

CONSTRUINDO OS CONCEITOS DE VELOCIDADE MÉDIA, VELOCIDADE INSTANTÂNEA E ACELERAÇÃO UTILIZANDO AQUISIÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS

Véra Lúcia da Fonseca Mossmann – vlfmossm@ucs.br

Francisco Catelli – fcatelli@ucs.br

Katia Arcaro - karcaro@ucs.br

Kelen Berra de Mello – kbmello1@ucs.br

Universidade de Caxias do Sul - UCS, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia – CCET,
Departamento de Física e Química - DEFQ

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis

95070-560 - Caxias do Sul, RS

***Resumo:** O conceito de velocidade instantânea e de derivada estão estreitamente ligados. Entretanto, a dificuldade por parte dos alunos em associar estes conceitos exige uma permanente busca de soluções. Experiências apresentadas em tempo real em sala de aula, auxiliam alunos e professores na busca dessa relação entre conceitos físicos e matemáticos. A aquisição automática de dados é de grande valia, uma vez que possibilita que se realize, em tempo real e com mais rapidez a demonstração de diversas situações que podem ser sugeridas por alunos ou induzidas pelo professor. A curiosidade e o interesse pelo conhecimento são assim fomentados, tornando a aula muito mais dinâmica, atrativa e proveitosa. Este trabalho descreve em detalhe uma destas soluções.*

Palavras-chave: Derivada, Velocidade Instantânea , Aceleração, Aquisição automática de dados

1. INTRODUÇÃO

Nem sempre os alunos das disciplinas de Física Básica dominam os conceitos de primitiva e derivada. A associação desses conceitos com os fenômenos da física é ainda mais rara, e torna-se difícil a construção de relações que envolvam posição, velocidade e aceleração em função do tempo. Estes conceitos encontram-se descritos na maioria dos livros textos (Tipler, 2000; Halliday, 2002; Serway,1992), porém uma forma de viabilizar a construção destas relações seria a demonstração de um experimento prático fazendo uso da aquisição automática de dados; assim, além de tornar a aula mais atrativa e dinâmica, o professor e os estudantes, em vez do trabalho de fazer cálculos e mais cálculos, podem concentrar – nestas ocasiões - seus esforços nos aspectos conceituais do assunto que está sendo estudado. Além disso, podem ser feitas perguntas aos alunos que os induzam a pensar e a formular hipóteses, das quais a maior parte pode ser testada no ato. Toda esta atividade é viável mesmo em turmas com número elevado de alunos, neste caso pode ser utilizado um projetor multimídia.

2. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO - MRU

O seguinte experimento, que pode ser facilmente realizado em sala de aula, auxilia a relacionar a velocidade de um móvel em movimento retilíneo uniforme à inclinação num

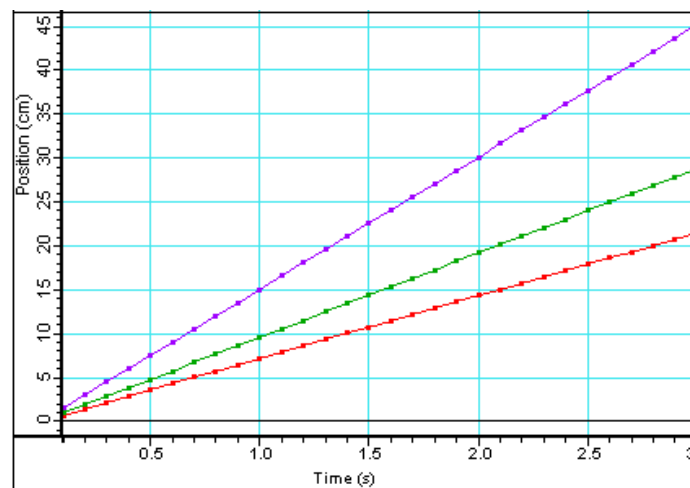
gráfico $d x t$. Liga-se um carrinho motorizado PASCO (ME9780) a uma fonte de corrente contínua; um barbante esticado pelo peso de uma pequena massa é amarrado a ele e passa por um sensor de rotação PASCO (SI6538); através de uma interface 500 PASCO, ligada ao sensor (Figura 1).

Figura 1: *Montagem experimental*



O programa *Science Workshop*, fornece em tempo real o gráfico $d x t$ referente ao movimento. O processo é feito três vezes com ddp 's crescentes; dessa forma, o móvel percorre o trajeto com velocidades constantes, porém de módulos cada vez maiores; o resultado é mostrado na Figura 2.

Figura 2: *Gráfico $d x t$ de movimento retilíneo uniforme para três valores distintos de velocidade constante (6 cm/s, 11 cm/s e 14 cm/s).*



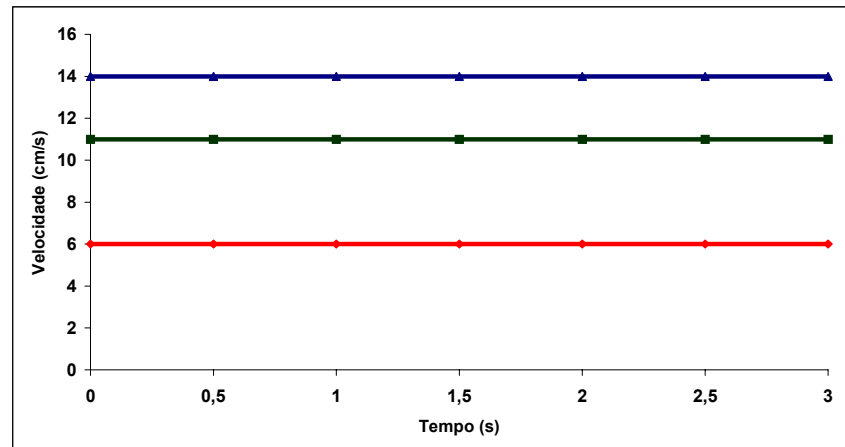
3. ANÁLISE DO EXPERIMENTO - MRU

Analisando-se as retas $d x t$, os estudantes têm a ocasião de observar que a distância percorrida pelo móvel (Δd) em diferentes espaços de tempo analisados (Δt) de uma mesma reta fornecem sempre valores iguais. Eles concluem que as velocidades são constantes para

qualquer uma das retas. Nesse momento o professor abre no programa os gráficos $v \times t$ (Figura 3), corroborando assim as conclusões previamente obtidas.

Se desejado, o professor pode pedir aos alunos que esbocem a forma que teriam os gráficos $v \times t$ obtidos acima; os alunos concluem com facilidade que estes seriam constituídos de retas horizontais (inclinação nula). Neste momento o professor pode usar os recursos do programa e mostrar que, de fato, a forma dos gráficos foi prevista corretamente.

Figura 3: *Gráfico $v \times t$ de movimento retilíneo uniforme para três valores distintos de velocidade constante.*



4. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO - MRUV

O experimento seguinte pretende comparar a derivada da função $d \times t$ para o movimento retilíneo uniformemente acelerado com as variações de velocidade nos diferentes pontos da trajetória; para isso, uma massa em queda traciona um carrinho em um plano inclinado, através de um barbante fino e uma roldana (Figura 4). Ainda fazendo uso do sensor de rotação e do programa *Science Workshop* os dados foram coletados para o computador, resultando da sua associação o gráfico $d \times t$ mostrado na Figura 5:

Figura 4: *Montagem experimental*

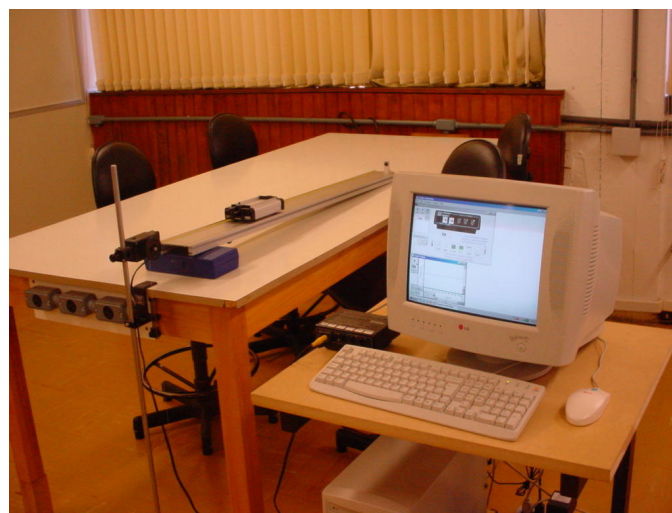
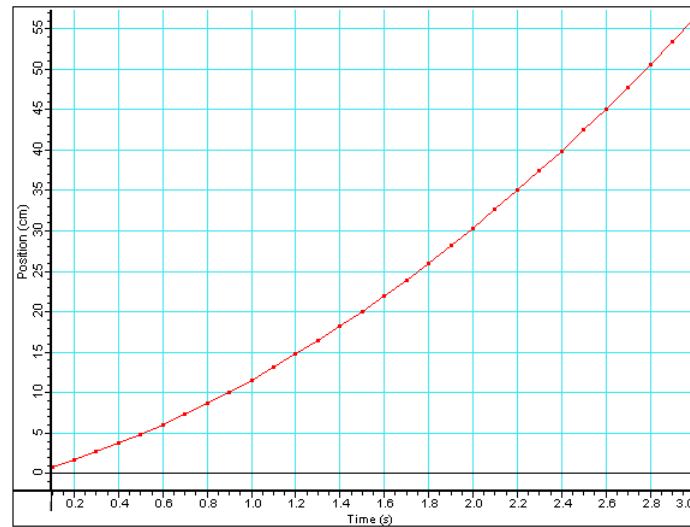


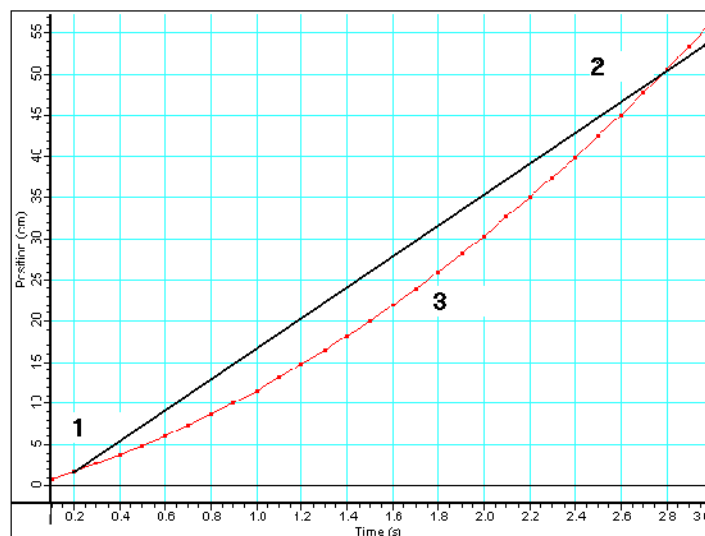
Figura 5: Gráfico $d x t$ de movimento retilíneo uniformemente variado para um valor de aceleração constante.



5. ANÁLISE DO EXPERIMENTO – MRUV

Decididamente o gráfico não é linear, portanto não será a partir da inclinação da reta $d x t$ que se chegará à velocidade. Trata-se de uma parábola. Então, como calcular a velocidade desse corpo ao longo da trajetória tendo em vista ela varia com o passar do tempo? Para auxiliar os alunos na compreensão desse problema, utiliza-se ainda o conceito de inclinação da reta, fazendo uma analogia ao caso anterior. Pode-se traçar uma reta secante que passe por dois pontos quaisquer (1 e 2) sobre a curva $d x t$. A inclinação dessa reta corresponde à velocidade média desenvolvida pelo móvel ao longo da trajetória nesse intervalo de tempo; no entanto, em alguns pontos da curva (3, por exemplo) distantes da reta secante, o módulo da velocidade difere da velocidade média, tal como na figura 6.

Figura 6: Gráfico $d x t$ de movimento retilíneo uniformemente variado. Comparação entre dois valores distintos de velocidade média em uma trajetória



E como saber qual a velocidade exata do corpo no ponto 3, por exemplo, se a única informação que se tem é a velocidade média em um intervalo de tempo? Como aproximar esse valor médio ao do valor exato?

Aproximando-se os pontos 1 e 2 de 3 (o que corresponde a diminuir Δt) diminui-se a distância entre a reta secante e a curva $d \times t$, o que sugere a diminuição da diferença entre os módulos da velocidade no ponto 3 e da velocidade média desenvolvida pelo móvel entre os pontos 1 e 2.

O professor pode então perguntar aos alunos: e se for feita uma aproximação infinitesimal de 1 e 2 em torno de 3? Melhor: e se fundirem-se os três pontos em um só? Neste caso Δt tende a zero e a reta secante que passa em 1 e 2 tornar-se-á tangente a 3. A inclinação desta reta tangente corresponde à velocidade instantânea no ponto 3 (instantânea porque Δt tende a zero, logo temos um instante em questão). Esta é exatamente a idéia de derivada: a inclinação da reta tangente à curva $d \times t$ em um determinado ponto corresponde à velocidade do móvel naquele instante.

O professor pode então explorar a questão do ponto de vista analítico: de posse da equação do movimento do carrinho em questão (“equação” (1)) e derivando-a em t , é possível obter a equação da velocidade instantânea do mesmo para qualquer t (“equação” (2)). Por exemplo:

$$d = d_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (1)$$

Onde:

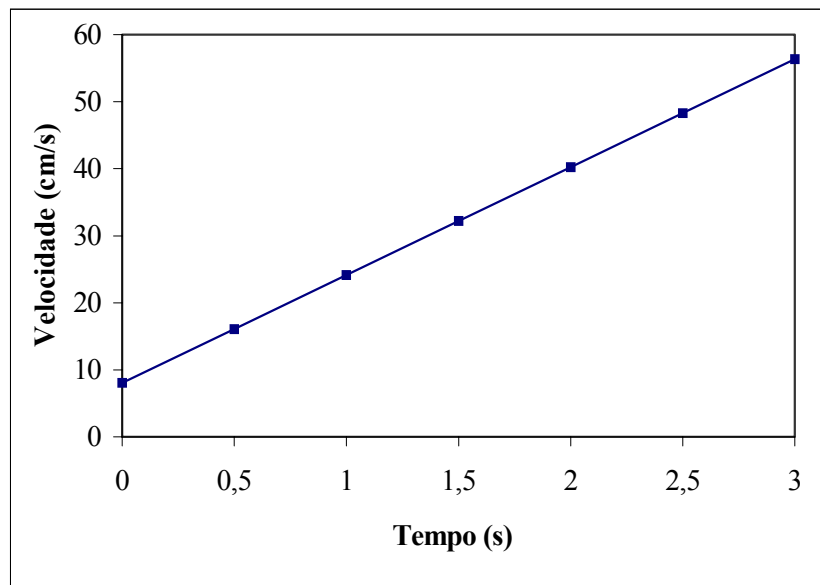
d distância percorrida pelo carrinho
 d_0 distância inicial
 v_0 velocidade inicial
 t tempo
 a aceleração

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (2)$$

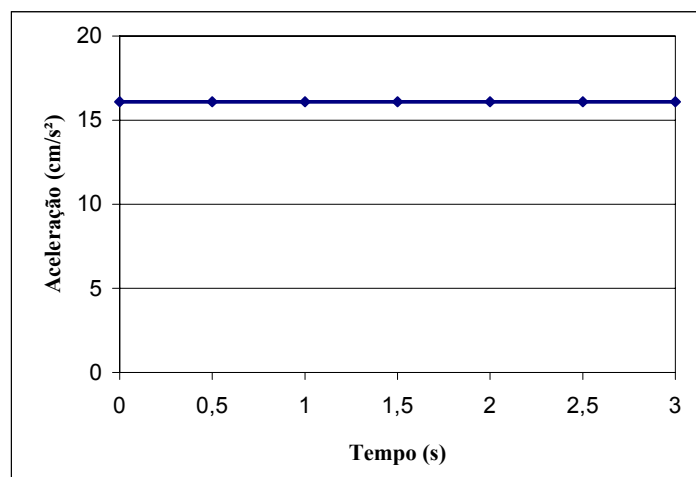
Onde:

v velocidade
 v_0 velocidade inicial
 a ...aceleração
 t tempo

O aluno é convidado então a calcular através desta equação velocidade instantânea em diversos pontos do trajeto; torna-se assim possível construir o gráfico $v \times t$. A Figura 7 mostra o resultado desta atividade; a linearidade da disposição dos pontos fica então evidente.

Figura 7: Gráfico $v \times t$ de movimento retilíneo uniformemente variado.

Novamente retorna o conceito de inclinação da reta para análise da aceleração desenvolvida pelo corpo durante o percurso. Percebe-se que a reta $v \times t$ não é paralela ao eixo x , como era a do movimento retilíneo uniforme, logo sua inclinação não é nula e a aceleração também não o é. Em se tratando de uma reta, como já foi discutido, sua inclinação é constante, logo, a aceleração do móvel também é. É fácil de provar calculando-a em alguns pontos da reta. Se a aceleração é constante, seu gráfico é uma reta horizontal, como o da Figura 8:

Figura 8: Gráfico $a \times t$ de movimento retilíneo uniformemente variado.

6. CONCLUSÃO

A forma de trabalhar os conceitos mencionados acima utilizando recursos computacionais e aquisição de dados em tempo real motiva bastante os alunos. Além disso, o ambiente criado em sala de aula com o uso desta metodologia é favorável à emergência e



consolidação destes conceitos; verifica-se que a integração da física com a matemática contribui para a formação básica dos engenheiros.

Agradecimentos

**Fundação de Amparo a Pesquisa no Rio Grande do Sul/ FAPERGS
Universidade de Caxias do Sul/UCS**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HALLIDAY, D. & RESNICK, R. - **Fundamentos de Física 1 - Mecânica** – Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2002.

TIPLER, P. - **Física . Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica – Volume 1** -Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora,.

SERWAY, R. - **Física 1** - Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos Científicos, 1992.

MANUAL DA PASCO – www.pasco.com

Constructing the Concepts of Average Speed, Instantaneous Speed and Acceleration Using Automatic Acquisition of Data

Abstract: the concepts of instantaneous speed and of derivative are clearly related on. However, the difficulty on the part of the pupils in associating these concepts demands a permanent search for solutions. Experiments presented in real time in the classroom, assist pupils and professors in the search of the relation between physical and mathematical concepts. The automatic acquisition of data is of great value, because it makes it possible quicker and in real time to demonstrate several situations that can be either suggested by students or induced by the teacher. Curiosity and interest for knowledge thus are fomented, making the lesson much more dynamic, attractive and beneficial. This work describes in detail one of these solutions.

Key-words: Derivative, Instantaneous Speed, Acceleration, automatic acquisition of data