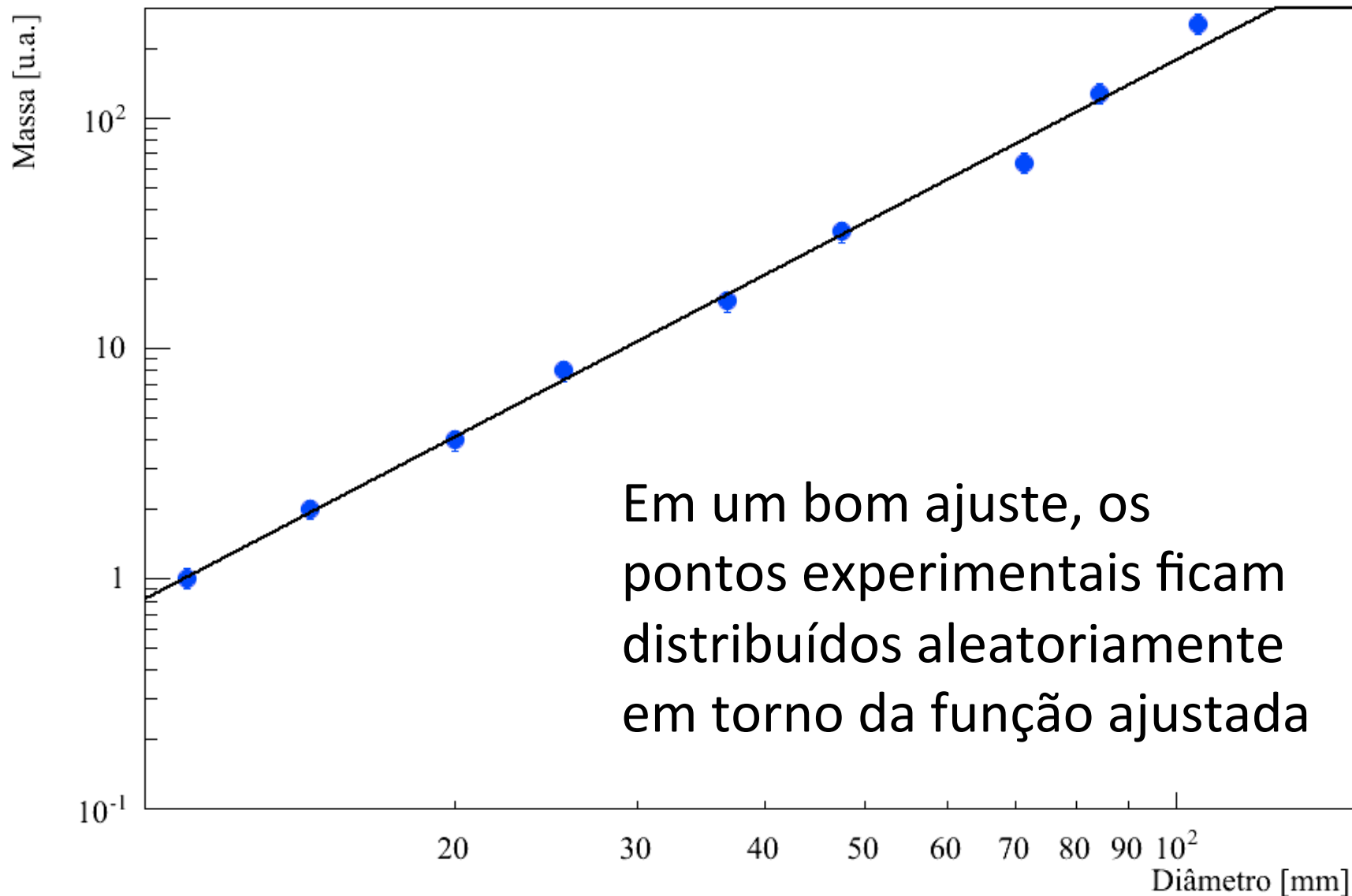
Situação 2 – $\sigma_m = 1$ u.a., $\sigma_D = 2$ mm

Medidas das Esferas de Papel



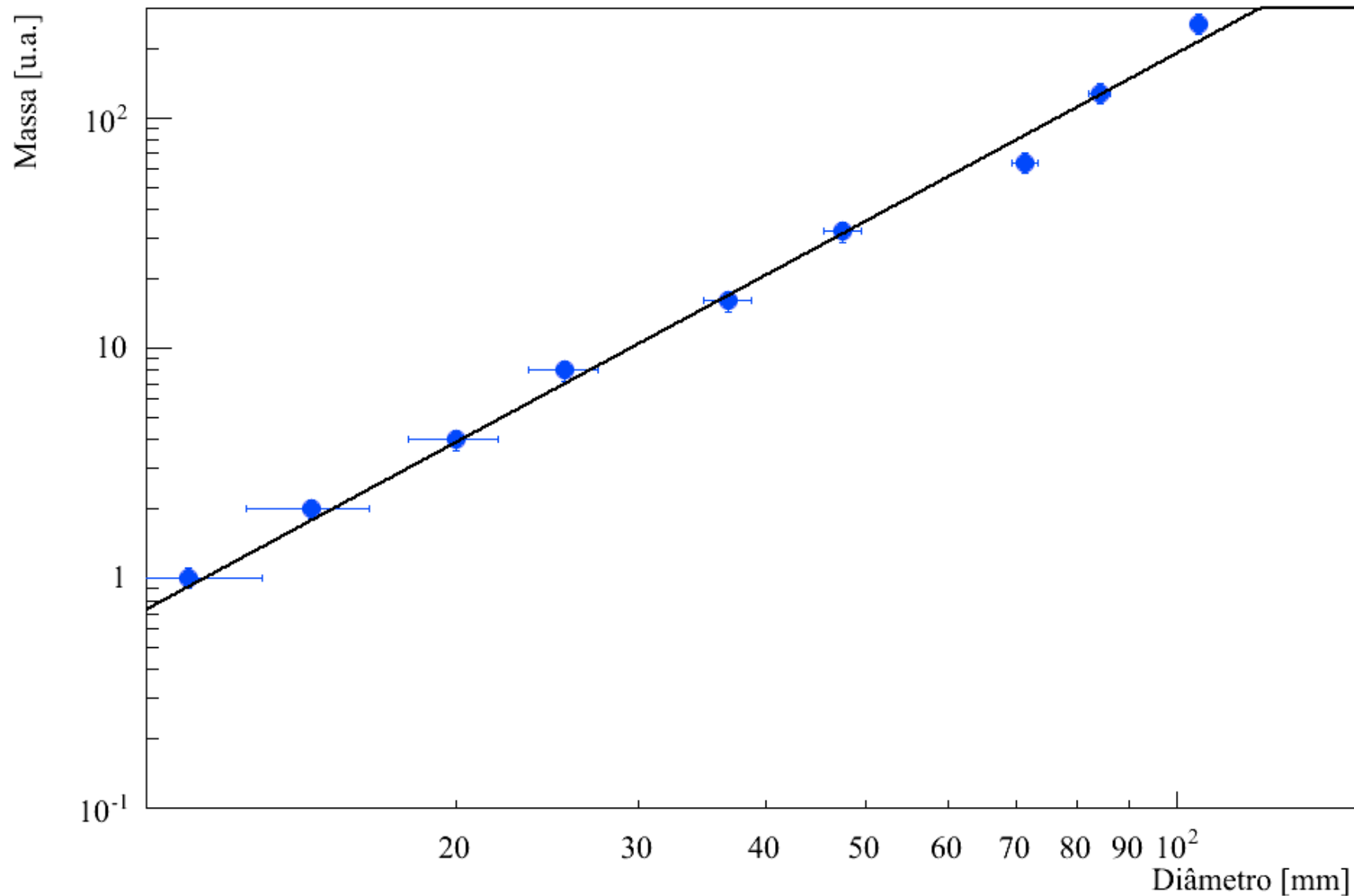
Situação 2 – $\sigma_m = 10\%$ u.a., $\sigma_D = \text{NÃO}$

Medidas das Esferas de Papel



Situação 2 – $\sigma_m = 10\%$ u.a., $\sigma_D = 2$ mm

Medidas das Esferas de Papel



Resultados

sM [u.a]	sD [mm]	k	n
NA	NA	0.00011	3.14
1	NA	0.00011	3.14
1	2	0.0017	2.62
10%	NA	0.0037	2.34
10%	2	0.0028	2.41

Os três primeiros ajustes estavam visualmente ruins. Os dois últimos estavam visualmente bons.

Qual é melhor?

- Existem métodos matemáticos que auxiliam a decidir isso (Física Experimental II)
- É evidente que avaliar a precisão/acurácia dos resultados, i.e. A INCERTEZA, é importante no resultado da análise.

Atividades da aula de hoje

- Descobrir de que tipo de plástico são feitos os objetos que vocês tem na caixa
 - Anotem o número da caixa
- Realizar medidas das grandezas características (dimensões e massa)
- Determinar a densidade volumétrica do material plástico que compõe estes objetos;
- Comparar a densidade volumétrica obtida com valores tabelados e determinar o tipo de polímero que constitui os objetos analisados.

Avisos!

- Prova na próxima semana
 - Façam os exercícios propostos
 - Atividades extraclasse (essas são para entregar)
 - Lista de exercícios para estudar
 - Estudem
 - Bibliografias recomendadas
 - Textos
 - Revejam os experimentos e conceitos
 - Todas as informações estão no site.
 - Local de prova está informado no site da disciplina.