



Experimento 1

Discussão dos resultados

Análise Gráfica

► Histograma

► Exemplo:

20,3	20,1	20,2	20,5	20,2	19,7	20,6	20,4
19,8	20,3	20,1	20,2	20,3	20,4	20,3	19,6
20,0	19,5	20,7	20,3	20,1	20,7	20,5	20,5
20,5	20,3	20,4	20,2	20,3	20,2	20,6	20,8
20,4	20,0	19,9	20,6	20,8	19,7	20,9	20,3

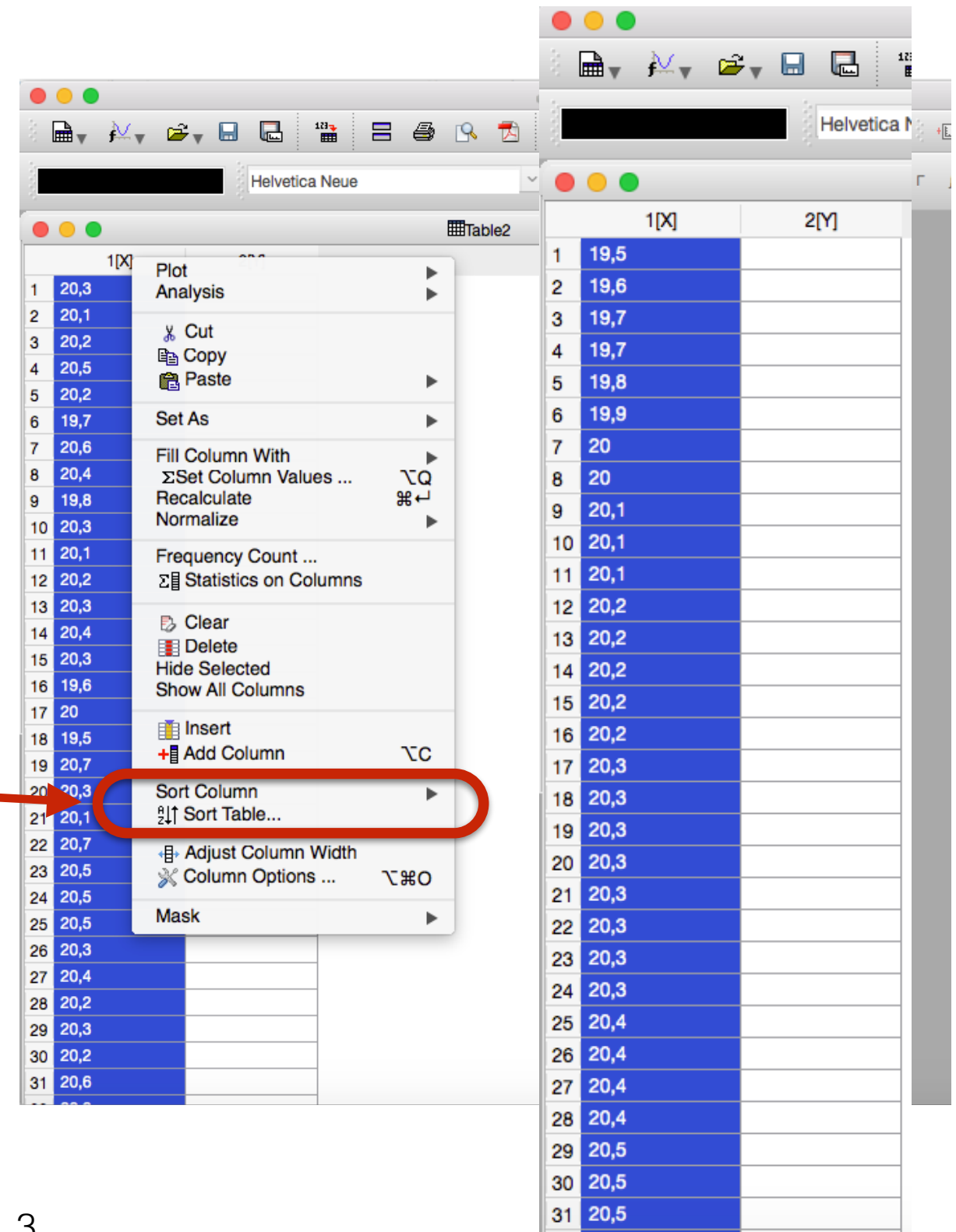
Análise Gráfica

► Histograma

► Exemplo:

20,3	20,1	20,2	20,5	20,2	19,7	20,6	20,4
19,8	20,3	20,1	20,2	20,3	20,4	20,3	19,6
20,0	19,5	20,7	20,3	20,1	20,7	20,5	20,5
20,5	20,3	20,4	20,2	20,3	20,2	20,6	20,8
20,4	20,0	19,9	20,6	20,8	19,7	20,9	20,3

1. Ordenar
2. Definir intervalos
3. Contar



Análise Gráfica

► Histograma

► Exemplo:

20,3	20,1	20,2	20,5	20,2	19,7	20,6	20,4
19,8	20,3	20,1	20,2	20,3	20,4	20,3	19,6
20,0	19,5	20,7	20,3	20,1	20,7	20,5	20,5
20,5	20,3	20,4	20,2	20,3	20,2	20,6	20,8
20,4	20,0	19,9	20,6	20,8	19,7	20,9	20,3

1. Ordenar

2. Definir intervalos →

3. Contar

1. Determina-se menor e maior valores e amplitude (19.5 e 20.9)
2. Aumenta-se um pouco o valor máximo, para incluir todos dentro do intervalo (20.9 → 21.0)
3. Define-se um valor inicial para o número de intervalos
→ \sqrt{N} (~6-7) é um bom chute, se não resultar um intervalos de largura menor que a resolução do instrumento (0.1)
4. Determina-se a largura dos intervalos (21-19.5)/6=1.5/6=0.25 ou (1.5/7=0.21426..)
5. Ajusta-se a largura para valores mais adequados. Ex.: múltiplos ou submúltiplos de 2, 5... (0.25, 0.21426 → 0.2)
6. Reajusta-se o número de intervalos: (19.5+7*0.2=20.9, 19.5+8*0.2=21.1)

Análise Gráfica

► Histograma

► Exemplo:

20,3 20,1 20,2 20,5 20,2 19,7 20,6 20,4
 19,8 20,3 20,1 20,2 20,3 20,4 20,3 19,6
 20,0 19,5 20,7 20,3 20,1 20,7 20,5 20,5
 20,5 20,3 20,4 20,2 20,3 20,2 20,6 20,8
 20,4 20,0 19,9 20,6 20,8 19,7 20,9 20,3

- Com os intervalos definidos, representados na primeira coluna da tabela abaixo, pode-se contar o número de medidas contidas em cada um dos intervalos. Em geral, utiliza-se intervalos fechados à esquerda e abertos à direita. Dessa forma, 19,7, por exemplo, entra no segundo intervalo e não no primeiro. É mais fácil contar se a lista já estiver ordenada.
- Para determinar a frequência relativa, é só calcular a razão entre a frequência e o número total de medidas. A soma das frequências é igual ao número de medidas (nesse caso, 40) e a soma das frequências relativas é igual a 1 (100%).

1. Ordenar

2. Definir intervalos

3. Contar



4. Desenhar

Intervalo (cm)	Valor do Intervalo (cm)	Frequência	Frequência Relativa (%)
19,5 - 19,7	19,6	2	5,0
19,7 - 19,9	19,8	3	7,5
19,9 - 20,1	20,0	3	7,5
20,1 - 20,3	20,2	7	17,5
20,3 - 20,5	20,4	12	30,0
20,5 - 20,7	20,6	8	20,0
20,7 - 20,9	20,8	4	10,0
20,9 - 21,1	21,0	1	2,5

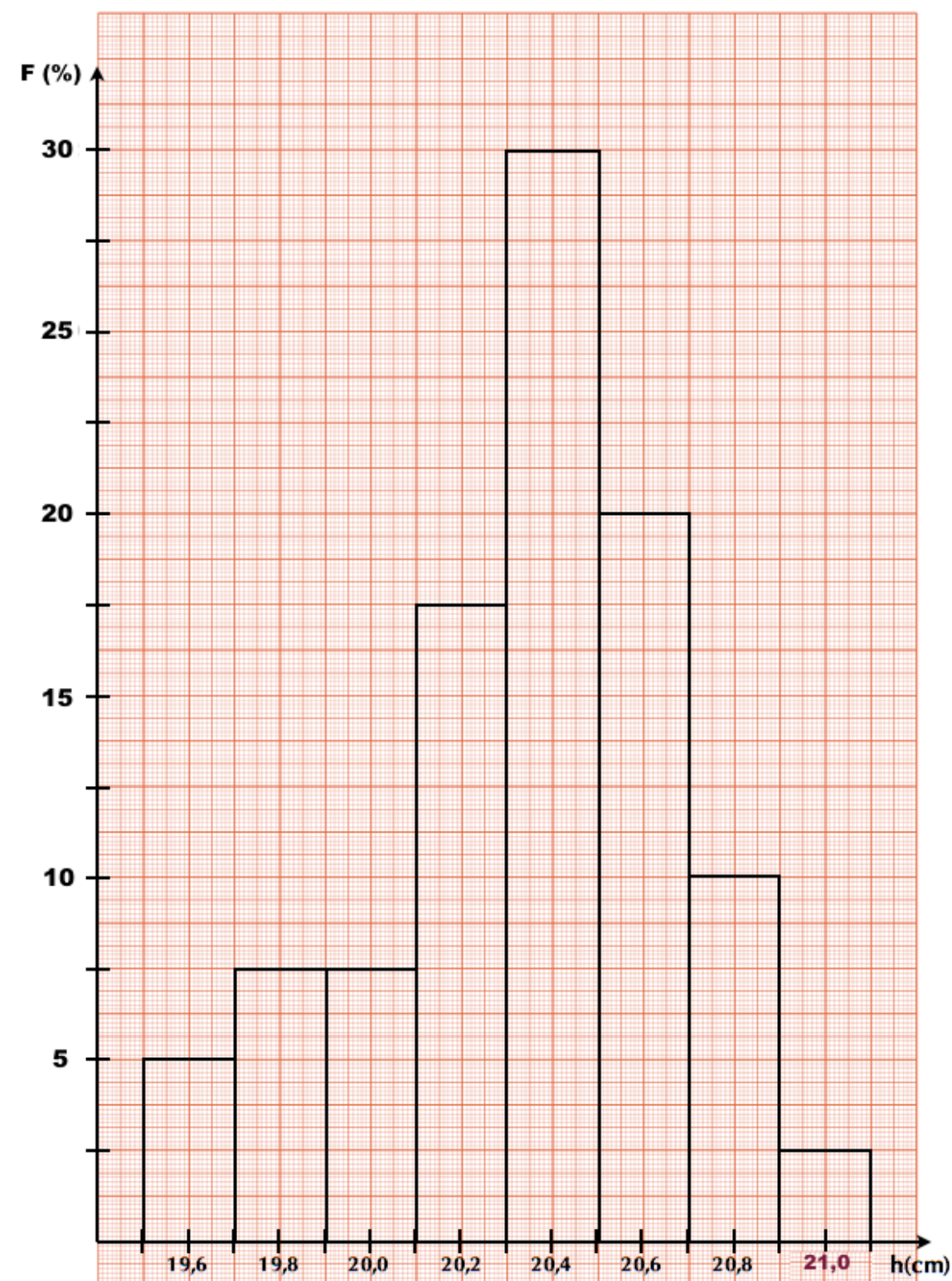
Análise Gráfica

4. Desenhar

Intervalo (cm)	Valor do Intervalo (cm)	Frequência	Frequência Relativa (%)
19,5 - 19,7	19,6	2	5,0
19,7 - 19,9	19,8	3	7,5
19,9 - 20,1	20,0	3	7,5
20,1 - 20,3	20,2	7	17,5
20,3 - 20,5	20,4	12	30,0
20,5 - 20,7	20,6	8	20,0
20,7 - 20,9	20,8	4	10,0
20,9 - 21,1	21,0	1	2,5

- a parte milimetrada do papel tem 280 mm na vertical e 180 mm na horizontal
- temos 8 intervalos no eixo horizontal do histograma, logo podemos usar 160 mm para esses 8 intervalos (20mm/intervalo). Como cada intervalo tem uma largura $\Delta h = 0,2$ cm, nossa escala é de 1mm: 0,01 cm
- no eixo y, queremos representar valores de 0 a 30%. Melhor seria poder usar 300mm (1mm:0,1%) mas na impossibilidade de fazer isto, podemos pensar em usar (0-150mm:0-30%), mas estaríamos usando menos que a metade do papel. Algumas opções mais razoáveis são:
 - 0-200mm:0-30% \Rightarrow 1mm:0.150%
 - 0-240mm:0-30% \Rightarrow 1mm:0.125%

No gráfico ao lado escolhemos essa última escala. Porém, lembramos que sempre que for possível ocupar mais que a metade do papel com uma escala mais “redonda”, melhor usar esse tipo de escala. (“redonda” do tipo 1mm:0.2u; 1mm:2u; 1mm:10u; 1mm:0,1u; 1mm:5u; 1mm:0,05u; onde u representa uma unidade arbitrária da grandeza que se deseja representar).



Análise Gráfica

► Histograma

► Exemplo:

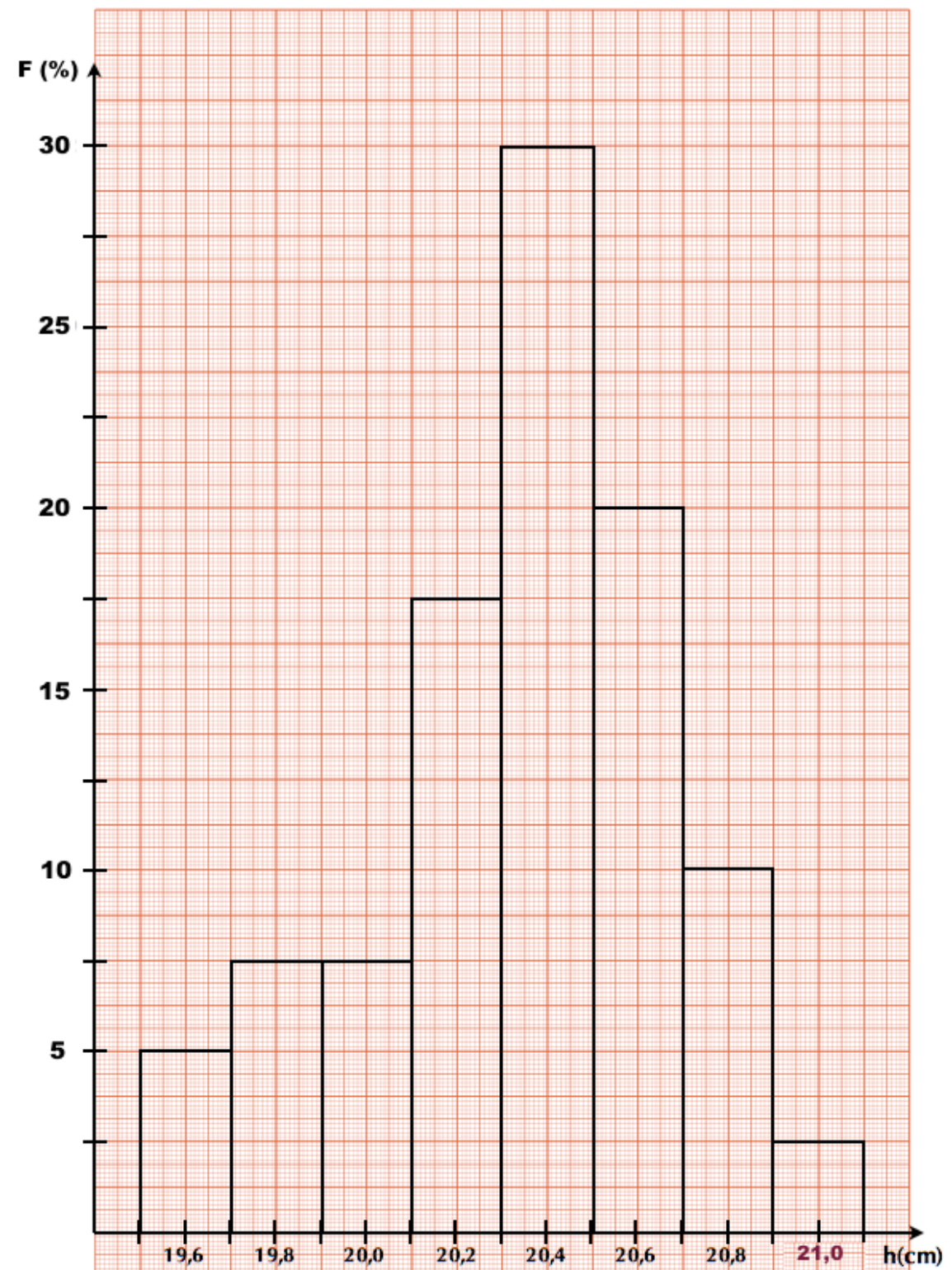
20,3	20,1	20,2	20,5	20,2	19,7	20,6	20,4
19,8	20,3	20,1	20,2	20,3	20,4	20,3	19,6
20,0	19,5	20,7	20,3	20,1	20,7	20,5	20,5
20,5	20,3	20,4	20,2	20,3	20,2	20,6	20,8
20,4	20,0	19,9	20,6	20,8	19,7	20,9	20,3

1. Ordenar

2. Definir intervalos

3. Contar

4. Desenhar →



Parte I: Análise estatística dos dados

1. Considerem o conjunto de 120 medidas. Para 6 conjuntos independentes de 10 medições consecutivas do mesmo integrante, calculem o valor médio, desvio padrão e a incerteza do valor médio (Capítulo 2 da parte Conceitos Básicos). Utilize as últimas colunas da Tabela 1.1 para auxiliar nos cálculos.
2. Resumam os resultados obtidos para os 6 subconjuntos dos dados colocando-os na Tabela 1.2 e observem como varia o valor médio e o desvio padrão. O que podem dizer sobre os valores encontrados? Para o experimento que estão fazendo, 10 medidas é uma quantidade suficiente para se determinar o tempo de queda? Justifiquem suas respostas.
3. Calculem o valor médio, desvio padrão e a incerteza do valor médio para: (a) as 20 últimas medidas, (b) as 60 primeiras medidas e (c) para o conjunto completo de 120 medidas. Coloquem esses valores na Tabela 1.3 e discutam como variam estas três grandezas com respeito ao número de medidas. Analisem se as 120 medidas foram suficientes para determinar o tempo de queda.
4. Analisem como se compara o valor médio encontrado com o valor de referência, igual a $t_q = (0.554 \pm 0.004)$ s. Caso existam efeitos sistemáticos, discutam sobre eles e como poderiam evitá-los refazendo as medições.
5. Por convenção, utilizamos como definição para a incerteza de cada medida realizada, o valor de σ . Discutam o resultado da comparação entre o valor de σ encontrado para o conjunto de 120 medições com a precisão do cronômetro utilizado.
6. Calcule para o conjunto de 120 medições a fração de medidas contidas nos intervalos $[\bar{t} - 1\sigma, \bar{t} + 1\sigma]$, $[\bar{t} - 2\sigma, \bar{t} + 2\sigma]$, $[\bar{t} - 3\sigma, \bar{t} + 3\sigma]$. Em um procedimento sujeito somente a flutuações aleatórias, as frações esperadas para estes intervalos são aproximadamente 68.3%, 95.4% e 99.7%. Note então que a convenção mais adotada, de utilizar como incerteza o valor do desvio padrão, corresponde a adotar um intervalo

Parte II: Representação gráfica dos conjuntos de medidas

10. Com base na Seção 3.1 da parte Conceitos Básicos, construam histogramas de frequência relativa para os dados de cada integrantes em uma mesma folha de papel milimetrado. Distinguem um histograma do outro usando traços de cores distintas para desenhar as barras. Lembrem que o número adequado de barras depende do conjunto de dados e do número total de medições. Neste caso particular, o número aconselhável de barras fica entre 6 e 10. Discutam entre si e com o professor a melhor escolha de intervalos.
11. Marquem no gráfico, para cada um dos histogramas, as posições dos valores médios encontrados para cada um dos conjuntos de dados. As medições de cada conjunto se distribuem simetricamente ao redor do seu valor médio ?
12. Desenhem sobre os histogramas um segmento de reta representando o intervalo $[\bar{t} - \sigma, \bar{t} + \sigma]$. Observem a concentração dos dados nesse intervalo.
13. Analisem os dois histogramas, seus valores médios e desvios padrão. O que é possível concluir sobre os processos de medida empregados pelos dois integrantes ? Discutam em termos de desvios sistemáticos e flutuações aleatórias.