



# Proposta de atividade experimental de medida de tempo em laboratório de ensino de física

## Experimental lab propose of different data acquisition techniques of time measurement in physics teaching

P. FREITAS-LEMES [1](#); D. VILELA [2](#); M.A.A. MONTEIRO [3](#); J.S.E. GERMANO [4](#)

Recebido: 14/02/2018 • Aprovado: 18/03/2018

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Atividade proposta](#)
- [3. Testando a proposta](#)
- [4. Discussão e Resultados](#)
- [5. Conclusão](#)
- [Agradecimentos](#)
- [Referências](#)

#### RESUMO:

A fim de proporcionar atividades em que o aluno seja protagonista, este artigo apresenta uma proposta de atividade experimental relacionada ao processo de medidas de tempo, onde os estudantes devem realizar estudos comparativos de quatro técnicas de medidas de tempo na análise do movimento de um carrinho descendo um plano inclinado. O desafio a ser proposto aos estudantes é o de que eles identifiquem e justifiquem, a partir das medidas realizadas, a técnica mais eficiente, usando este experimento com base.

**Palavras chave:** Ensino de Física, Medidas de tempo, experimentação no ensino de Física.

#### ABSTRACT:

It promotes an increase in the students' motivation when facing this new teaching-learning technique. In this paper, the active methodology has been applied to an experiment related to time measurement processes. The students are asked to conduct a comparative study using four (4) different techniques of time measurements for a car running down on an inclined surface. The challenge is to identify and justify, from the data obtained, the most efficient technique for the proposed physics experiment.

**Keywords:** Measures time, video analysis, Tracker software, stopwatch, photogate.

## 1. Introdução

Não raro é possível ouvir professores destacando a falta de motivação e de interesse de seus alunos por suas aulas e pelos estudos (MOREIRA, 2005). Por outro lado, também não é incomum verificarmos alunos descontentes com as aulas que assistem (SIDMAN, 1995).

Visando superar essa realidade cada vez mais recorrente nas universidades as pesquisas na área de ensino têm apontado para a importância de os alunos assumirem uma posição mais ativa no processo de ensino e de aprendizagem em sala de aula (MONTEIRO, 2006; LABURÚ, 2003). Há, também, vários trabalhos que apontam as chamadas metodologias ativas de aprendizagem como recurso que oferece maior protagonismo aos alunos (MICHAEL, 2007; HAKE, 1998).

Por metodologias ativas entendemos toda ou qualquer estratégia de ensino que visa envolver os estudantes na busca por respostas quando desafiados por uma situação-problema, estimulando-os a coletar dados, levantar e testar hipóteses, construir modelos explicativos que justifiquem suas ideias. Enfim, se afastando do modelo de ensino tradicional no qual o professor fala, mostra, resolve, demonstra e o aluno, vê, ouve, copia e memoriza.

Nesse sentido, valoriza-se uma educação voltada para o desenvolvimento da autonomia do aluno para, a partir dela, se conquistar um estudante mais interessado e motivado para a aprendizagem, pois, segundo Guimarães (2003), pela teoria da autodeterminação de DeCharms (1984), o conceito de autonomia se

relaciona com o desejo ou vontade do indivíduo em organizar a própria experiência, bem como seu comportamento em relação a ela, integrando-o à sua identidade.

Em outras palavras, os indivíduos são naturalmente mais motivados a realizar uma tarefa se acreditarem que a fazem por desejo próprio, por competência própria, ou seja, quando sentem que está nele o papel de realizar as mudanças necessárias, dessa forma uma motivação intrínseca o move. Contudo, quando o indivíduo percebe que é cobrado, por uma vontade externa à sua, a realizar uma tarefa, sentimentos negativos são desencadeados e a energia motivacional precisa ser de ordem extrínseca, caso contrário, a tarefa não será realizada a contento (GUIMARÃES, 2003).

De forma geral, a dinâmica das aulas de Física experimental tradicionais consiste em uma sequência de ações que se iniciam com uma exposição, por parte do professor, dos conceitos e princípios físicos a serem verificados nas atividades de laboratório. Em seguida, os alunos seguem, passo-a-passo, uma série de procedimentos estabelecidos no guia de experiência para que possam coletar, tratar e representar os dados que, de certa forma, já são esperados. Por fim, os estudantes devem produzir um documento relatando as ações feitas durante a atividade.

Sendo assim, os estudantes não são desafiados a solucionar um problema ou encontrar uma resposta a uma questão para a qual não se tem uma resposta pronta. Ao contrário, eles são instados a ocuparem uma posição passiva ante o processo de ensino e de aprendizagem. Nesse aspecto, a desmotivação e a falta de empenho de boa parte dos estudantes se justificam pela falta de motivação intrínseca.

Nas metodologias ativas de aprendizagem, que podem ser aplicadas a partir de diferentes variações técnicas: como o *Peer Instruction* (instrução por pares), o PBL (aprendizagem baseada em problemas, ou projetos) e o estudo de caso, a estratégia principal é colocar os estudantes diante de um problema real, não artificial e que, portanto, não se tem respostas prontas ou esperadas. Eles precisam trabalhar em grupo e juntos, devem consultar fontes de informação, estudar conceitos e princípios, desenvolvendo sua autonomia a partir de uma postura mais ativa em sala de aula.

Este trabalho tem como objetivo propor uma atividade na qual os alunos devem realizar medidas de tempo usando diferentes técnicas, assim, além de aprender a usar essas técnicas, eles podem discutir a eficiência de cada uma delas e os erros embutidos nas mesmas. Essa atividade é proposta para ser desenvolvida no âmbito de uma aula de Física Experimental, nas séries iniciais do curso de graduação.

---

## 2. Atividade proposta

No século XXI a tecnologia avançou produzindo uma gama de modificações no cotidiano das pessoas, nas profissões e no segmento educacional, com impacto desde as crianças até os adultos (ZANOTTA, 2011).

Nesse sentido, uma nova geração de crianças e adolescentes que desde muito cedo teve contato com os computadores e acessam sem dificuldade a internet, teve seu desenvolvimento cognitivo estimulado pelas chamadas Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC). Nessa direção, Crary (2001) enfatiza a maneira como essas tecnologias alteram a maneira como os indivíduos dessa nova geração percebem a realidade. Segundo o autor, justifica sua afirmação lembrando o uso do papel, do lápis e da calculadora são ferramentas que provocam impactos diferentes na cognição humana.

Portanto, na atualidade existe uma necessidade de se inserir recursos digitais nos laboratórios de ensino. Nos laboratórios de física a inserção de recursos digitais nos processos de ensino e aprendizagem de diferentes conteúdos já é uma realidade. Por exemplo, Magalhães (2002) estudou qualitativamente movimentos reais obtidos em laboratório por alunos usando o software SAM (Sistema de Análise Digital de Movimento) e, Veit e Teodoro (2002) exploraram o programa Modellus para explicar a dinâmica dos fluidos para os alunos do Ensino Médio. Ambos relatam resultados positivos em relação ao ensino-aprendizagem dos alunos.

Segundo decisão do Ministério de Educação no Brasil (MEC) os cursos de licenciatura devem se adequar as novas práticas pedagógicas e melhorar a qualidade do perfil do egresso com expansão da atual carga horária e mudanças na grade curricular, visando à inserção dos recursos digitais na prática pedagógica (MEC, 2016). Com a expansão dos recursos digitais, experimentos clássicos adquirem mais precisão e ferramentas mais dinâmicas para análise. Um facilitador na obtenção de dados nos laboratórios, por exemplo, são os *smartphones*. Com o crescimento da aquisição de celulares e *smartphones* com recurso multimídia (áudio, imagem e vídeo), inclusão de câmeras de alto desempenho e sensores dos mais variados tipos, a captura de dados pode ser ampliada. Segundo Vieira (2013) *smartphones* são instrumentos portáteis, com muitos sensores e programas de aquisição de dados facilmente encontrados, sendo assim, são ferramentas poderosas para experimentos e atividades práticas. Alguns *smartphones* e *tablets* têm a possibilidade de capturar vídeo em modo, *slow-motion*, com 120 e até 240 frames por segundo – *fps*, permitindo análises de fenômenos muito rápidos.

Na proposta que apresentamos para ser desenvolvida com alunos na disciplina Física Experimental, sugerimos que a seguinte situação problema seja apresentada para os alunos:

“A partir dos equipamentos de medidas disponibilizados, utilize os conhecimentos relativos ao tratamento de dados para indicar a melhor metodologia a ser utilizada neste experimento”.

Propomos que seja disponibilizado aos alunos os seguintes equipamentos:

- Um carrinho e um plano inclinado;

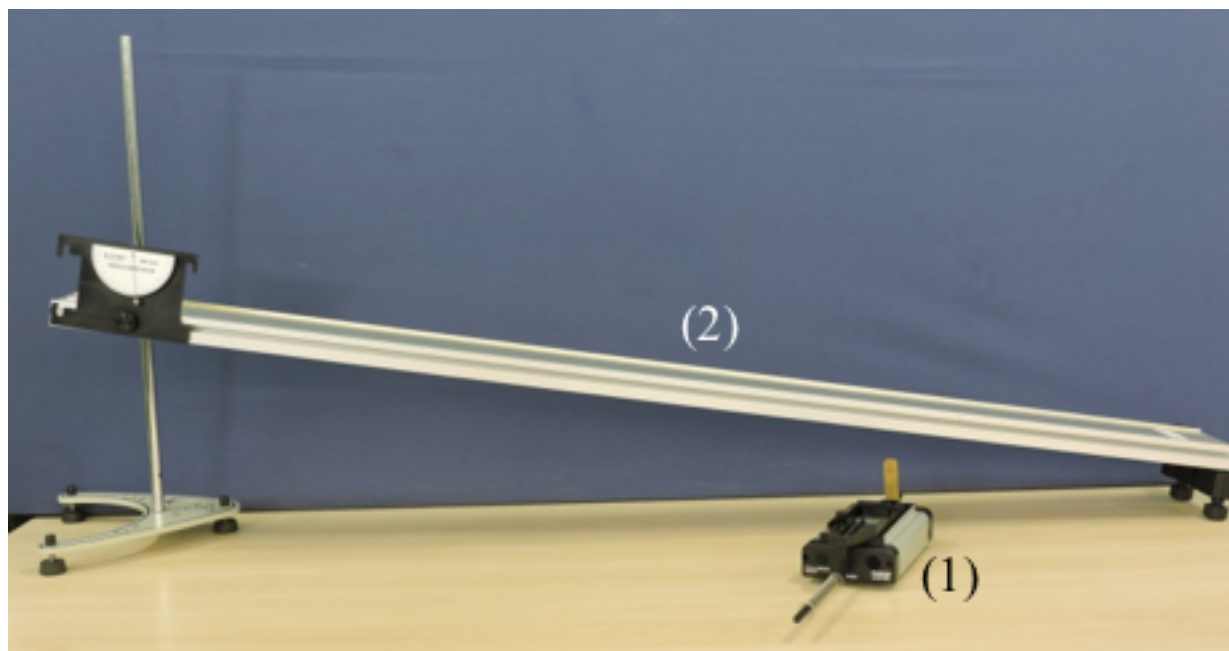
- Cronômetro digital;
- Sensores fotoelétricos;
- *Photogates* com uma interface computacional, e
- *Ipad* ou um aparelho celular com câmera de vídeo.
- Computador com o *Tracker* [5] instalado.

A intenção é que os alunos possam estudar diferentes formas de se medir o intervalo de tempo gasto para que um carrinho percorra uma distância, descendo por um plano inclinado e determine qual instrumento e método de medida de tempo é o mais adequado. Para tanto, os alunos devem se debruçar não apenas sobre a montagem experimental, mas também sobre a maneira de tratar os dados, utilizando técnicas para minimizar os erros, possibilitando uma discussão sobre as vantagens e desvantagens de cada metodologia.

### 3. Testando a proposta

Para a análise proposta devemos mensurar o tempo decorrido desde que o carrinho é solto do repouso, do alto do plano inclinado, até chegar à sua parte mais baixa. Os experimentos foram efetuados em um dos laboratórios de mecânica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. Para tal, usamos um carrinho da *PASCO Scientific®* (*collision cart* ME 9454), descendo em um plano inclinado ( $0,9 \pm 0,1^\circ$ ) também da *PASCO Scientific®*, percorrendo a distância de  $80,0 \pm 0,1\text{cm}$ , veja Figura 1.

**Figura 1**  
Carrinho (1) e plano inclinado (2) da *PASCO Scientific®* usados no experimento.



Para a análise, definimos quatro metodologias: (A) usar um cronômetro digital *TECHNOS®*, mostrado na Figura 2; (B) usar dois sensores fotoelétricos do Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa EQ012-*Cidepe®*, ligados a um cronômetro digital do EQ018D-*Cidepe®* (Figura 3); (C) usar dois *photogates* da *PASCO Scientific®*, com interface 750, *ScienceWorkshop®*, cuja captura de dados foi feita pelo *software* comercial *DataStudio®* versão 1.98r10, mostrados na Figura 4; (D) captura de vídeo do movimento do carrinho através da câmera traseira de um *iPad*, cuja vídeo análise foi feita com o *software* gratuito *Tracker*, mostrados na Figura 6 (Brown, 2009A, 2009B e 2012).

Veja a seguir a descrição dos procedimentos utilizados.

#### A – Cronômetro Digital Operado Manualmente

**Figura 2**  
Cronômetro *TECHNOS®* usado na técnica (I) - Cronômetro Digital Operado Manualmente.



A primeira técnica a ser utilizada é a do cronômetro digital, largamente utilizada em laboratórios de física (Figura 2). Nessa técnica o cronômetro é operado manualmente para medir o tempo gasto pelo carrinho para descer o plano inclinado. Como essa técnica é manual, temos algumas incertezas inerentes a esse tipo de

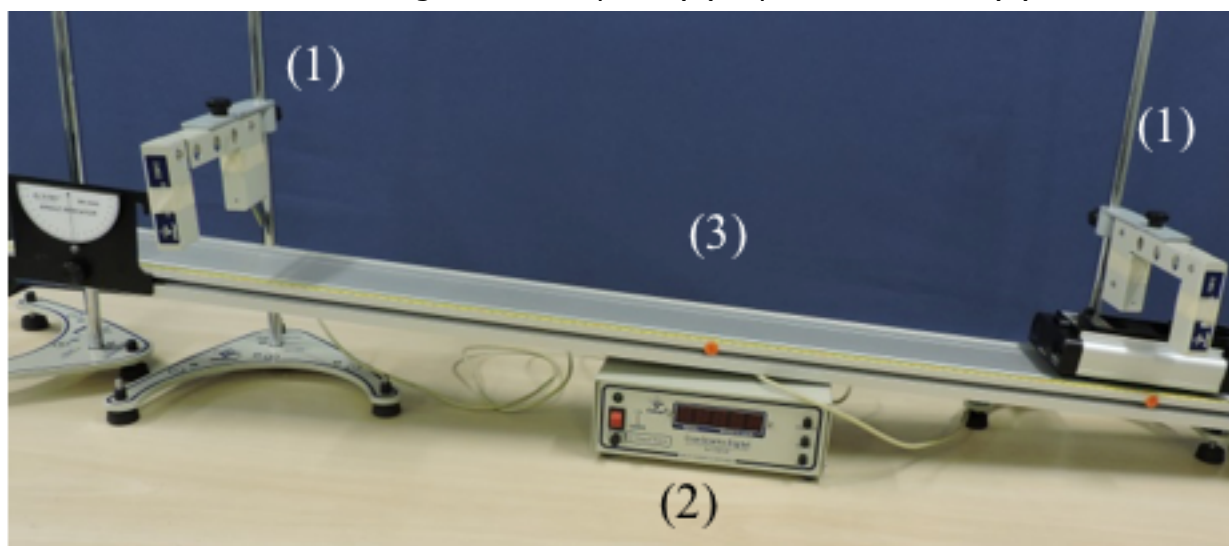
medida, tais como: tempo de reação humana, tempo de o operador perceber que o carrinho passou num determinado ponto, acionar o botão fazendo-o começar a contar o tempo, entre outros.

### **B – Sensores fotoelétricos e cronômetro digital do Cidepe®**

Na segunda técnica dois sensores óticos, junto com um cronômetro digital, todos os equipamentos do Cidepe®, foram usados na medida de tempo do carrinho, como ilustrado na Figura 3. A contagem de tempo no cronômetro digital é medida durante o intervalo de tempo que o carrinho passa pelos sensores e interrompe o feixe de luz de cada um individualmente. Em outras palavras, quando o carrinho passa pelo sensor 1 o sistema é ativado e quando passa pelo sensor 2 é desativado, registrando-se assim o intervalo de tempo da descida do carrinho entre os sensores.

**Figura 3**

Equipamentos utilizados na técnica II: Sensores fotoelétricos (1), cronômetro digital do Cidepe® (2) e plano inclinado (3).



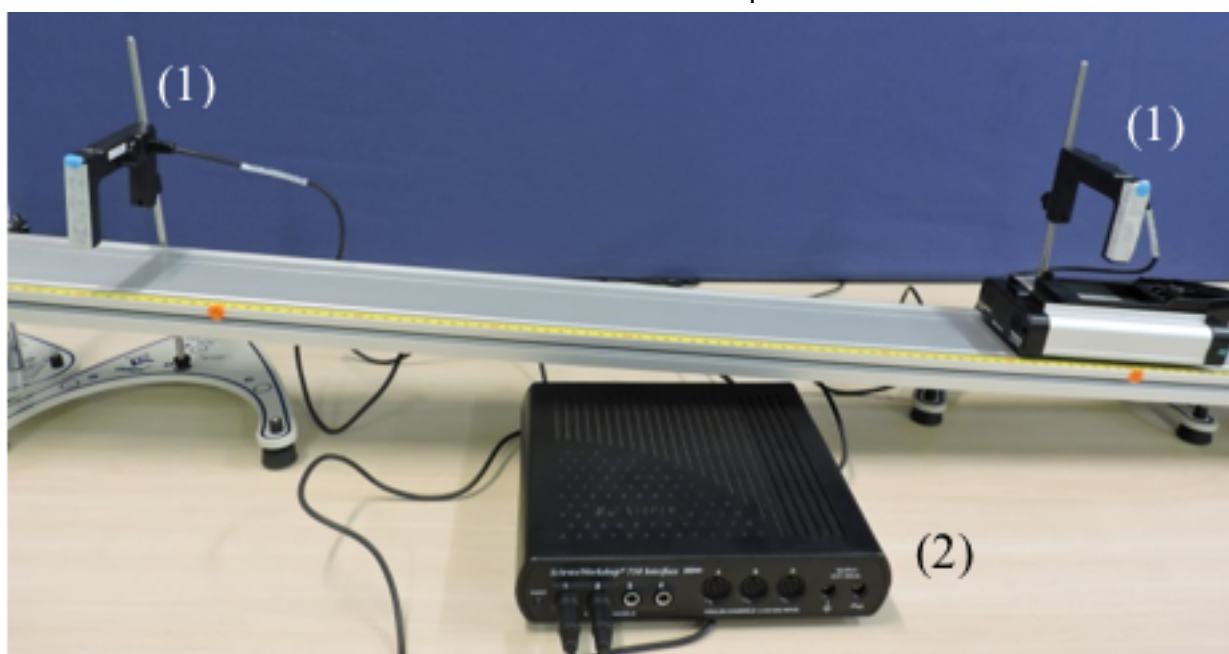
### **C – Photogates e sua interface da PASCO Scientific®**

Na terceira técnica usamos dois *photogates* ME-6838, e uma interface 750, ambos da PASCO Scientific® conectados a um computador que apresenta os dados organizados em tabelas através do *software DataStudio*®.

A obtenção dos dados é semelhante ao descrito na técnica B, veja na Figura 4 os dispositivos usados para esta metodologia. Quando o carrinho passa pelo *photogate* 1 o *software* inicia a contagem do tempo entre esse e o *photogate* 2. No momento em que o carrinho passa pelo *photogate* 2, entretanto, não ocorre só o registro do tempo, o *software* calcula a velocidade do carrinho em cada um dos *photogates*, sendo esse um diferencial da metodologia B, veja Figura 5.

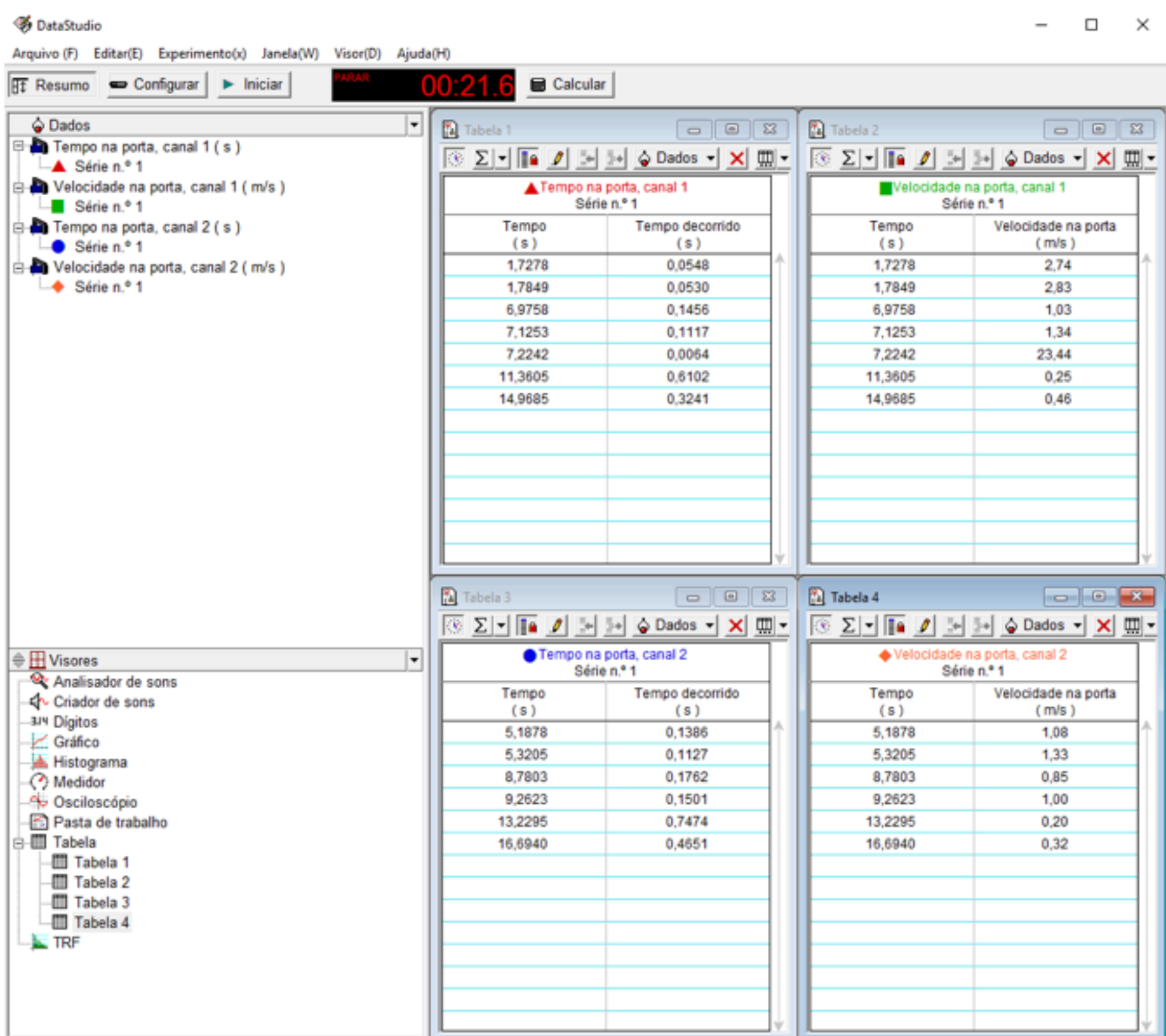
**Figura 4**

Dispositivos de aquisição de dados da terceira técnica: *photogate* (1) e interface 750 (2) ambos da PASCO Scientific® administrados pelo *software DataStudio*®.



**Figura 5**

Tela com alguns resultados obtidos com o *software DataStudio*® contendo tempo e velocidade nos *photogates* 1 e 2



## D – Videoanálise usando o iPad e o software gratuito Tracker

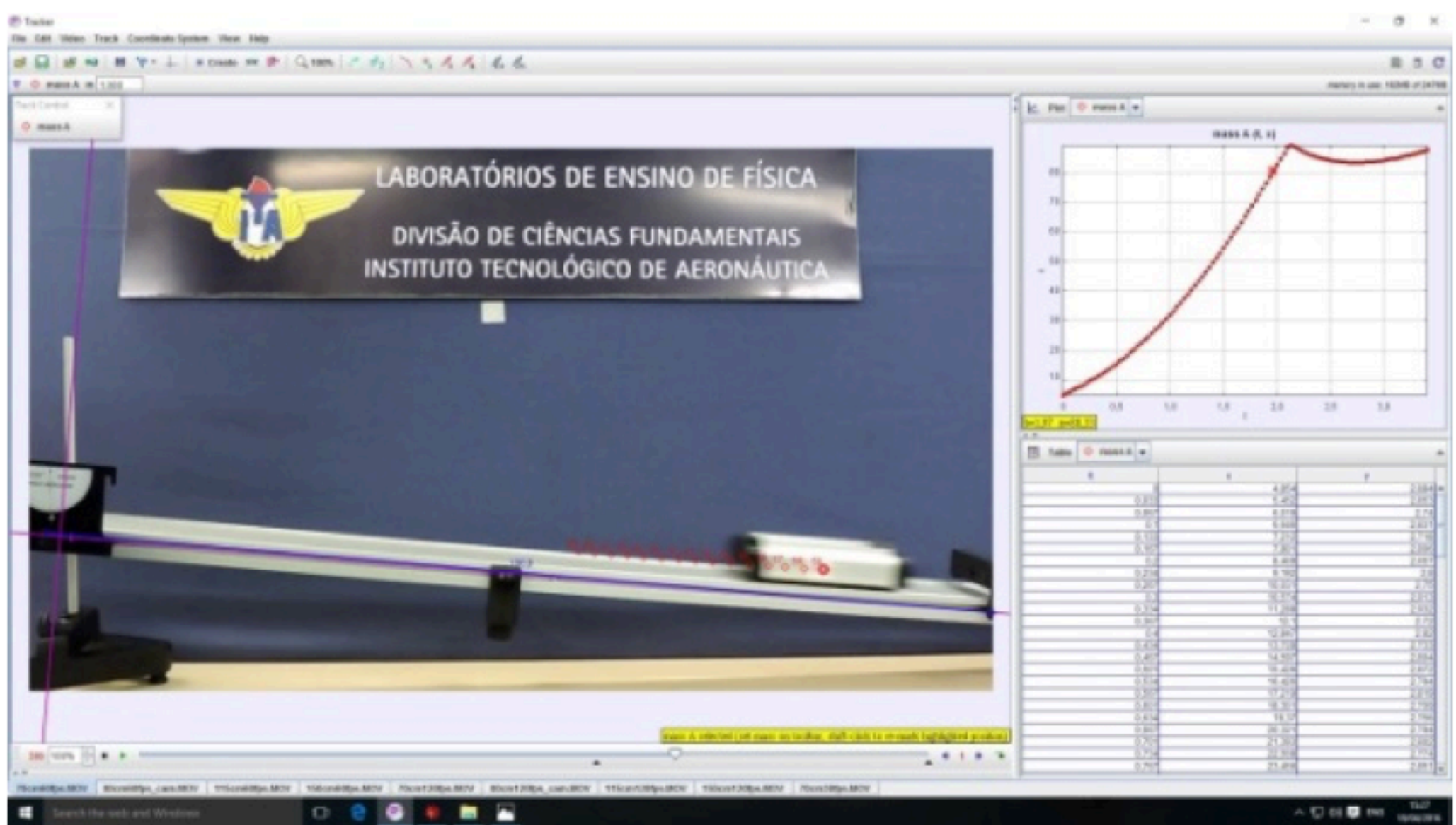
Na quarta técnica o software *Tracker* foi utilizado na captura dos dados de medida de tempo de quatro vídeos gravados de forma independente, para o movimento de um carrinho descendo o plano inclinado. As leituras dos intervalos de tempo foram obtidas a partir dos dados tabulados pelo *Tracker* para os instantes inicial  $t_1$  e final  $t_2$ . O equipamento usado foi um *iPad* [6], configurado para filmar a 120 frames por segundo (fps).

O software *Tracker*, que têm versões para as plataformas Windows, Mac OS e Linux, tem sido cada vez mais usado quando se quer realizar uma análise de dados mais detalhada baseada na técnica de videoanálise. Nas manipulações dos dados, o *Tracker* oferece uma série de recursos muito eficientes, tais como: a) construção de gráficos com sincronismos com tabelas de dados, b) rastreamentos, manual ou automática das posições da imagem do objeto, c) modelamentos cinemáticos e dinâmicos e d) ajustes de curvas experimentais de funções pré-concebidas.

Segundo Martins (2013) o uso do software *Tracker*, favorece a interdisciplinaridade e envolvimento com a pesquisa científica e, segundo, Bezerra (2012), na aprendizagem. Uma ilustração da tela de captura do *Tracker* para o experimento analisado está representada Figura 6.

**Figura 6**

Tela do software *Tracker* com captura de imagem à esquerda, gráfico em cima à direita e tabelas em baixo à direita.



## 4. Discussão e Resultados

Uma das motivações para a realização desta atividade com os alunos de anos iniciais dos cursos de engenharia advém da importância do conceito de incerteza no realizar científico. Esta descrição é muito bem desenvolvida no GUM (Guide for Uncertainty and Measurement) trazido pelo INMETRO.

*"Quando se relata o resultado de medição de uma grandeza física deve-se sempre dar alguma indicação quantitativa da qualidade do resultado, de forma que aqueles que o utilizam possam avaliar sua confiabilidade. Sem essa indicação, resultados de medição não podem ser comparados, seja entre eles mesmos ou com valores de referência fornecidos numa especificação ou numa norma. É, portanto, necessário que exista um procedimento que seja de pronta aplicação, fácil compreensão e ampla aceitação para caracterizar a qualidade de um resultado de uma medição, isto é, para avaliar e expressar sua incerteza."* (GUM – ABNT/ INMETRO, 2012).

Além disso, o guia traz o tratamento estatístico de dados bem detalhado para realização de análises a partir da variância e do desvio-padrão experimental.

Esse conteúdo teórico serviu de base para a análise deste trabalho e pode ser visto com mais profundidade na discussão de resultados.

Os resultados obtidos para os intervalos de tempos (em segundos) de dezoito descidas [7] do ao longo do plano inclinado, nas técnicas: (A), (B) e (C) estão apresentados na Tabela 1. O resultado da Técnica (D) é apresentado na Tabela 2.

O tempo médio foi calculado pela fórmula abaixo (descritos no GUM – ABNT/ INMETRO, 2012):

$$\Delta T_{méd.} = \frac{\sum_{j=1}^N (\Delta T_j)}{N} \quad (1)$$

Onde N é o número total de medidas feitas. O desvio padrão da média  $\sigma_{med.}$  calculado e associado às medidas feitas é dado por:

$$\sigma_{med.} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N d_j^2}{N-1}} \quad (2)$$

onde

$$d_j = (\Delta T_{méd.} - \Delta T_j), \quad (3)$$

é o desvio na j-ésima medida

$$\sigma_{final} = \sqrt{\sigma_{med}^2 + \sigma_{inst}^2}, \quad (4)$$

Onde,  $\sigma_{final}$  é a incerteza final da medida do intervalo de tempo, e  $\sigma_{inst}$  é a incerteza do instrumento de medida.

E finalmente,

$$\mathcal{E}(\%) = \left[ \frac{\sigma_{final}}{\Delta T_{méd.}} \right] 100\%, \quad (5)$$

Onde  $\mathcal{E}$  representa a incerteza relativa percentual.

**Tabela 1**

Medidas obtidas manualmente com cronômetro digital. Foram feitas dezenove medidas para o carrinho percorrer a distância  $80,0 \pm 0,1$ cm.

Metodologia	(A)	(B)	(C)
Medida	$(\Delta T \pm 0,01)$ s	$(\Delta T \pm 0,001)$ s	$(\Delta T \pm 0,01)$ s
1ª	4,64	4,501	4,112
2ª	4,07	3,953	4,035
3ª	4,52	3,903	4,124
4ª	4,22	4,349	4,036
5ª	4,21	4,102	4,165
6ª	3,86	3,895	3,988
7ª	3,85	3,394	4,127
8ª	3,91	3,391	4,015

9 <sup>a</sup>	3,97	4,000	3,999
10 <sup>a</sup>	4,00	4,010	4,016
11 <sup>a</sup>	4,30	4,030	4,154
12 <sup>a</sup>	3,96	3,896	3,981
13 <sup>a</sup>	4,39	4,284	4,102
14 <sup>a</sup>	4,04	4,018	4,030
15 <sup>a</sup>	4,03	4,013	4,118
16 <sup>a</sup>	4,13	3,979	4,027
17 <sup>a</sup>	4,02	3,998	4,054
18 <sup>a</sup>	3,95	3,897	3,985
19 <sup>a</sup>	4,03	3,899	4,023

O tempo médio e a incerteza final calculados com a técnica (A) foi de  $\Delta T_{\text{médio}} = (4,1 \pm 0,2) s$ , com uma incerteza relativa percentual de  $\pm 5,33\%$ , com a técnica (B) foi de  $\Delta T_{\text{médio}} = (4,01 \pm 0,18) s$ , com uma incerteza relativa percentual de  $\pm 4,68\%$  e com a técnica (C) foi de  $\Delta T_{\text{médio}} = (4,11 \pm 0,14) s$ , com uma incerteza relativa percentual de  $\pm 3,48\%$ . Com a técnica (D) obtivemos o resultado para o intervalo de tempo médio do carrinho  $\Delta T_{\text{médio}} = (4,08 \pm 0,06) s$ , com uma incerteza relativa percentual de  $\pm 1,43\%$ .

**Tabela 2**

Medidas de tempo usando videoanálises com o *software Tracker*. Intervalos de tempos  $DT$  (s) e valor do intervalo de tempo médio  $\Delta T_{\text{médio}}$  e incerteza.

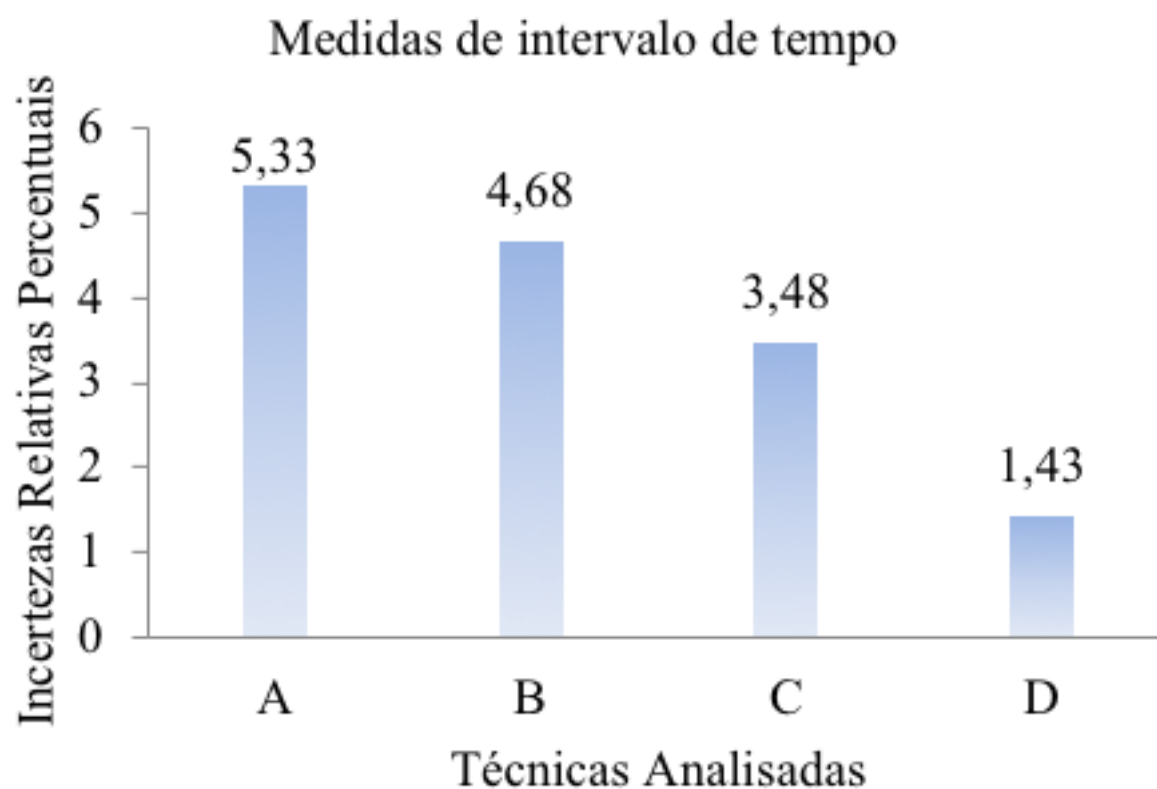
<b>Vídeos</b>	<b><math>(\Delta T \pm 0,01) s</math></b>
<b>VD 01</b>	4,14
<b>VD 02</b>	4,04
<b>VD 03</b>	4,01
<b>VD 04</b>	4,11

A Figura 7 contém dados das incertezas relativas percentuais para os intervalos de tempos médios nas quatro técnicas.

**Figura 7**

Gráfico das incertezas relativas percentuais em função das técnicas A, B, C e D.





## 5. Conclusão

Neste trabalho propomos uma atividade experimental de física na qual os alunos são desafiados a ocupar um papel mais ativo no processo de ensino e de aprendizagem. Assim sendo, no contexto do estudo de medidas de tempo, sugerimos que os estudantes sejam colocados ante a seguinte situação-problema: "A partir dos equipamentos de medidas disponibilizados, utilize os conhecimentos relativos ao tratamento de dados para indicar o melhor instrumento a ser utilizado".

Para resolvê-la, os estudantes não realizarão apenas uma atividade guiada por um roteiro pré-definido como normalmente fazem aqueles que são submetidos ao ensino tradicional. Eles precisarão se debruçar em torno da questão e discutir quais procedimentos deverão adotar para realizarem a montagem experimental, para coletarem os dados e para tratar os resultados obtidos.

Assim sendo, terão de trabalhar em grupo, discutirem hipóteses, estudar os conceitos relacionados ao tratamento de medidas com vistas a minimizar erros, interpretar os dados obtidos a fim de chegarem a uma conclusão com argumentos sólidos que possam justificá-la.

Nesta atividade proposta a situação consiste, de fato, em um problema para o qual não há uma resposta esperada, diante da qual os alunos esperam comprovar. Portanto, há o estabelecimento de um desafio que exige o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e pode, portanto, desencadear processos de autodeterminação capazes de gerar a motivação intrínseca tão escassa em grande parte das aulas de laboratório de Física experimental.

Dessa forma, mais do que habilidades e competências conceituais e procedimentais, há que se considerar o papel da atividade em propiciar oportunidades para o desenvolvimento do caráter atitudinal dos alunos.

O uso das novas tecnologias é contemplado na proposta e, dessa forma, mais do que facilitar o processo de aprendizagem dos alunos, tendo em vista as características próprias da nova geração de estudantes com estrutura cognitiva mais adaptada aos estímulos que esses recursos oferecem, há a possibilidade de se problematizar, de forma crítica, os procedimentos adotados pelos estudantes para encontrarem as informações relativas ao referencial teórico a ser utilizado no trabalho de investigação.

Aparelhos modernos como *smartphones* e *tablets* permitem que estudantes façam vídeos para serem analisados com softwares, aperfeiçoando a análise dos experimentos realizados. É incumbência dos laboratórios didáticos mostrar ao aluno a diversidade de técnicas, não se limitando a uma ou outra técnica, mas dando oportunidade de os alunos identificarem a que melhor se adequa ao seu problema.

Pode haver o questionamento sobre a possibilidade de alguns alunos se aproveitarem do computador com acesso à internet para que se distraiam do objetivo do trabalho proposto, acessando outros recursos não relacionados com a temática em questão. Porém, essa situação é mais uma oportunidade formativa no qual se pode discutir, em situação de sala de aula, a dimensão ética necessária ao cidadão e ao profissional que se está formando.

No teste da atividade, comparamos quantitativamente os resultados de medidas do tempo gasto por um carrinho que desce um plano inclinado com diferentes técnicas de aquisição de dados: A – Cronômetro Manual, B – Cronômetro Digital CIDEPE, C – Photogate PASCO e D – Vídeoanálise pelo software Tracker. Com base na análise estatística dos dados, a técnica que apresenta o melhor resultado é a (D), que usa a vídeoanálise com o software Tracker como observado na tabela 05 e Figura 7. Esta técnica apresentou incerteza relativa de 1,43%, sendo portanto, interessante de ser usada como ferramenta para outras experiências que envolvam a tomada de tempo.

No processo de vídeo análise, Zwart et al (2016) traz uma discussão do ponto de vista de erros. Os autores apresentam fontes de erros (posicionamento de câmera, paralaxe, profundidade (eixo z) e foco do instrumento eletrônico) que devem ser discutidas previamente com os estudantes antes do procedimento

experimental. Neste trabalho, nós tomamos o devido cuidado com a centralização da câmera com relação ao plano inclinado. A respeito da profundidade, o plano inclinado possui um trilho guiado, desta forma não houve deslocamentos no eixo z. Com relação à camera digital, não foi utilizado o função "zoom".

Das quatro técnicas utilizadas, as três primeiras: (A) cronômetro digital de manuseio manual, (B) sensores fotoelétricos com cronômetro digital do Cidepe® e (C) photogates da PASCO Scientific® são técnicas que abrangem produtos comerciais com circuitos eletrônicos compostos de fios, sensores óticos, conectores e interfaces que, em geral, estão limitadas a fornecer somente medidas.

Por outro lado, a técnica (D) de videonálise com o software Tracker, tem como pré-requisito uma simples captura de vídeo. Esta se dá por meio de um dispositivo eletrônico que a maioria dos estudantes possuem (celular e tablets), sem a necessidade de outros equipamentos de medidas, isto é, sensores óticos externos, conectores ou interfaces extras.

Finalmente, podemos concluir que o uso do software Tracker, revela-se um recurso de análise em laboratórios de física muito eficiente, como mostra os resultados anteriores. Do ponto de vista pedagógico, ele também é uma ferramenta atrativa, pois sua interface é bastante amigável e intuitiva, facilitando a compreensão dos fenômenos físicos estudados. Outros pontos relevantes são a rapidez da análise quadro a quadro de movimentos de objetos e de ser um software de domínio público sem qualquer custo para o usuário final, sendo uma tendência nas escolas (veja BRAYAM 2013, WEE 2015, GILIBERTI 2014 e WRASSE 2014).

## Agradecimentos

Aos técnicos do laboratório de mecânica do departamento de Física/ITA. P. Freitas-Lemes agradece a CAPES pelo apoio financeiro. Ao suporte da Fundação Casimiro Montenegro Filho (FCMF) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

## Referências

ABNT /INMETRO. Guia para a Expressão da Incerteza de Medição. Terceira edição brasileira em língua portuguesa. Rio de Janeiro: **ABNT**, INMETRO, 120 p. 2012.

BEZERRA JR, A.G.; OLIVEIRA, L.P. de O.; LENZ, J.A. e SAAVEDRA, N. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 1: p. 469-490. (2012).

BRAYAN, J.A.. VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia - EREBIO-SUL.(2013).

BROWN, D. Video Modeling with *Tracker*, In: **American Association of Physics Teachers AAPT**, Summer Meeting, Ann Arbor. 2009.

BROWN, D., COX. A.J. "Innovative Uses of Video Analysis, v. 47" **Physics Teach.** (Early 2009).

BROWN, D., *Tracker* Free Video Analysis and Modeling Tool for **Physics Education**. Disponível: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/Tracker/>. 2012.

CRARY, J. A visão que se desprende: Manet e o observador atento no fim do século XIX. In: CHARNEY, L.; SCHWARTZ, V. (Org.). O cinema e a invenção da vida moderna. 1.ed. São Paulo: **Coseac & Naify**, 2001. p. 81-114.

DeCHARMS, R. Motivation enhancement in educational settings. Em C. **Ames & R. Ames (Orgs.)**, Research on motivation in education, student motivation (pp. 275-310). New York: Academic Press. 1984.

GILIBERTI, M.; STELLATO, M.; BARBIERI, S.; CAVINATO, M.; RIGON, E.; TAMBORINI, M.; **European Journal of Physics**, Vol.35, p.065012 (13pp). (2014)

GUIMARÃES, S. E. R. Avaliação do estilo motivacional do professor: adaptação e validação de um instrumento. 2003. **Tese** (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics** v.66, p.64, 1998.

LABURÚ, C. E.; S.M. ARRUDA; R. NARDI; Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, São Paulo, v.9,n.2,p.247-260, 2003.

MAGALHÃES M.G.M., SCHIEL D., GUERRINI I.M. E MAREGA E., **Revista Brasileira de Ensino de Física** v.24, 97 (2002).

MARTINS, M.M.; RECCHI, A.M.S.; DUGATO, D.A., LEDUR, C.M. *Tracker* – Software de análise de vídeos e imagens para o ensino de física e ciências. VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL). Maio. p. X. (2013)

MEC. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica.

<http://www.ufrgs.br/faced/docs/CP002.15%20DCN%20FORM%20PROF%20MAGISTERIO%20ED%20BASICA.pdf>  
Acessado em: 17 de março de 2016, 08h05min

MICHAEL, J. Faculty perceptions about barriers to active learning. **College Teaching** v.55, p.42, 2007.

MONTEIRO, M.A.A. Um estudo da autonomia docente no contexto do ensino de ciências nas séries iniciais do

ensino fundamental. 305 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, **UNESP**, Bauru, 2006.

MOREIRA, H. A Motivação e o Comprometimento do Professor na Perspectiva do Trabalhador Docente. Série- Estudos – **Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**. n. 19, p. 209-232. 2005

SIDMAN, M. Coerção e suas implicações. Campinas, SP: **Editorial Psy**. 1995.

VEIT E.A. E TEODORO V.D., **Revista Brasileira de Ensino de Física** v. 24, 87 (2002).

VIEIRA, LEONARDO P. *Experimentos de Física com Tablets e Smartphones*. Dissertação de mestrado. **UFRJ**. (2013).

WEE, L. K., LEONG, T K. **American Journal of Educational Research SciEP**. (2015)

WRASSE, A. C.; ETCHEVERRY, L. P.; MARRANGHELLO, G.F.; SARAIVA F. da R. **Rev. Bras. Ensino Física**, vol.36, no.1, p.1-6. (2014)

ZANOTTA D C; CAPPELLETTO E; MATSUOKA M T. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 33, n. 2, 2313. 2011.

ZWART, J; FRISCH, K E.; AND MARTIN, T. "Systematic Errors in Intro Lab Video Analysis" (2016).

---

1. ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 12228-900 - São José dos Campos - SP. UNIVAP – Universidade do Vale do Paraíba, 12244-000 - São José dos Campos – SP

2. ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 12228-900 - São José dos Campos - SP.

3. UNESP - Universidade Estadual "Julio Mesquita Filho", 12516410 – Guaratinguetá - SP

4. ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 12228-900 - São José dos Campos - SP.

5. O *software* pode ser obtido a partir da página <http://physlets.org/tracker/>

6. A filmagem pode ser feita com qualquer tipo de câmera de vídeo, telefone celular com câmera, ou *tablet*.

7. Sendo que as dez primeiras medidas foram feitas por um operador e as últimas por outro.

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 39 (Nº 25) Ano 2018

[Índice]

[Se você encontrar algum erro neste site, por favor envie um e-mail para [webmaster](mailto:webmaster)]

©2018. revistaESPACIOS.com • Todos os Direitos Reservados