

Roteiro informal para o relatório da Prática 3

O relatório deverá ser produzido de acordo com este roteiro. Assim, se vocês tiverem qualquer dúvida sobre alguma instrução do roteiro devem entrar em contato. Leia todo o roteiro mesmo se você achar que já sabe como fazer o relatório... professor é criativo e sempre inventa uma coisa nova!

Preparação:

- 1) Leia **TODO** o texto da apostila sobre a Prática 3.
- 2) Assista aos 2 vídeos disponibilizados no e-disciplinas, abra e examine o arquivo PDF com as tabelas de dados.
- 3) Tente relacionar o que você leu na apostila com o que assistiu nos vídeos e com as tabelas de dados. Se você não entender algo, tente assistir/ler novamente. Se persistir a dúvida entre em contato comigo.

Confecção do relatório:

- 4) Identificar o relatório: colocar o título da prática, a sua turma, o seu nome e o num USP.
- 5) Discutir brevemente os objetivos da prática.

A Prática 3 tem duas partes. A primeira é sobre o pêndulo e a segunda é sobre o plano inclinado. Repita a ordem das seções abaixo em cada uma das partes.

6) Discutir brevemente os métodos. Aqui sempre **devem ser colocadas várias figuras e esboços** explicando o experimento, o que foi medido, como foi medido e para que foi medido. Você pode ilustrar a mão ou usar as imagens que quiser. No caso do experimento com o plano inclinado, ele foi feito de modo diferente do apresentado na apostila. Assista ao vídeo do Prof. Alessandro e faça uma figura esboçando como a distância e o tempo foram medidos (com qual equipamento?).

7) **Apresentar todos os dados medidos e os resultados obtidos em tabelas**, sempre que possível. As **tabelas devem ser feitas usando régua**. Os dados devem ser representados com as incertezas das medidas, com o número de algarismos significativos compatíveis com as incertezas e sempre devem ser indicadas as unidades de medida. Se você tiver que repetir contas com os valores de medidas da tabela, acrescente colunas na sua tabela onde colocará os valores destas contas, obedecendo as mesmas regras para colocação de medidas.

7a) Na primeira tabela vocês devem usar 5 colunas: $L(m)$; $T_{10}(s)$; $T(s)$; $T^2(s^2)$; $\Delta\{T^2\}(s^2)$. Lembre-se que $\Delta\{T^2\} = 2.T.\Delta T$ e terá um valor em cada linha da tabela. Vocês devem acertar os significativos de $\Delta\{T^2\}$ (incerteza deve ser expressa com 1 único significativo) e usar estes valores para acertar os significativos de T^2 (o último significativo de T^2 deve ser na mesma casa decimal da incerteza), em cada linha da tabela.

7b) A 2ª tabela de vocês deverá ter 3 colunas: $y(\text{cm})$, $t(\text{s})$, $y/t (\text{cm/s})$. Nos dados da Tabela 2 que está no material da Prática 3 não constam quais as incertezas das medidas de posição y e de tempo t . O valor de y/t é obtido dividindo diretamente o valor de y pelo de t em cada linha da tabela. Como estas medidas foram feitas por um sonar, vamos considerar que as medidas de t não tenham incerteza e que os valores de y tenham incerteza na mesma casa de seu último algarismo significativo e, assim, considerar que os valores de y/t deverão ser expressos na tabela com o mesmo número de algarismos significativos apresentados nos dados da posição do carrinho y .

8) Gráficos - use as dicas de gráficos da Prática 2 que eu já havia enviado anteriormente (que serão usadas para avaliar os gráficos que vocês fizerem). Escolham uma escala adequada para que seus pontos se espalhem pela maior área possível da folha. Vocês não vão ajustar a melhor reta usando régua desta vez. Por enquanto vocês devem deixar apenas os pontos desenhados no papel e observar se eles se alinham ao longo de uma reta imaginária, o que é necessário para que tenha sentido usar o ajuste de reta com mínimos quadrados, de onde vocês vão tirar os valores dos coeficientes angulares.

8a) Na primeira parte vocês irão fazer o gráfico de T^2 em função de L . Prestem atenção nas unidades que usarem, porque o coeficiente angular sairá em unidades de $[T^2] / [L]$ e qualquer engano vai influir no valor calculado para g na sequência do relatório.

8b) Para o plano inclinado vocês vão fazer o gráfico de y/t em função de t .

9) Para fazer o ajuste de reta usando o método dos mínimos quadrados, primeiro vocês devem estudar o texto das páginas 47-54 da apostila.

9a) Para os dados do pêndulo você irão calcular manualmente os parâmetros usando a tabela da página 52 da apostila. Vocês devem fazer no relatório uma tabela (faça isso com o caderno/folha de lado, senão não cabem as colunas todas) com as mesmas colunas da tabela 3.1 da apostila (pg 52) e acrescentar uma linha abaixo da última linha, em que vão colocar o valor médio das colunas x_i e y_i , dividindo o valor da somatória dos elementos pelo número de dados (que neste caso é igual a 10), obtendo assim os valores \bar{x} e \bar{y} , usados na expressão do coeficiente b . Inicialmente vocês colocam na tabela as colunas correspondentes a x e y (lembrando que o ajuste é uma reta como uma função de y versus x ou $y(x)$). No caso dos dados do gráfico de T^2 vs L do pêndulo $\rightarrow x = L$ e $y = T^2$. A partir das colunas x e y vocês devem ir calculando um a um os outros termos da tabela de cada próxima coluna à direita. Não se esqueçam de colocar corretamente se os termos são positivos ou negativos (e levar isso em conta nos cálculos). Outra dica é colocar na tabela os valores calculados com o máximo de casas decimais que a calculadora apresentar, sem arredondar (pode acontecer das somas resultarem muito pequenas e os arredondamentos acabarem interferindo muito nos cálculos dos coeficientes da reta ajustada). Após completar toda a tabela vocês vão calcular os valores dos coeficientes a (angular) e b (linear) da reta e suas incertezas usando as expressões (8) - (12) das páginas 49 e 50 da apostila. O valor das incertezas deve ser arredondado para que elas tenham apenas 1 algarismo significativo e, a partir dessas incertezas, vocês devem arredondar os valores dos coeficientes e expressá-los explicitamente na forma $a \pm \Delta a$ e $b \pm \Delta b$ com os algarismos significativos corretos. Com os valores dos coeficientes vocês vão desenhar a reta ajustada no gráfico. Para isso vocês devem usar a expressão $T^2 = a.L + b$ e substituir L por 0 e por $2m$ (por ex.), marcar estes dois pontos no gráfico usando alguma cor ou símbolo diferente dos pontos experimentais que vocês haviam colocado anteriormente e desenhar a reta que liga os dois pontos. Ela deve se “ajustar” bem aos dados que já estavam lá, afinal ela é a melhor reta... Se isso não acontecer você deve conferir seus cálculos do ajuste e se desenhou a reta corretamente. Também dá para ter uma ideia se o ajuste está OK observando as instruções em seguida \rightarrow Como a expressão (5) da apostila (pg 79) que os levou a fazer o gráfico é $T^2 = a . L$, esperamos que o valor de b seja próximo de zero – vocês devem discutir no relatório o intervalo obtido para b e a validade dessa

hipótese. A partir de a e sua incerteza você deve usar essa mesma expressão (5) para calcular o valor de g , propagar a incerteza de a para a incerteza de g e expressar explicitamente o seu valor obtido $g \pm \Delta g$. Compare no seu relatório a faixa de valores obtidos com o valor em São Carlos: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

9b) Para o plano inclinado vocês podem usar novamente o mesmo procedimento adotado para o pêndulo ou optar por usar um programa para fazer isso. Podem fazer uma planilha em algum programa tipo *Excel* ou usar um aplicativo de celular. A única restrição é que a maioria dos aplicativos para celular (ou programas de computador) que fazem regressão linear usando mínimos quadrados fornecem o valor dos coeficientes mas não o valor das incertezas... Eu usava um app para Android a uns anos que dava as incertezas, mas depois de um tempo foi retirado da *Play Store*, então eu acabei tendo que criar um arquivo *.apk* para instalação dele no meu aparelho novo. O aplicativo se chama *Least Squares* e uma cópia do arquivo de instalação para Android que eu criei está no e-disciplinas, mas vou colocar no nosso grupo Whatsapp também, para quem quiser testar. Independentemente do método que você decidir usar, eu aconselho testar para calcular os coeficientes de uma reta muito simples [$a=2, b=1, \text{incertezas} = 0$] $\rightarrow \{(0,1); (1,3); (2,5); (3,7)\}$] e depois recalculer os coeficientes que obteve para o pêndulo para checar se entendeu o funcionamento do aplicativo/programa. Você deve explicar qual foi o método usado nos dados do plano inclinado e expressar explicitamente no relatório os valores obtidos para a e b com suas incertezas e significativos corretos. Deve também discutir se o valor obtido para o coeficiente linear b correspondeu a expectativa dada pela expressão na qual você se baseou para fazer o gráfico. Você deverá colocar a reta obtida pelo ajuste no gráfico com os pontos experimentais e fazer as mesmas discussões sugeridas para o ajuste da 1ª parte. Finalmente deverá calcular o valor de g a partir do coeficiente angular obtido no ajuste e propagar todas as incertezas dos valores que entram na expressão de g . Dica: para o valor do seno, vocês devem usar a aproximação válida para ângulos muito pequenos: $\text{sen}(\theta) = \theta = \text{cat.oposto} / \text{hipotenusa} = h/D$ (na tabela de dados fornecida – lembre-se que h e D tem incertezas que também devem ser propagadas para a incerteza de g). Você pode testar esta aproximação $\{\text{sen}(\theta) = \theta\}$ na sua calculadora... coloque a calculadora em radianos e use um valor inicial pequeno, por exemplo 0,01. Pressione a tecla da função seno e veja o que acontece! Aumente o número e veja até quando a mágica acontece... é a mesma aproximação que usamos para achar a equação do pêndulo – expressão (1) na pág 75 da apostila. Quantos radianos são 10° e 15° ??? Funciona para esses números na calculadora??? Coloque estas discussões no seu relatório.

10) Não esqueça de concluir alguma coisa... o que você aprendeu... tente generalizar o que você aprendeu nas duas partes da prática.

Entrega do relatório:

11) Cor? Caneta? Lápis? Você pode ter feito o seu relatório usando lápis, caneta, à cores, preto e branco, como quiser! Desde que ele seja individual e feito à mão, inclusive gráficos... não faça rascunhos... eu preciso ver todas as contas que vocês fizeram, senão não tenho como saber onde ocorreu algum erro, e nem como sinalizar como você pode corrigir isso no futuro! Errou algo, rabisque e coloque o correto em seguida. Deixe o capricho para as tabelas, figuras e gráficos!

12) Você vai ter que fotografar ou escanear as páginas de seu relatório para mandar por e-mail. Quando fizer isso **verifique se os ajustes do digitalizador ou a iluminação da foto permitem que seja possível ao professor ver o que você escreveu na foto/imagem que você vai enviar!** Muita gente tem mandado relatórios que eu não consigo ler... aí fica difícil corrigir!

13) Depois de digitalizar as páginas você deve usar algum aplicativo ou programa para juntar todas as páginas na **ordem certa** em que devem ser lidas pelo professor e criar um único arquivo em formato pdf para mandar. Se os arquivos de suas fotos estão muito grandes talvez vire um pdf gigante que você não conseguirá mandar por e-mail... aí você deve reduzir a resolução das fotos! Se você não sabe como fazer essas coisas peça ajuda aos colegas, procure no google, peça ajuda pra mim... vamos aprender juntos!

14) Passar relatório pra PDF dá muito trabalho e é uma chatice! Concordo! Mas... foi uma maneira que eu encontrei de ter como editar e fazer correções que eu posso mandar de volta para vocês no próprio documento, como eu faria com os relatórios manuscritos para dar uma resposta pessoal para vocês e manter esta resposta mesmo nas atuais condições. São mais de 50 relatórios para eu corrigir, editar e mandar de volta por e-mail... um por um... Acreditem!!! dá bastante trabalho para mim também! Kkkkk Por isso é importante fecharmos o formato em pdf. Assim,

o relatório deve ser enviado por e-mail em um **único** arquivo formato **.pdf** para reynaldo@ifsc.usp.br e vir com: **#USP** do aluno **no assunto do e-mail**

Imagina que mal se eu tiver que juntar as ~10 fotos de 50 relatórios, colocar em ordem, cada uma com um nome de arquivo diferente... procurar quem foi que mandou (tem relatório que nem vem com o nome do aluno escrito na 1ª página!)... no 1º relatório tive que fazer essas coisas em vários casos... mas era a 1ª experiência de todos... de boa! Agora já é o 3º... vocês já podem dar uma força nisso!

Se precisarem de ajuda em qualquer coisa entrem em contato!

Bom trabalho!