

MONTAGEM DE EXPERIMENTOS ADAPTADOS: EXPERIMENTO DO TRILHO DE AR UTILIZANDO O TRACKER

Enzo Furieri Del Puppo (enzofurieri@gmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânica.

Marcos Roberto Teixeira Halasz (halasz@fsjb.edu.br)

Professor da FAACZ

RESUMO

Dentre as disciplinas importantes na formação do Engenheiro, encontra-se a Física, que, em suas diversas subdivisões, devem ser associadas às práticas experimentais de modo a proporcionar as competências e habilidades descritas para o profissional nas Diretrizes Curriculares. Neste sentido, são disponibilizados aos alunos dos cursos de Engenharia práticas de Física e, uma delas bastante difundida é o de Colchão de Ar, onde é possível identificar conceitos de cinemática na prática, permitindo aos alunos coletarem dados, e utilizando equações estudadas teoricamente, calcular e prever o movimento do corpo estudado. No trabalho em questão, utilizou-se um software (Tracker) desenvolvido para estudos de Física, capaz de utilizar vídeos capturados com o celular, para realizar medições e confrontar com os resultados obtidos através de leitura de sensores distribuídos pelo equipamento. De posse dos resultados colhidos experimentalmente foi possível verificar que o software utilizado apresenta um resultado bastante satisfatório, podendo ser utilizado em locais onde equipamentos com um mínimo de instrumentação não estão disponíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Experimentos de Física, Cinemática, Colchão de Ar, Tracker.

1 – REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com ROSA, J.A., 2015, os alunos ingressantes dos cursos de Engenharia sentem uma grande dificuldade em estudar e compreender alguns conceitos físicos considerados básicos, que são trabalhados nas diversas disciplinas de Física. O ensino deve permitir ao estudante a compreensão dos fatos, fenômenos e processos naturais, bem como, poder relacionar e utilizar esses conhecimentos em situações futuras, mais especificamente em suas aplicações técnicas formativas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia (2001), determinam que todo curso de engenharia deve possuir em sua matriz curricular três núcleos: um de conteúdos básicos, um de conteúdos profissionalizantes e um de conteúdos específicos que caracterizam a respectiva engenharia. A disciplina de Física faz parte do núcleo básico sendo apresentada nos primeiros semestres e é considerada como pré-requisito para outras disciplinas específicas da formação profissional.

FERLIN *et al.* (2006) realizaram um estudo do movimento acelerado em tempo real através de um sistema de aquisição de dados assistido por computador, neste estudo foi utilizado um trilho com colchão de ar para o estudo de movimentos acelerados, permitindo acompanhar de forma iterativa o comportamento das grandezas frente a variação de algumas variáveis.

Muitas vezes nos deparamos com limitações e mesmo assim temos que improvisar e permitir que não haja impedimento do entendimento dos fenômenos por parte dos alunos. É neste sentido que CAVALCANTI, D.R.C. (2016) desenvolveu um experimento de trilho de ar, de baixo custo, com sistema de aquisição de dados através de ARDUINO.

É neste sentido que o presente trabalho se apresenta, oferecendo uma opção para aquisição de dados no lugar dos sistemas de sensores, utilizando para tal o software TRACKER, capaz de utilizar vídeos capturados com o celular, para realizar algumas medições.

2 – METODOLOGIA

O experimento foi dividido em duas partes. Na primeira etapa foram realizadas medições de forma manual, a partir da leitura dos sensores e calculada a velocidade. Na segunda etapa foi utilizado o software (Tracker) para a obtenção dos dados.

Para realizar o experimento foi utilizado o Colchão de Ar Linear “Hentschel XIV”, disponível no laboratório de Física da instituição, como é possível observar na **figura 1**.



Figura 1: Foto tirada em laboratório do Colchão de Ar Linear “Hentschel XIV”.

O equipamento, dentre diversos fins, é utilizado para recriar um movimento retilíneo uniforme (MRU), e para tal, utiliza do direcionamento de um fluxo de ar através de diversos furos ao longo do trilho, graduado em milímetros, do aparelho, com a finalidade de minorar o atrito entre o mesmo e o carrinho. E para a medição dos resultados, vêm acompanhado de diversos sensores que são acionados pela passagem de uma haste acoplada ao carrinho e, quando acionados, disparam um cronômetro que irá medir o tempo até o fim do curso. O cronômetro possui 4 *displays* que funcionam em conjunto com 5 sensores, ou seja, cada *display* indica um intervalo de tempo entre cada par de sensor, o primeiro mede o intervalo de tempo entre o sensor 1 e 2, o segundo entre o sensor 2 e 3, e assim por diante.

A princípio, foi encontrado um problema ao realizar as medições do experimento. Para o carrinho sair do repouso era necessário exercer sobre ele uma força inicial, ou seja, ele precisaria ser empurrado manualmente, o que geraria muito erro por parte do operador, pois para adquirir resultados mais consistentes, era necessário que as condições iniciais do experimento fossem as mais próximas possíveis entre cada medida, não sendo possível utilizando apenas as mãos para empurrar. Para resolver esse desafio, foi adaptado um instrumento fixado no início do trilho e amarrado um elástico logo em sua frente, criando um verdadeiro estilingue. A ideia era esticar o elástico juntamente ao carrinho e parar imediatamente ao encostar na presilha, liberando o carrinho de uma posição fixa em todas as medições. Certamente não era o suficiente para zerar os erros da prática, mas de fato foram minorados.

Foram feitas e gravadas algumas medições sob as condições supracitadas, e como mencionado anteriormente, a velocidade foi obtida de duas formas, calculada de forma convencional, manualmente, e através da análise de vídeo do Tracker.

O Tracker é um software gratuito de análise de vídeo voltado para a física. Através dos vídeos realizados da prática, e por meio da medição da distância e tempo percorridos pelo objeto, o Tracker é capaz de

aproximar de forma bastante precisa diversos parâmetros de interesse. Para utilizar o programa, era necessário calibrá-lo. Com o vídeo aberto no software (figura 2), foi inserido um eixo de coordenadas no ponto de partida do objeto e utilizado uma ferramenta de medição de distância para mensurar o caminho percorrido por ele. Na sequência foi criado um ponto de massa referente ao carrinho, e marcado sua posição frame a frame até o final do percurso, utilizando sua haste como referência central.

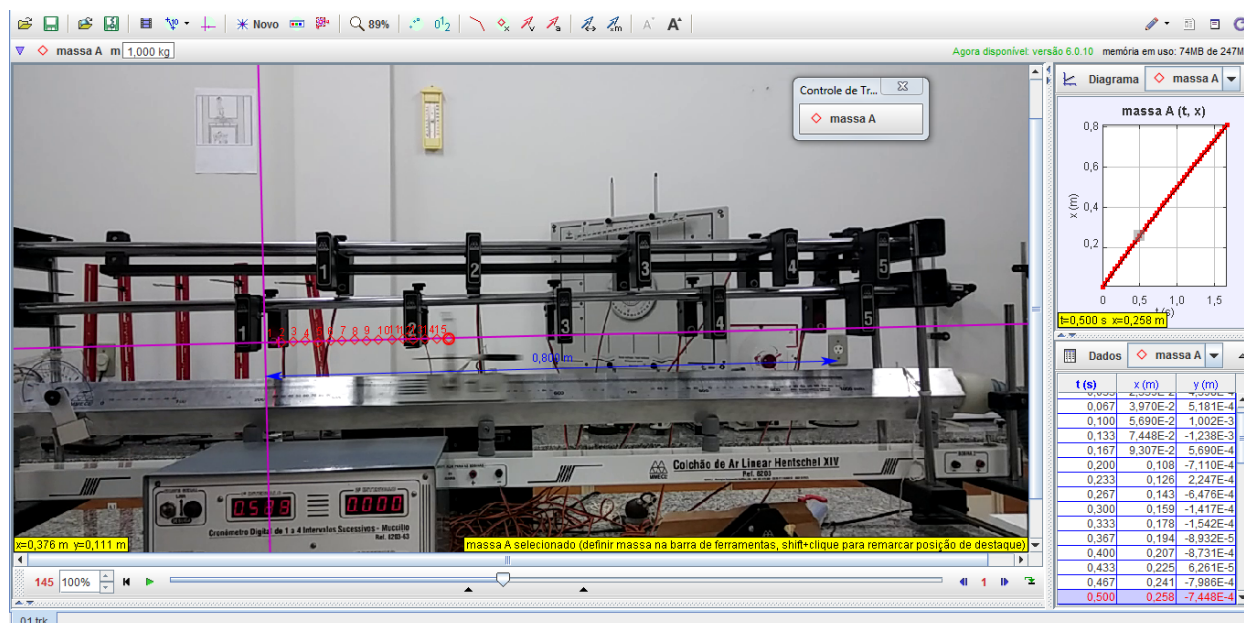


Figura 2: Imagem da interface principal do Tracker. Nela é possível notar o eixo de coordenadas (roxo), a medida do percurso (azul) e as marcações das posições da haste do carrinho (vermelho).

Com os dados da posição do objeto em cada instante de tempo ao longo de um percurso mensurado, o Tracker foi capaz de gerar uma equação aproximada para a distância x tempo do objeto.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados obtidos através das medições da primeira etapa e com os conceitos e fórmulas do MRU, foi calculado a velocidade do carrinho pelo trilho

$$v = \frac{\Delta S}{t} = \frac{S - S_0}{t} \quad (I)$$

Sendo o carrinho lançado a partir de uma posição inicial fixa $S_0 = 0,200 \text{ m}$ do trilho e parando ao chegar na posição $S = 1,000 \text{ m}$, foram feitas algumas medidas do tempo através do cronômetro do aparelho, e a média dos tempos foi de 1,680s. Utilizando a fórmula I, foi calculada a velocidade.

$$v = \frac{1,000 - 0,200}{1,680} = 0,4762 \text{ m/s}$$

Após realizar as filmagens do experimento, importar para o Tracker e fazer as devidas calibrações citadas anteriormente, foram gerados os seguintes resultados, apresentados na figura 3:

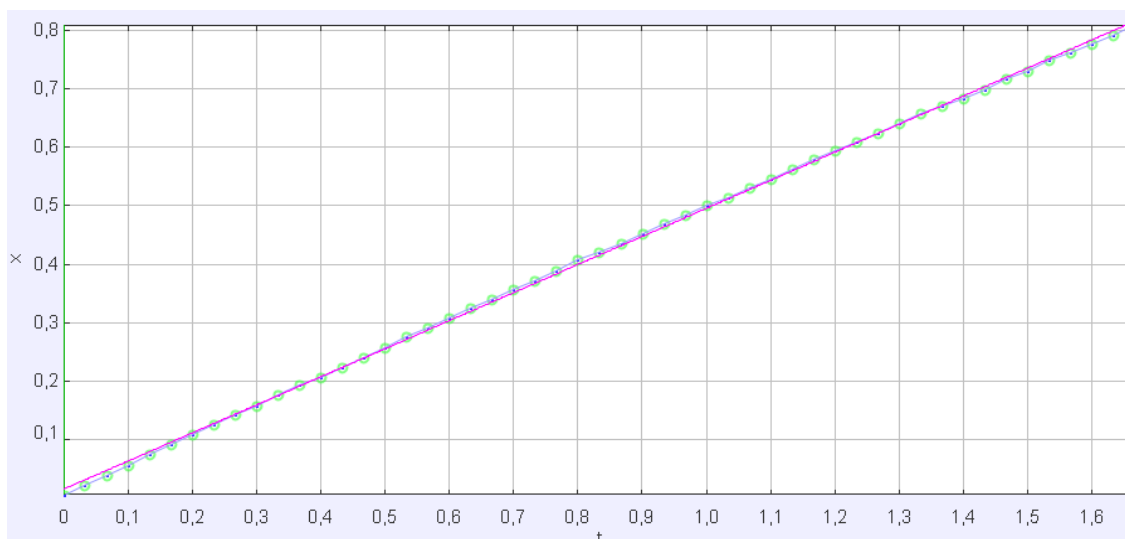


Figura 3: Gráfico da posição x tempo gerado pelo Tracker.

Ao observar o gráfico, é de fácil conclusão que se trata de uma reta linear crescente, ou seja, conforme o tempo avança a posição também avança, mas de forma uniforme, caracterizando um MRU. Isso quer dizer que de fato o movimento possui nenhuma, ou pouquíssima aceleração.

É possível notar a reta em roxo presente no gráfico. Essa reta é uma aproximação dos pontos calculada pelo próprio software, e é de se esperar que possua a forma de uma função linear, que nesse caso irá ser escrita como $x = At + B$. Mas quem são os parâmetros A e B da função? Bom, para descobrir basta olhar para a fórmula da posição em função do tempo para o MRU: $S = S_0 + vt$. Lado a lado, é possível perceber que o parâmetro A se refere à velocidade, e o B à posição inicial. Mas como citado, o Tracker aproximou essa curva e gerou os seguintes parâmetros:

Tabela 1: Velocidade aproximada encontrada pelo Tracker.

PARÂMETROS	VALOR
A (v)	0,4801 m/s
B (S_0)	0,01607 m

Ou seja, o Tracker encontrou um valor para a velocidade de 0,4801 m/s, contra os 0,4762 m/s encontrados pelos cálculos convencionais. Isso proporciona um erro de apenas 0,8% entre os métodos.

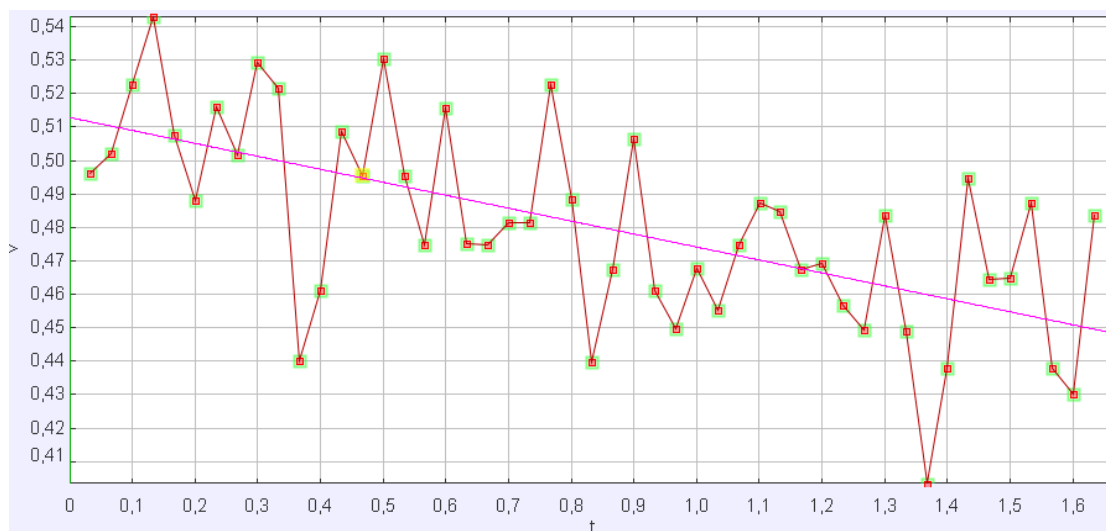


Figura 4: Gráfico da velocidade x tempo gerado pelo Tracker.

Através desse gráfico é possível notar que há uma inconsistência em relação ao MRU, que é caracterizado por uma velocidade constante ao longo do trajeto do corpo. É perceptível que os pontos estão dispersos em relação à reta aproximada, mas esse efeito é consequente dos erros envolvidos. O experimento possui a finalidade de diminuir o atrito entre o carrinho e o trilho, mas esse atrito ainda existe, apesar de pequeno, e isso é percebido ao observar a reta, que se apresenta de forma decrescente, ou seja, sua velocidade está caindo ao longo do tempo.

Tratando esse caso como um movimento uniformemente variado (MRUV), e utilizando a equação da velocidade $v = v_0 + at$, comparando também com os parâmetros da equação da reta aproximada pelo tracker $v = At + B$, temos:

Tabela 2: *Aceleração aproximada encontrada pelo Tracker.*

PARÂMETROS	VALOR
A (a)	-0,03873 m/s ²
B (V ₀)	0,5129 m/s

Com esses dados é possível confirmar as afirmações anteriores. A aceleração negativa, causada pela presença do atrito, diminui a velocidade do corpo. Também podemos perceber o valor da velocidade inicial encontrada, maior do que as encontradas anteriormente, mas novamente, é possível que seja devido ao fato de existir atrito, e consequentemente, a desaceleração.

4 – CONCLUSÕES

Com a comparação dos resultados obtidos pela experiência e pelo software, é verificada a capacidade da utilização do Tracker e da sua confiabilidade no suporte aos cálculos de processos físicos realizados em laboratório. Auxiliando possíveis alunos ao realizarem as práticas pretendidas e atuando como catalisador para a aprendizagem, visto que o mesmo inspira o método científico de quem o utiliza.

Também é entendido que todo experimento não é exatamente como na teoria, tudo está sujeito a erros, sendo eles causados pelo operador, pelo equipamento ou até mesmo pelas condições do ambiente. Na teoria, o dado experimento era para ser caracterizado como um simples MRU, mas foi possível notar graças ao Tracker a presença de uma desaceleração causada pelo próprio equipamento, indicando assim um MRUV. Apesar dos erros, os resultados foram mais do que satisfatórios, e com o auxílio do Tracker foi ainda mais interessante realizar o experimento.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ROSA, J.A., **O ENSINO DE FÍSICA NAS ENGENHARIAS: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DO CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, Dissertação de Mestrado em Educação nas Ciências (Física), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Ijuí, 2015.
2. BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação em Engenharia**. Resolução CNE/CES, de 11 de março de 2002. Brasília: MEC/CNE/CES, 2002. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>
3. FERLIN, E.P., SAAVEDRA, N., CORDEIRO, L.F., CUNHA, J.C., PARRETTO, M. e CUNICO, M. **ESTUDO DO MOVIMENTO ACELERADO EM TEMPO REAL ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS ASSISTIDO POR COMPUTADOR**. Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006.
4. CAVALCANTI, D.R.C., **ANÁLISE DO MOVIMENTO DO MÓVEL USANDO O TRILHO DE ARE A PLACA ARDUINO COMO AQUISIÇÃO DE DADOS**, Dissertação de Mestrado em Ensino de Física, Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, UFAL, 2016.