UNICAMP

XXII SNEF SÃO CARLOS | SP

SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

de 23 a 27 de Janeiro de 2017

IFGW Instituto de Física Gleb Wataghin

CO32

VALIDADE EM TESTES E QUESTIONÁRIOS

Maurício U. Kleinke

IFGW/Unicamp

PPG Multiunidades de Ensino C/Mat

São Carlos, 26-28 de janeiro de 2017

Kleinke@ifi.unicamp.br

INEP FAPESP PRP pró-reitoria de pesquisa unicamp

MEDIDAS EM FÍSICA

Medida, valor verdadeiro e erro

- Toda medida (X) está associada ao valor verdadeiro (V) e ao erro (e)

$$X = V + e \qquad (1)$$

- A estimativa do valor verdadeiro costuma estar associada ao valor médio obtido em uma série de medidas

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N} \qquad (2)$$

Dispersão em torno da média

- Um indicador de dispersão é a variância (SS)

$$SS = \frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})^2}{N-1} \qquad (3)$$

A qual também define o valor do desvio padrão (S)

$$S = \sqrt{SS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \qquad (4)$$

Erro padrão associado à medida

- Para categorizar o valor medido, utilizamos o erro padrão da média (SE)

$$V = \bar{X} \mp SE \qquad (5)$$

- onde o valor do erro padrão da média é expresso por

$$SE = \frac{S}{\sqrt{N}} \qquad (6)$$

Medidas e precisão

- O problema em ciências experimentais é saber se a medida é válida e se é confiável.
- Como exemplo podemos imaginar uma arqueira e o seu alvo.
- Qual é o objetivo do arqueira? Colocar todas as flechas na “mosca”.
- Vamos agora realizar um experimento imaginário com nossa arqueira, imaginando três cenários distintos.

Cenário 1

- Ao se posicionar para o lançamento, começaram algumas lufadas de vento.
- Houve uma tentativa de compensar, porém o tempo não foi suficiente para ajustar a mira.

- As três flechas ficaram próximas entre si e distantes da mosca.

Cenário 2

- O sol brilhava, o vento parou, os passarinhos cantavam, tinha tido uma excelente noite de sono, estava na temperatura perfeita que ela gostava de treinar, sentia-se descansada e bem disposta.

- Três flechas na mosca!

Cenário 3

- A arqueira está cansada, já passou por várias seletivas, e seu braço está sentido o esforço realizado e a pressão da competição, além de seu estado psicológico também interferir de forma negativa em seu lançamento.

- Ele acerta as três flechas em torno do centro do alvo, porém distantes da mosca e distantes entre si.

Reliable but not valid
Reliable and valid
Unreliable and hence not valid

Índice de confiabilidade

- Erro baixo e resultado próximo do verdadeiro;

$$IC = \frac{V}{X}$$

- V não é mensurável diretamente, então

$$IC = \frac{X - e}{X} = 1 - \frac{e}{X}$$

Ampliar a informação do IC

- A variância de uma medida está associada à quantidade de informação que a medida transporta, quanto maior a variância mais informação está sendo fornecida sobre o sistema

$$X = V + e$$

$$SS_X = SS_V + SS_e + SS_{Ve}$$

$$IC = \frac{V}{X} = 1 - \frac{e}{X} = 1 - \frac{SS_e}{SS_X}$$

Exercício #1

- Qual é o índice de confiabilidade para uma média de N medidas?

$$IC = 1 - \frac{SS_e}{SS_X}$$

Exercício #1

- A medida que tenho associada ao erro é o erro padrão

$$SE = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

- O erro padrão está associado ao desvio padrão

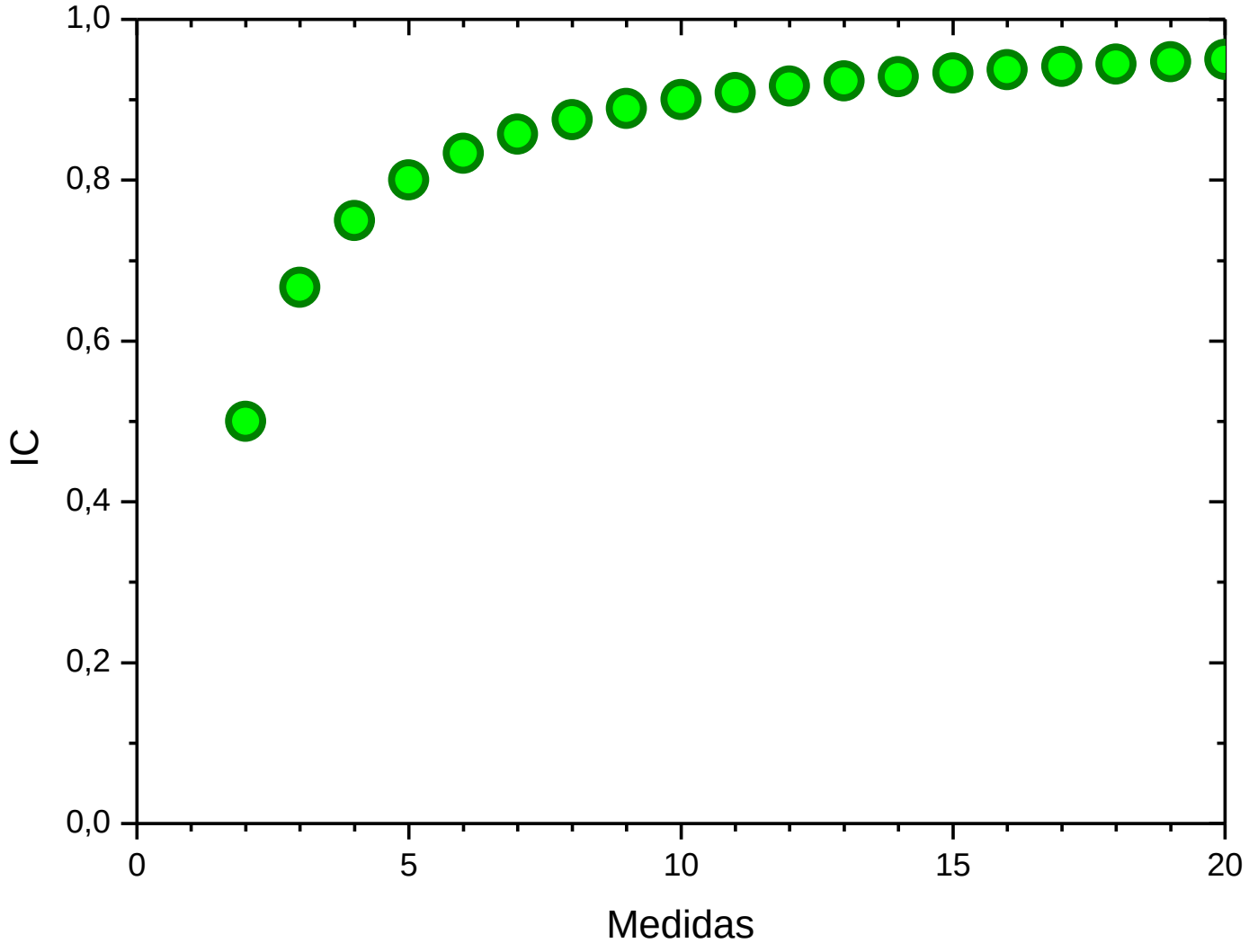
$$SS_e \cong (SE)^2 = \frac{SS_X}{N}$$

$$IC = 1 - \frac{SS_e}{SS_X} = 1 - \frac{SS_X}{N\ SS_X} = 1 - \frac{1}{N}$$

Exercício #1

- Nosso resultado indica que quanto mais medidas eu realizar menor será a variância do meu erro e maior será meu IC

$$IC = 1 - \frac{1}{N}$$


1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
IC
0
5
10
15
20
Medidas

Aquecimento dos blocos na quadra

- Efeito da insolação e da capacidade térmica dos blocos.

Sobre as medidas

- ✓ Temos um modelo de que a radiação solar iria aquecer os corpos idênticos da mesma maneira;
- ✓ Em vez de repetir a experiências oito vezes, a experiência foi realizada uma única vez com oito amostras consideradas iguais;
- ✓ Os resultados foram tratados como se as respostas viessem de uma única amostra;

Amostra	Temp. (ºC)
1	32.4
2	31.6
3	32.2
4	31.8
5	24
6	22.6
7	21.4
8	20

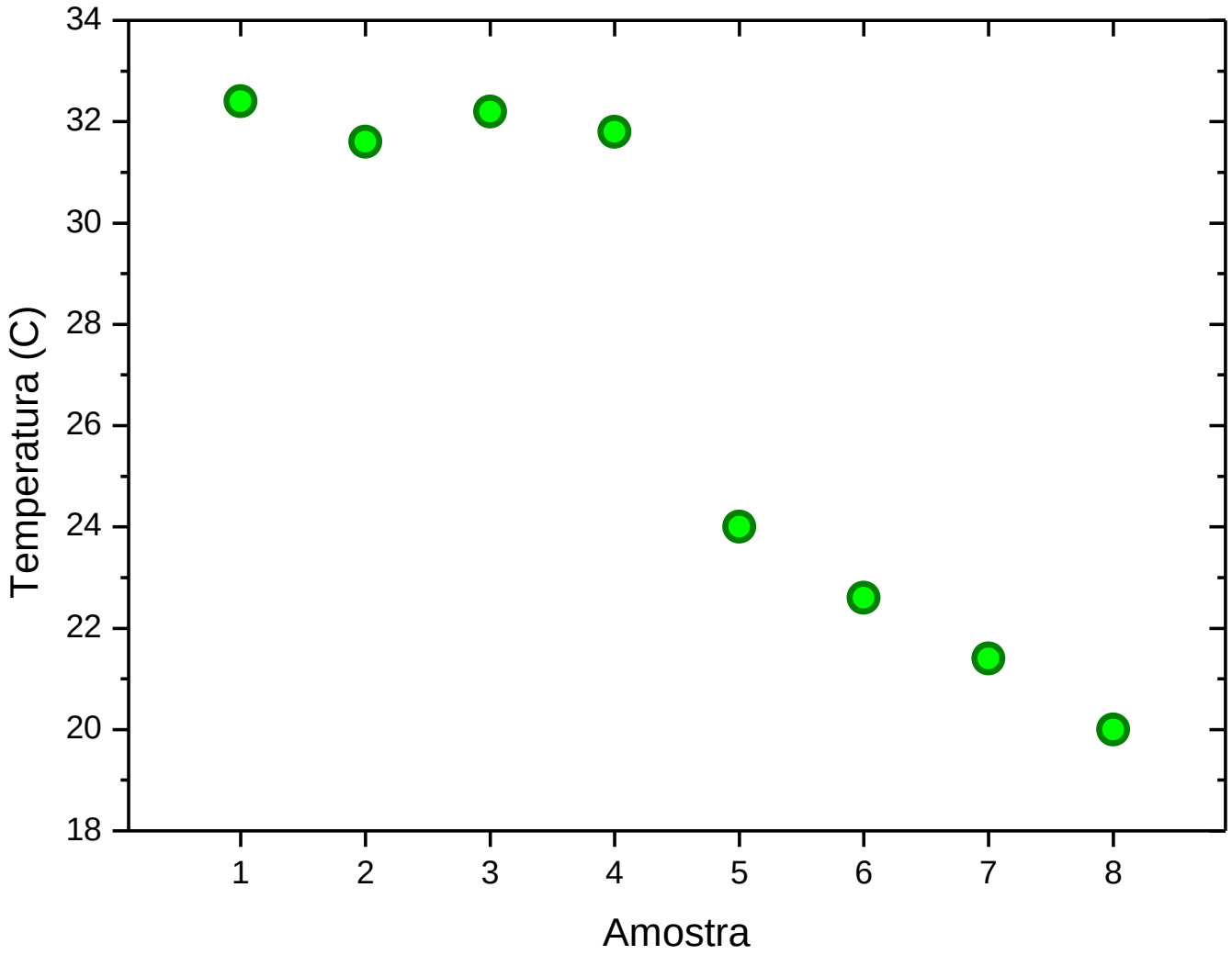
	T ^{0}C
$\bar{M}$	
SS	
S	
SE	
N	

Amostra	Temp. (ºC)
1	32.4
2	31.6
3	32.2
4	31.8
5	24
6	22.6
7	21.4
8	20

	T ^{0}C
$\bar{M}$	27,0
SS	29.9
S	5.5
SE	1.9
N	8

O que podemos afirmar?

- ✓ Temos um modelo com resultados experimentais que confirmam;
- ✓ Em vez de repetir a experiências oito vezes, a experiência foi realizada uma única vez com oito amostras consideradas iguais, e esses resultados foram tratados como se as respostas viessem de uma única amostra;
- ✓ Apesar dos bons resultados, temos um erro padrão elevado.


34
32
30
28
26
24
22
20
18
Temperatura (C)
1
2
3
4
5
6
7
8
Amostra

Amostra	Temp. (ºC)
1	32.4
2	31.6
3	32.2
4	31.8
5	24
6	22.6
7	21.4
8	20

	Todas	Sol	Sombra
$\bar{M}$	27,0	30,0	24,0
SS	29.9	0,19	0,22
S	5.5	0,43	0,47
SE	1.9	0,11	0,12
N	8	4	4

Amostra	Temp. (°C)
1	32.4
2	31.6
3	32.2
4	31.8
5	24
6	22.6
7	21.4
8	20

	Todas	Sol	Sombra
$\bar{M}$	27,0	30,0	24,0
SS	29.9	0,19	0,22
S	5.5	0,43	0,47
SE	1.9	0,11	0,12
N	8	4	4

Amostra	Temp. (ºC)
1	32.4
2	31.6
3	32.2
4	31.8
5	24
6	22.6
7	21.4
8	20

	Todas	Sol	Sombra
$\bar{M}$	27,0	30,0	24,0
SS	29.9	0,19	0,22
S	5.5	0,43	0,47
SE	1.9	0,11	0,12
N	8	4	4

Alteração na metodologia para IC

- Não temos mais uma única fonte de erro em nosso sistema, mas sim duas;
- Necessitamos rever a metodologia proposta;
- O erro não está associado à uma variável única, mas a dois conjuntos associados à essa mesma variável!

$$IC = 1 - \frac{SS_e}{SS_X} = 1 - \frac{SS_{eSOL} + SS_{eSOMBRA}}{SS_{XTOTAL}}$$

Exercício #3

- Calcule o índice de confiabilidade para a nova situação, com uma visão mais completa do experimento.

$$IC = 1 - \frac{SS_{eSOL} + SS_{eSOMBRA}}{SS_{XTOTAL}}$$

Comentários gerais!!!