



Universidade de São Paulo Instituto de Física

4323201 Física Experimental A

NOTA

PROFESSOR

Turma _____ Data _____ Mesa no _____

- 1) N. USP função:
- 2) N. USP função:
- 3) N. USP função:

Medida do reflexo motor para um estímulo visual Guia de trabalho

O presente guia é uma atividade complementar à apostila: Tabacniks.MH. *Conceitos Básicos da Teoria de Erros*, disponível no site da disciplina, cuja leitura prévia recomendamos.

1) Objetivos

Medir o reflexo motor para estímulo visual com dois métodos diferentes:

1. Usando um aplicativo de celular ou site "on-line" que mede diretamente o tempo de reação para um estímulo visual;
2. Usando uma régua e a equação do MRUV.

Reflexo motor RM é o tempo decorrido entre um estímulo externo (visual, sonoro, etc.) e a reação motora. É uma grandeza que pode ser decisiva em atividades esportivas, num piloto de avião de caça, em corridas automobilísticas, num videogame, etc. O tempo médio de reação visual de uma pessoa jovem saudável varia entre 0,15 e 0,45s. Este é aproximadamente o tempo que o cérebro humano demora para receber um estímulo e promover uma reação.

2) Metodologia

Há várias formas para medir o tempo do reflexo motor para um estímulo visual:

A) Reflexo motor para mudança de cor;

A1) Usando o software "*reflex test*" que pode ser baixado para Android na Play Store. Existe similar para IOs.

A2) ou se você prefere usar um computador de mesa acesse:
<https://faculty.washington.edu/chudler/java/redgreen.html>

B) Reflexo motor usando uma régua e a equação do MRUV.

As medidas deverão ser repetidas 5 vezes, calculando a média e o desvio padrão da amostra. Os cálculos podem ser feitos manualmente com uma calculadora, numa planilha tipo excel ou qualquer programa de análise estatística. Note que muitos aplicativos usam o ponto decimal (.) no lugar da vírgula.

- i) Planilha Excel ou similar, tal como o Libre-Office Calc.
- ii) Descriptive Statistics Tools disponível na play store para Android.
- iii) <http://www.wolframalpha.com/widgets/view.jsp?id=8fa250c1bd10e4a8af4edd3f81b30a5f>
- iv) Octave on-line: <https://octave-online.net/>

Escolha o programa que mais lhe agrada. Você verá que os programas calculam muito mais do que você pediu. Se tiver dúvidas, pergunte ou busque no Google.

3) Aquisição dos dados

3.1 Reflexo motor para mudança de cor: Escolha um aplicativo (ou site) para medida de *reflexo motor para mudança de cor*.

Aplicativo escolhido pelo seu grupo: _____

Para cada aluno do grupo, meça 5 vezes o tempo de *reação para estímulo visual de cor* usando a *mão direita* para manipular o celular (ou o mouse). Anote as medidas nos Quadros 3a, 3b, 3c (no final desse texto). **Ensaie algumas vezes para reduzir efeitos de aprendizagem.** Repita para a mão esquerda.

3.2. Medida de reflexo motor para estímulo visual:

Para cada aluno do grupo, meça 5 vezes a distância de queda livre de uma régua milimetrada. Use uma régua plástica de 30 cm. Peça para um(a) colega de equipe segurar a régua verticalmente pela extremidade posterior (na marcação 30 cm). Posicione a régua sem encostar entre seu polegar e indicador na marcação 0 cm. Quando seu colega soltar a régua (sem avisar), pegue a régua o mais rapidamente possível pinçando os dedos. Meça a distância percorrida pela régua. **Ensaie algumas vezes para reduzir efeitos de aprendizagem.**



3.3. Complete os Quadros 3a, 3b e 3c no final desse texto (Serão nossas tabelas de trabalho, uma para cada aluno). Calcule as médias, os desvios padrão das medidas e os desvios padrão das médias¹. Por serem tabelas de trabalho, não se preocupe muito com os significativos. Os algarismos significativos devem estar corretos no texto principal de seu relatório, Quadros 1 e 2.

A régua e o cronômetro medem tempo em unidades diferentes. Enquanto o cronômetro mede tempo em segundos, a régua mede distâncias em centímetros. Precisamos recalcular as medidas da régua para tempos de queda em segundos e propagar as incertezas.

¹ Apesar de serem **estimativas do desvio padrão**, no dia a dia abreviamos para: *desvio padrão*

1.3.1. Escreva a equação para converter medidas de espaço de queda livre "d" em tempo. Para a aceleração da gravidade local, use $g = 9,7864 \pm 0,0001 \text{ ms}^{-2}$

$$t_{QL}(d) =$$

1.3.2. Escreva a equação para propagar a incerteza σ_d para σ_t . Veja as fórmulas de propagação na apostila.

$$\sigma_t =$$

4) Análise

4.1. Incerteza dos instrumentos de medida.

4.1.1. Estime "chute" a incerteza da medida de tempo no celular ou no computador. Essa será a incerteza instrumental que deverá ser combinada com o desvio padrão de seu processo de medida. Em geral a incerteza tem alguma unidade de medida.

$$\sigma_C = \underline{\hspace{10cm}}$$

4.1.2. Estime a incerteza de uma medida com a régua

$$\sigma_R = \underline{\hspace{10cm}}$$

4.2. Comparação das incertezas das medidas e dos instrumentos de medida.

Com as medidas no Quadro 3, complete o Quadro 1. Uma vez que a incerteza do desvio padrão para $N=5$ medidas é da ordem de 40%, devemos usar apenas 1 algarismo significativo para expressar o desvio padrão do experimento. O desvio padrão combinado permite comparar medidas feitas com instrumentos diferentes, levando em conta os desvios padrão das respectivas calibrações. O desvio padrão combinado é dado por: $s_{comb}^2 = \sigma_{instrum}^2 + s^2$

Quadro 1. Incertezas experimentais	Incerteza estimada do instrumento (unidade)	Desvio padrão da medida (unidade)	Desvio padrão da medida relativo à média s/m	Desvio padrão combinado da medida (unidade)
Medidas da mão dominante do aluno 1 com o computador				
Medidas da mão dominante do aluno 2 com a computador				
Medidas da mão dominante do aluno 3 com o computador				
Medidas da mão dominante do aluno 1 com a régua				
Medidas da mão dominante do aluno 2 com o régua				
Medidas da mão dominante do aluno 3 com a régua				

Q1. O desvio padrão é uma medida da dispersão das medidas e característico do processo de medidas. Nos seus experimentos, o desvio padrão das medidas do RM {variou / não variou} para cada um dos membros do grupo? Há alguma razão para isso? E o desvio padrão relativo? {depende/independe} do método utilizado?

Para comparar as medidas realizadas com o cronômetro e a régua convertamos as da régua para tempo, em segundos, conforme o Quadro 2 a seguir.

Quadro 2. Tempos de reação motora com conversão das medidas de deslocamento para tempo. Incluímos as medidas de tempo nas últimas duas colunas para facilitar a comparação.

Iniciais do(a) aluno(a)	Mão dir/esq	Média de 5 medidas com a régua (cm)	Desvio padrão combinado da média (cm)	Tempo médio c/ a régua Eq.1.3.1 (s)	Desvio padrão da média propagado Eq. 1.3.2. (s)	Média de 5 medidas com cronômetro (s)	Desvio padrão combinado da média (s)
	Mão dir.			±		±	
	Mão esq.			±		±	
	Mão dir.			±		±	
	Mão esq.			±		±	
	Mão dir.			±		±	
	Mão esq.			±		±	

Note que no Quadro 1 comparamos os desvios padrão de medidas, enquanto que no Quadro 2, anotamos os desvios padrão das médias.

5) Discussão

Compare os valores de sua equipe. Verifique se há algum padrão nas medidas realizadas. Use a internet para buscar informações que possam corroborar suas conclusões. Pense nos aspectos envolvidos (biológicos, tecnológicos, ...). Talvez o celular e o computador meçam tempos diferentes, talvez com desvios sistemáticos. Como calibrar e conferir? (Use uma folha extra se necessário).

Q2. O cronômetro e a régua medem o mesmo Reflexo Motor? Ou seja, medem a mesma grandeza física (ou biológica) ?

Q3. Qual instrumento é mais preciso para medir o Reflexo Motor? Ou seja, qual instrumento tem menor desvio padrão combinado?

Q4. Em geral, para sua equipe, os resultados das medidas com o celular (ou o computador) e a régua concordam entre si? Algum é sistematicamente maior ou menor?

Q5. Em geral, para sua equipe, os resultados das medidas para a mão dominante (em geral a direita) e a não dominante concordam entre si? Algum é sistematicamente maior ou menor?

Q6. Para discutir com os grupos vizinhos: Observando bem, o celular (ou computador) medem RM para mudança de cor, enquanto que a régua mede o RM para movimento. Esses RMs deveriam ser iguais? Por que?

Quadro 3a. Medidas do reflexo motor

Aluno 1 _____

Método	Cronômetro eletrônico	Cronômetro eletrônico	Régua	Régua
Mão	Direita ou dominante	Esquerda ou não dominante	Direita ou dominante	Esquerda ou não dominante
Unidade	s	s	cm	cm
Incerteza de leitura do instrumento				

1				
2				
3				
4				
5				

Média				
Desvio padrão				
Desvio padrão da média				

Essa é uma área de trabalho. Aqui você não precisa se preocupar muito com os algarismos significativos, mas quando transferir os valores para seu relatório, nos Quadros 1 e 2, os algarismos significativos deverão estar corretos.

Quadro 3b. Medidas do reflexo motor

Aluno 2 _____

Método	Cronômetro eletrônico	Cronômetro eletrônico	Régua	Régua
Mão	Direita ou dominante	Esquerda ou não dominante	Direita ou dominante	Esquerda ou não dominante
Unidade	s	s	cm	cm
Incerteza de leitura do instrumento				

1				
2				
3				
4				
5				

Média				
Desvio padrão				
Desvio padrão da média				

Essa é uma área de trabalho. Aqui você não precisa se preocupar muito com os algarismos significativos, mas quando transferir os valores para seu relatório, nos Quadros 1 e 2, os algarismos significativos deverão estar corretos.

Quadro 3c. Medidas do reflexo motor

Aluno 3 _____

Método	Cronômetro eletrônico	Cronômetro eletrônico	Régua	Régua
Mão	Direita ou dominante	Esquerda ou não dominante	Direita ou dominante	Esquerda ou não dominante
Unidade	s	s	cm	cm
Incerteza de leitura do instrumento				

1				
2				
3				
4				
5				

Média				
Desvio padrão				
Desvio padrão da média				

Essa é uma área de trabalho. Aqui você não precisa se preocupar muito com os algarismos significativos, mas quando transferir os valores para seu relatório, nos Quadros 1 e 2, os algarismos significativos deverão estar corretos.