

EXPERIMENTAÇÃO DE CINEMÁTICA COM A REALIZAÇÃO DE MEDIDAS COM EQUIPAMENTOS AO ALCANCE DO ALUNO¹

EXPERIMENTS WITH THE PERFORMANCE OF KINEMATIC MEASURES OF EQUIPMENT WITH THE SCOPE OF THE STUDENT

Gláucio Carlos Libardoni²
Ricardo Andreas Sauerwein³

Resumo: Este trabalho tem por objetivo apresentar algumas propostas para o estudo do movimento unidimensional com velocidade constante. Consideramos que o aluno é um agente do processo ensino/aprendizagem e por isso é necessária elaboração de propostas com equipamentos que são acessíveis a turma. Para tanto, esta pesquisa realiza-se na Escola de Ensino Médio Fronteira de Rosário do Sul envolvendo cerca de 25 alunos do 1º ano do Ensino Médio em horas/aula da disciplina de Física, da mesma forma que em horários extra-classe. Nesses momentos os alunos, em conjunto com o professor, realizam paralelamente medidas de posição de uma arruela ao longo do tempo com cronômetro de celulares e filmagens com câmeras de baixa resolução. Nessas atividades percebe-se a disponibilidade dos alunos para efetuarem as medidas com seus equipamentos. A partir disso e com isso o professor discute com seus alunos a Física como eminentemente experimental e verifica qual a ferramenta que pode facilitar na aquisição e análise de dados do experimento. Na sequência ocorre a elaboração em papel milimetrado dos gráficos da posição e velocidade em função do tempo do movimento unidimensional com velocidade constante. Através do acompanhamento do professor com seus alunos na realização dos gráficos, analisam-se as principais dificuldades e o aprendizado, de ambos, no processo de aperfeiçoamento dessa habilidade que é necessária para o estudo de fenômenos físicos.

Palavras-chave: movimento unidimensional; instrumentos de medição; atividade experimental.

Abstract: Kinematics of testing with the performance of measures with equipment to reach the student. This paper aims to present some proposals for the study of one-dimensional motion with constant velocity. We believe that the student is an agent of the teaching / learning process, therefore it is necessary to draw up proposals with equipment that is accessible to the class. To that end, this research takes place in High School "Fronteira" on Rosário do Sul, involving about 25 students in the 1st year of high school in class by hours of Physics, the same way as in over-time class. In those over-time classes, students together with the teacher, perform at the same time, measurements of the position of a ferrule over time, with Timer and photo-shoot / recording in low resolution, on their cell-phone. In these activities we see the availability of students to affect the measures with their equipment. Thereafter, the teacher discusses with his students physics as an experimental supernumerary and verifies what tool can make the acquisition and analysis of the data on the experiment easier. Then, the students start drawing the graph on graph paper, of the position times velocity by time of one-dimensional motion with constant velocity. By the teacher accompanying his students in achieving the charts, he analyzes the main difficulties and learning, of both, in the process of perfecting this skill, which is needed for the study of physical phenomena.

Key-words: one-dimensional motion; measuring instruments; experimental activity.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos equipamentos como celulares, câmeras de vídeo e computadores estão cada vez mais presentes na vida do aluno e professor. Um aparelho celular, não raro, já disponibiliza cronômetro e câmera de vídeo. Dentre esses recursos o computador é o que está mais presente em pesquisas de Ensino de Física. Acerca do avanço e potencialidade dos computadores Medeiros e Medeiros afirmam: "Parece sensato, portanto, que sejam feitas reflexões sobre as possibilidades, as vantagens e as desvantagens de um processo tão acelerado." (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002. p.77)

Uma possível vantagem do computador para o Ensino de Física é sua utilização em simulações computacionais. Na atualidade esse é o principal papel do computador nas aulas de Física. As construções dessas simulações computacionais baseiam-se: “[...] para ser realizada uma simulação, é necessário construir um modelo computacional que corresponde a uma situação real que se deseja simular.” (MACÊDO e DICCKMAN, 2009. p.3)

Porém, os modelos computacionais trabalham um fenômeno de uma maneira experimental ou teórica? A resposta está associada à visão do elaborador da simulação durante o processo de sua construção. Para muitos a Física presente no fenômeno é trabalhada de uma maneira teórica sendo negligenciada a discussão como eminentemente experimental.

Como os alunos da Escola Fronteira e o professor de Física teriam a primeira oportunidade de trabalhar com um experimento um dos objetivos foi justamente de aplicar uma atividade que contempla a aquisição e análise de dados. Para isso o objetivo da inserção do computador para estudo do MRU não foi simplesmente para “reproduzir” uma simulação real, mas sim para dinamizar o Ensino de Física. Para Champagne:

Como a Física é uma ciência experimental, o laboratório assume um papel central no seu ensino. O computador encontrou já um lugar permanente no laboratório escolar e o seu uso nesse local encontra-se cada vez mais generalizado. (CHAMPAGNE *apud* Fiolhais e Trindade, 2003. p.263)

Em minha opinião, embasada na experiência em sala de aula, o risco de um ensino baseado na solução de uma grande quantidade de exercícios é outro fator que colabora para a Física ser vista como exclusivamente teórica por nossos alunos. Pode-se observar, com frequência, no primeiro contato do aluno com a Física, que a Matemática é utilizada como ferramenta na 8ª série/9º ano, em situações onde a velocidade(V), intervalo de tempo(t) e distância percorrida(D) são calculados através da equação matemática: $D=(V)(t)$. Para “facilitar” a vida do estudante alguns macetes são utilizados entre eles: o “Deus Vê Tudo” e ainda o seguinte triângulo:

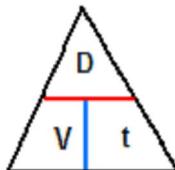


Figura 1: cada parte do triângulo pertence a uma das grandezas físicas acima citadas. Para o cálculo de uma das incógnitas o aluno tapa a mesma e verifica se a outras duas devem ser multiplicadas ou divididas, sendo que o traço vermelho representa divisão e o traço azul multiplicação. Aqui a cor vermelha e azul foi utilizada para facilitar a compreensão do método.

Esses dois procedimentos são utilizados para cálculos clássicos do tipo:

1) Um ônibus passa pelo km 40 de uma estrada às 5h, e às 8h passa pelo km 250. Qual a velocidade escalar média desenvolvida pelo ônibus nesse intervalo de tempo?

2) Um móvel percorre 100 m com velocidade escalar média de 10 m/s. Em quanto tempo faz esse percurso?

No método da aplicação desses macetes o aluno substitui os números e finaliza o exercício com uma resposta. Com a impressão de que para resolver um problema de Física basta encontrar a fórmula certa o aluno avança ao longo do Ensino Médio. À medida que os alunos ingressam em áreas como: Física, Engenharias, Matemática, entre outras, em algumas disciplinas experimentais, é necessário que ocorra a familiarização com medições, instrumentos de medida e análise de dados.

Nossa proposta de abordar o MRU na Escola Fronteira foi justamente discutir com os alunos a Física como eminentemente experimental. O público alvo foram alunos do 1o ano do Ensino Médio que em sala de aula trabalharam com arruelas lisas e uma barra roscada 5/16" presa a uma tábua na horizontal como experimento do MRU.

PROPOSTA DO ESTUDO DO MRU NA ESCOLA FRONTEIRA COM UTILIZAÇÃO DO CRONÔMETRO, CÂMERA DE BAIXA RESOLUÇÃO E COMPUTADOR

Uma maneira clássica para realização de medidas de tempo em laboratórios são os cronômetros que alguns anos atrás eram raros nesses espaços. Atualmente é um recurso disponível para uma turma através dos celulares e devido a esse motivo o professor inseriu como primeira maneira de aquisição de dados do experimento do MRU onde uma barra roscada é posicionada na vertical, onde desce uma arruela.



Figura 2: barra roscada, pedaço de tábua e arruela.

Com uma fita métrica os alunos graduaram a vareta a cada 15 cm. Em aulas anteriores sobre relatividade do movimento ocorreu a discussão da importância do referencial, sendo que o professor trabalhou esse conceito através de um sistema de coordenadas. Sendo assim, os alunos optaram por fixar o referencial na barra roscada como um eixo X, infinito, e positivo de cima para baixo.

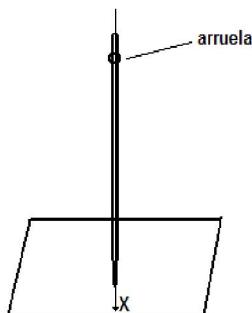


Figura 3: ilustração do aparato experimental com referencial fixo na barra roscada.

A turma tinha em mãos um aparato experimental, então em dupla cerca de 6 alunos efetuaram as medidas de pelo menos cinco instantes de tempo, com o cronômetro de seus celulares, para cada posição da arruela..

Como segunda maneira de adquirir dados o professor inseriu no estudo do MRU a filmagem da arruela descendo a barra roscada com uma câmera digital de baixa resolução com o objetivo de verificar se a Física pode ser trabalhada como experimental. Essa atividade foi realizada em horário paralelo a sala de aula não com a mesma arruela da realização das medidas com o cronômetro do celular evitando uma possível manipulação nas medidas dos instantes de tempo. Ainda, as posições foram demarcadas agora a cada 10 cm. Nesse momento a turma foi dividida em quatro grupos sendo que um computador foi disponibilizado para que efetuassem as medidas de posição e instantes de tempo.

IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA E OS DADOS OBTIDOS DO EXPERIMENTO DO MRU

O próximo passo após a execução das medidas com o cronômetro do celular foi à construção de uma tabela sendo que posteriormente, em papel milimetrado, os alunos associaram a posição(X) da arruela e os instantes de tempo(t) médio.

Tabela 1: medidas das posições da arruela, cinco medidas dos instantes de tempo e o tempo médio.

X(cm)	Instantes de tempo(s)	t médio(s)
0	0	0
15	7,03 ; 6,42 ; 6,65 ; 6,86 ; 7,27	6,85
30	12,54 ; 12,16 ; 11,22 ; 11,37 ; 10,09	11,41
45	17,26 ; 17,16 ; 15,89 ; 17,15 ; 16,12	16,71

60	22,68 ; 22,33 ; 23,12 ; 22,0 ; 24,67	22,96
----	--------------------------------------	-------

Para um caso geral do gráfico (X) x (t), onde a posição inicial (X_o) é diferente de zero, o professor definiu velocidade instantânea no MRU e deduziu a equação da posição em função do tempo no MRU, através do seguinte procedimento:

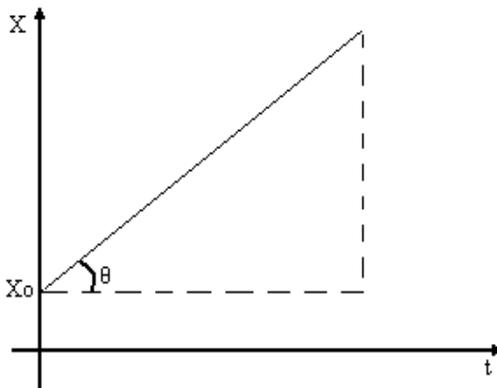


Figura 5: Gráfico (X)x(t) num caso geral de MRU de acordo com o referencial fixo pelos alunos na barra roscada.

$$tg\theta = \frac{co}{ca}$$

Num triângulo retângulo: $\frac{co}{ca}$. A declividade da reta é constante, sendo simbolizada por V , portanto: onde ΔX é a variação da posição do móvel no respectivo intervalo de tempo Δt .

Substituindo $\Delta t = t - t_o$ em $V = \frac{\Delta X}{\Delta t}$, obtemos: $V = \frac{X - X_o}{t - t_o}$. Quando

acionamos o cronômetro $t_o = 0s$, então $X = X_o + Vt$. Essa última é a equação matemática da posição em função do tempo no MRU.

Para analisar o vídeo e adquirir novos dados o professor baixou da Internet o programa grátis Subtitle Workshop 4 com o objetivo básico de medir os instantes de tempo em determinadas posições da arruela previamente marcadas. Para isso a turma foi dividida em quatro grupos sendo que um computador foi disponibilizado para que efetuassem as medidas de posição e instantes de tempo.

Com o objetivo de colaborar com uma nova proposta para o estudo do MRU nas Escolas de Ensino Fundamental e médio o vídeo será disponibilizado no site www.ufsm.br/mpeac página na Internet do Grupo de Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem em Ciências da UFSM.

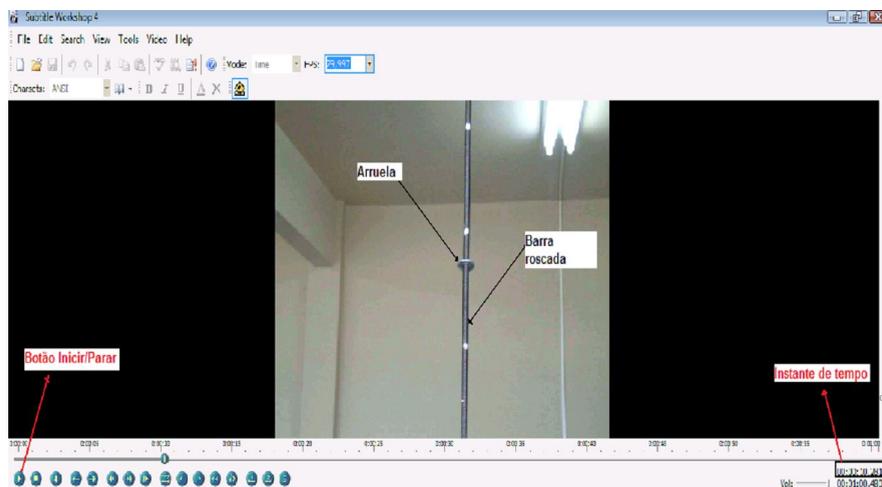


Figura 6: interface gráfica do Subtitle Workshop 4 e a arruela em determinada posição ao longo da barra rosçada.

A aquisição de dados de 3 grupos de alunos efetuada com esse vídeo encontra-se na tabela abaixo:

Tabela 2: ilustração dos valores das posições da arruela e os instantes de tempo medidos por três grupos.

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
X(cm)	t(s)	X(cm)	t(s)	X(cm)	t(s)
0	2,54	0	2,60	0	2,21
10	9,04	10	8,83	10	9,07
20	15,05	20	15,24	20	15,24
30	21,59	30	21,53	30	21,73
40	28,10	40	28,36	40	28,05
50	34,07	50	34,05	50	34,07
60	40,88	60	40,70	60	40,70
70	47,70	70	47,65	70	47,67
80	52,98	80	52,98	80	52,85
90	59,43	90	59,38	90	59,53

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as medidas dos instantes de tempo, com o celular, da arruela para cada posição cabe o destaque de dois aspectos importantes da atividade:

*) a disposição da maioria dos estudantes na realização das medidas com os cronômetros dos seus celulares. Com isso o professor alcançou um dos objetivos, o qual era fazer com que participassem do processo de ensino/aprendizagem.

Mas, só o fácil acesso aos celulares é motivo de sua utilização nas escolas? A experiência com alunos da Escola Fronteira destaca também o fator habilidade para trabalhar com o cronômetro como outro argumento para sua inserção em sala de aula. As etapas para um aluno chegar até o jogo do seu celular no dia-a-dia são as mesmas para medir instantes de tempo em experimentos com seu aparelho, já que as opções selecionar, iniciar, zerar, voltar e cancelar estão presentes em ambas as ferramentas.

***) a curiosidade em relação ao motivo do procedimento de realizar as cinco medidas dos instantes de tempo para cada posição. Essa atitude alavancou a discussão dos motivos da Física ser vista exclusivamente como teórica. Após a realização da primeira medida um aluno questionou: *“Por que realizar cinco medidas já que as outras quatro serão iguais a primeira?”* Para construção da resposta dessa pergunta o professor lançou outra pergunta *“ Por qual motivo as cinco medidas serão iguais?”* O mesmo aluno respondeu *“ Os exercícios de Física que resolvemos na 8ª série, e até agora, trazem um valor para cada grandeza física”*.

Para que os alunos chegassem à resposta o professor propôs que continuassem realizando as medidas e verificassem se no final do procedimento seriam iguais ou não. Após essa etapa a turma em conjunto com o professor discutiram os motivos da Física de Ensino Médio ser vista por muitos alunos como exclusivamente teórica. Concluímos que exercícios de vestibulares e outros propostos em livros didáticos induzem, com números arredondados e um único valor para cada grandeza física, os professores de física e alunos a terem essa percepção. Esse é justamente o risco da resolução de uma quantidade considerável de exercícios no método de substituição de números em macetes. Então, na opinião do autor, 1 ou 2 exercícios devem ser trabalhados por aula de uma maneira que os arredondamentos e uma única medida são úteis apenas para facilitar a resolução do problema quanto à álgebra, mas que no experimento o valor dessa medida assume um valor médio.

A elaboração do gráfico de $(X) \times (t)$ foi a maior dificuldade enfrentada pelos estudantes, principalmente na opção por um escala que proporcionava a distribuição de todos os valores medidos. Além disso, essa escala era desrespeitada em atos que uma mesma parte do papel milimetrado assumia valores diferentes no gráfico. Nessa primeira oportunidade cerca de 5 alunos conseguiram construir o gráfico. Para solução dos equívocos da turma o professor em aulas posteriores proporcionou que todos os alunos trabalhassem em grupos sendo que os que conseguiram construir seus gráficos pudessem atuar como monitores de seus colegas.

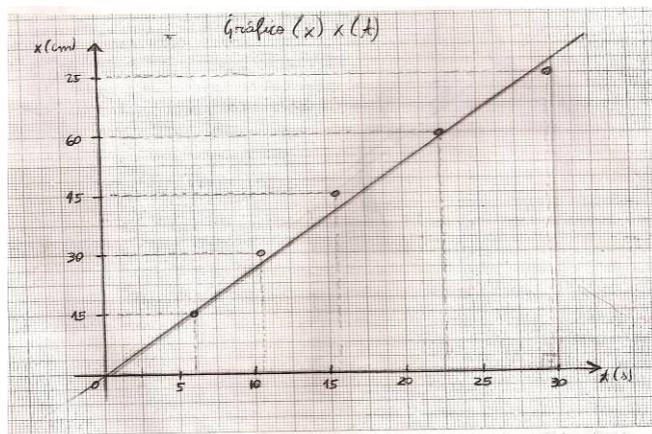


Figura 4: gráfico de um dos alunos

Através da declividade da reta, calculou-se o módulo da velocidade instantânea da arruela igual a 2,5 cm/s.

Assumindo que a arruela desce a barra roscada aproximadamente de um MRU os alunos construíram o gráfico do módulo da velocidade instantânea em função dos instantes de tempo médio. Agora a construção desse gráfico foi executada com grau menor de dificuldade, porque já tinham construído o gráfico da posição em função do instante de tempo médio.

A habilidade demonstrada pelos quatro grupos para manipular o vídeo com o computador foi compatível com a facilidade de manusear o cronômetro dos seus celulares. Na opinião do professor esse fato está associado à familiaridade dos estudantes com editores de vídeo, por exemplo, o youtube, recurso muito utilizado por nossos estudantes. Outro resultado interessante é o período que foi dedicado à aquisição de dados.

O procedimento com o celular foi demorado já que para uma mesma posição eram realizadas cinco medidas de instantes de tempo e quanto maior o valor dessa posição da arruela mais longo o intervalo de tempo dedicado. Já as ferramentas utilizadas para análise do vídeo reduziram o tempo dedicado às medidas sendo que esse número girou em torno de cinco minutos para cada grupo. Ainda, com a câmera digital e o computador o professor englobou um número maior de alunos na etapa das medidas, já que o tempo de reação de cada aluno não influenciava na análise do vídeo em comparação com as medidas com o cronômetro de seus celulares. Um dos grupos comparou os diferentes procedimentos de medidas na seguinte frase: “O computador é mais preciso para medir os instantes de tempo. Além disso, foi esse mecanismo que melhor nos adaptamos por ser mais rápido e mais prático para fazer as medições”.

Mas, o vídeo colabora com a proposta de discutir a Física como eminentemente experimental? A tabela 2 mostra resultados positivos mesmo sendo

o mesmo vídeo aplicado para toda a turma, já que para cada posição da arruela um ou outro grupo mede diferentes instantes de tempo.

CONCLUSÃO

No momento que as abordagens do MRU foram diversificadas na Escola Fronteira o professor e direção proporcionaram aos alunos um novo interesse as atividades experimentais. Mas, para a proposta ser desenvolvida em sala de aula e horários paralelos cabe destacar a atitude da Escola em discutir e entender a importância desses experimentos. Além disso, na opinião do professor que desenvolveu a atividade, um dos autores desse trabalho, a responsabilidade para o Ensino de Física não ser trabalhado de uma maneira tradicional só com giz e quadro negro também é dos próprios professores. Nessa questão AXT e MOREIRA afirmam: “Seria ingênuo acreditar que a questão se resolve motivando o professor a fabricar seu próprio material.” (AXT e MOREIRA, 91. p.99). Mas, ressaltam “[...] não podem os professores ficar esperando que sejam instalados nas escolas amplos laboratórios com todo material que necessitam. Isso não acontecerá.” (AXT e MOREIRA, 91. p.99).

A proposta na Escola Fronteira mostra que não é necessário amplo laboratório para que os estudantes tenham contato com a Física de uma maneira experimental. Ainda o laboratório disponível foi enriquecido com celulares, câmeras digitais e computadores ferramentas que os alunos manipulam com facilidade.

Para a aplicação da proposta com os dados obtidos o professor partiu do princípio que os alunos dominavam a habilidade de construir gráficos em papel milimetrado. Mas, não tinha conhecimento que esses estudantes nunca tinham executado essa tarefa. Por isso um tempo considerável de 2 períodos de 50 minutos foi dedicado a distribuição dos valores das posições e instantes de tempo médio da arruela no papel milimetrado. Então, com o intuito de aperfeiçoar a proposta de MRU, a próxima oportunidade de aplicação em outra Escola o professor e alunos partirão da realização do vídeo e de sua análise através do computador o que traz vantagens de “ganho de tempo” para a aquisição de dados e mesmo assim proporciona a discussão da Física como eminentemente experimental. A idéia, ainda, é de utilizar ferramentas computacionais como forma de abordar as dificuldades encontradas no ensino /aprendizagem de Física na construção e interpretação de gráficos.

REFERÊNCIAS

AXT, Rolando; MOREIRA, Marco Antonio. O ensino de física e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v.3. Porto Alegre-RS, dez./1991. p.97-103.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta de ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.3. São Paulo, set./2003. p.259-272.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes. Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de

eletricidade. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória-ES, 2009. p.1-12.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.2. São Paulo, 2002. p.77-86.