

MOVIMENTO RETILÍNEO E UNIFORME E GRÁFICOS NA CINEMÁTICA.

META

Fazer com que o aluno repense a importância do uso de experiências simples em sala de aula. Que ele perceba que a matemática é uma ferramenta poderosa na descrição e construção de modelos físicos. Que veja a importância dos gráficos nas descrições dos modelos físicos. Introduzir noções sobre tecnologia de ensino.

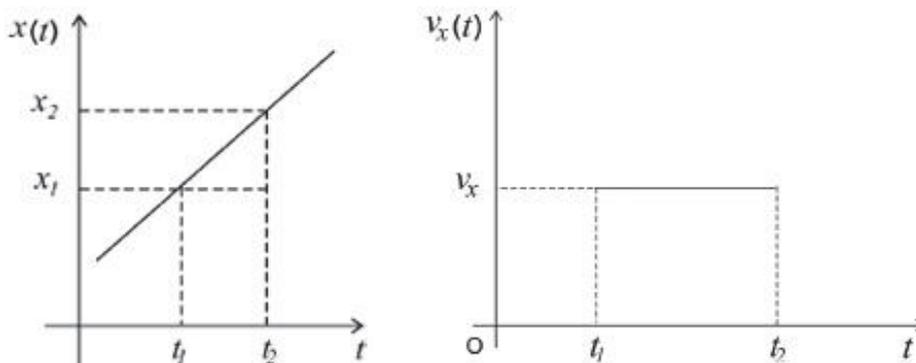
OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

mostrar que com experiências simples podemos tornar o ensino de Física mais agradável. demonstrar como se pode usar *software* de ensino para se fazer gráficos, e a partir destes se obter a equação do movimento. Que com o uso de modelagem matemática podemos gerar uma aprendizagem significativa. Mostrar como o futuro professor pode controlar e avaliar os objetivos do ensino.

PRÉ-REQUISITOS

Os alunos devem ter cursado as disciplinas Psicologia da Educação, física A e B.



Acima os gráficos de deslocamento e velocidade em um movimento retilíneo uniforme.

(Fontes: <http://www.lizardonunes.pro.br>)

INTRODUÇÃO

Continuando a aula anterior vamos introduzir a leitura e confecção de gráficos na cinemática. Vamos fazer uma experiência com um carrinho de pilha para obter os dados do MRU e usar uma planilha eletrônica para fazer o gráfico. Em seguida vamos usar o *software Modellus* para fazer a modelagem matemática do MRU e estudarmos o gráfico do movimento. Faremos uma recordação de como se obtém a equação da reta e deduziremos a equação do MRU.

Uma das habilidades requeridas para a compreensão de conteúdos de Física é a construção e interpretação de gráficos. Em um gráfico uma grande quantidade de informação pode ser resumida. Ser capaz de extrair informações de um gráfico é uma habilidade de cientistas e professores, porém muitas vezes pouco compreendida pelos estudantes. Gráficos da cinemática, i.e., gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo são, geralmente, os primeiros trabalhados em um curso de Física. Propiciar condições para que os alunos aprendam a interpretá-los e utilizá-los como uma das possíveis representações de fenômenos físicos contribui, não somente para a aprendizagem da cinemática, mas também para a aprendizagem futura de outros conteúdos.

Para dar um embasamento teórico e trazer experiências de alguns autores sobre o assunto vamos fazer aqui uma análise crítica do artigo “Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática” (Araújo).



No movimento uniforme a velocidade não se altera, a aceleração é nula ($a = 0$). Sua velocidade é constante, ou seja, não se altera no decorrer do tempo e o móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais.

(Fontes: <http://www.fisicapaidegua.com>)



ATIVIDADES

Gráfico Espaço x Tempo

Já sabemos que a Cinemática procura descrever os movimentos dos corpos.

Como poderemos iniciar a descrição do movimento de um corpo que se desloca ao longo de uma trajetória?

Para descrevermos o movimento de um corpo devemos conhecer os instantes em que o corpo passa por diferentes posições ao longo de sua trajetória e então, relacionar a posição de um corpo com o instante em que ele se encontra nesta posição.

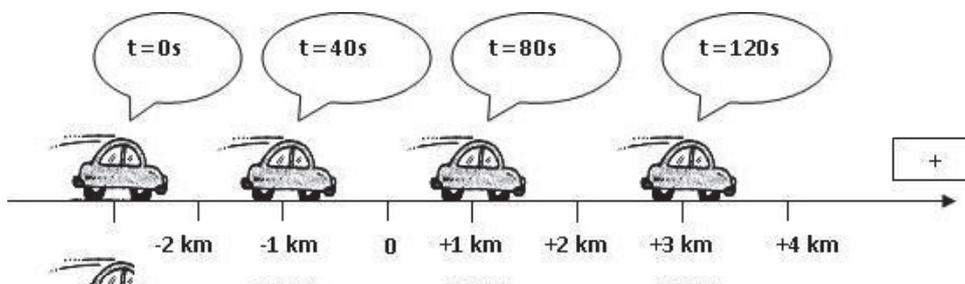


Figura1 – Medidas de “espaço” e “tempo”, a partir da observação de um determinado movimento. (Fonte: Figura minha).

Fig 6.1- Medidas de “espaço” e “tempo”, a partir da observação de um determinado movimento.

Uma tabela de valores numéricos poderá ser obtida dos valores medidos de “espaço” e “tempo”, a partir da observação de um determinado movimento.

ESPAÇO (km)	-3	-1	+1	+3
TEMPO (s)	0	40	80	120

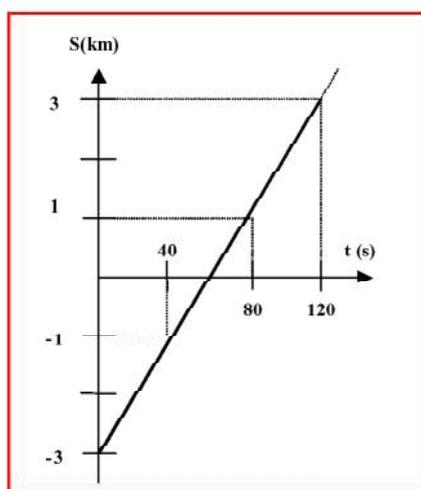


Figura2 – Gráfico “espaço” e “tempo”. (Fonte: Figura minha).

Figura3 – Gráfico “espaço” e “tempo”. (Fonte: Figura minha).

Com a tabela, poderemos construir um gráfico ao associar cada instante com cada valor de “espaço” e representar esses eventos em dois eixos cartesianos orientados.

A partir desse gráfico, poderemos tentar obter uma relação matemática entre as duas grandezas e assim, analisar melhor o comportamento do corpo durante o movimento.

A partir desse gráfico, poderemos tentar obter uma relação matemática entre as duas grandezas e assim, analisar melhor o comportamento do corpo durante o movimento.

Equação da reta: Sabemos que a equação da reta é dada por

$$S - S_0 = V(t - t_0)$$

Onde substituímos y por S , m por V e x por t . Assim, temos que a velocidade é dada por:

$$V = (S - S_0)/(t - t_0) = \Delta S/\Delta t = (3 - 0)/(120 - 60) = 0,05 \text{ km/s}$$

Tomando, por exemplo o ponto $(t_0, S_0) = (0, -3)$ obteremos a equação

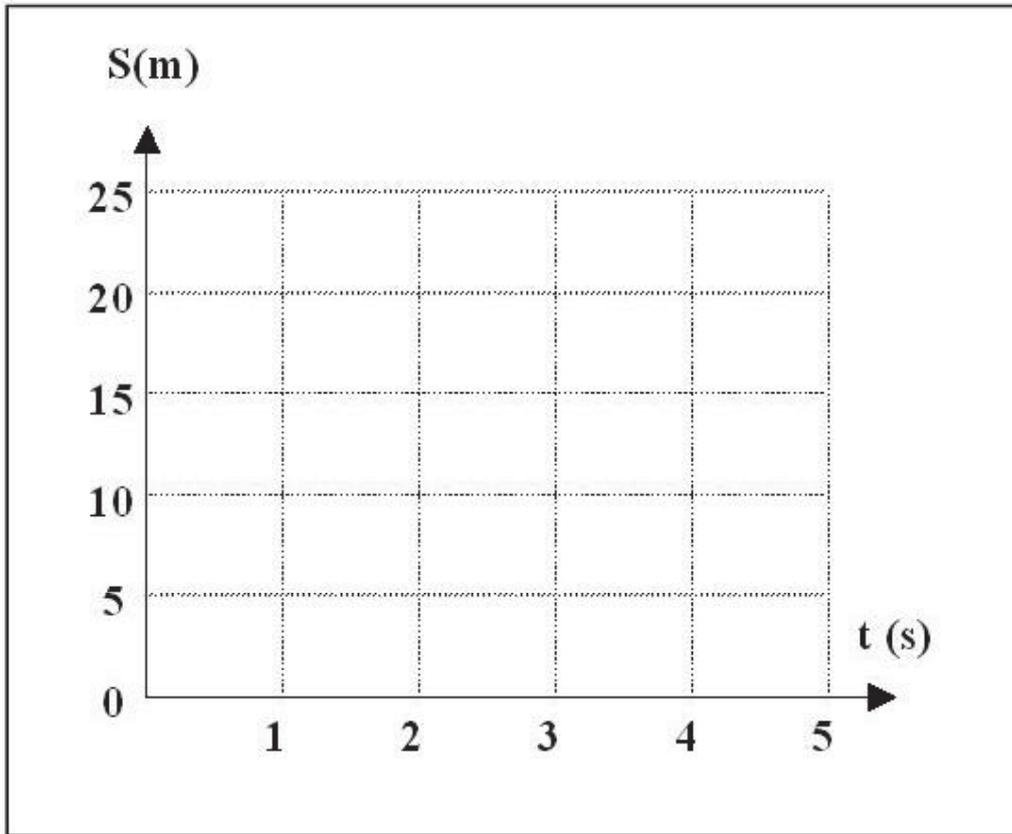
$$S - (-3) = 50.(t - 0) \text{ ou } S = 50t - 3$$



ATIVIDADES

1. O movimento de uma partícula efetuou-se ao longo de uma trajetória retilínea. Num gráfico $(S; t)$ desse movimento podemos localizar os pontos $A = (25; 0)$, $B = (20; 1)$, $C = (15; 2)$, $D = (10; 3)$ e $E = (5; 4)$, com S em metros e t em segundos.

- Represente no gráfico $(S; t)$ os pontos dados e trace uma reta ligando os pontos.
- Se admitirmos que o movimento continuou sem alteração, qual é o valor do “espaço” do corpo no instante $t = 5s$?



- c) Qual é deslocamento escalar entre os instantes 2s e 4s?
 d) Qual a distância efetivamente percorrida pelo corpo entre os instantes 2s e 4s?

Ludoteca – Com um barbante faça uma linha reta no chão. Marque o chão de sua sala em unidades de 30cm. Tome o seu carrinho de pilha e marque o tempo que ele leva para percorrer 30, 60, 90, 120 cm. Lance os dados em uma tabela e faça o gráfico.

t seg	30	60	90	120
S (cm)	2	4	6	8

Figura3 – Gráfico “espaço” e “tempo”.
 (Fonte: Figura minha)

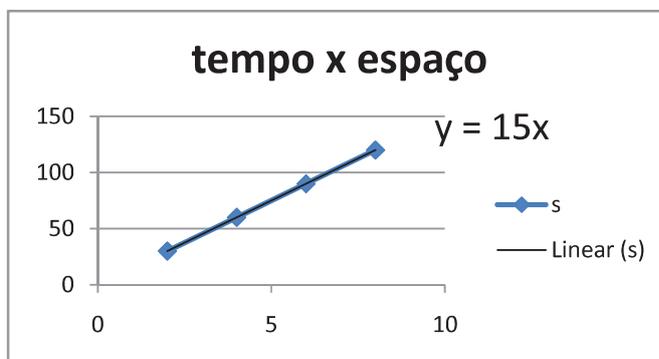


Figura4 – Gráfico “espaço” e “tempo” com equação da reta.
 (Fonte: Figura minha).

Esse gráfico eu fiz com o Excel. Abra o Excel no seu computador e preencha os dados na forma de uma tabela vertical como na figura abaixo. Clique em inserir gráfico, dispersão e você terá o mesmo resultado.

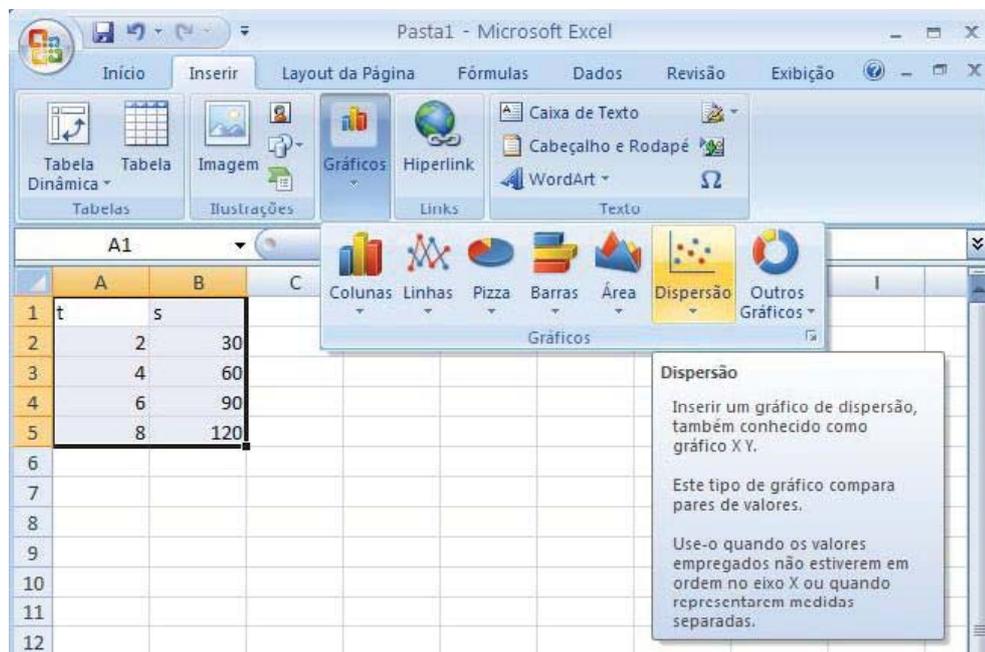


Figura5 – Página do excell.
(Fonte: Próprio software).

Em sala de aula, você terá que fazer a mão com os alunos. O que é o ideal. Agora vá no gráfico e tome dois pontos para achar a equação da reta. Escolhemos os pontos (4, 60) e (8,120). Assim, temos

$$V = (S - S_0)/(t - t_0) = \Delta S/\Delta t = (120 - 60)/(8 - 4) = 15 \text{ cm/s}$$

Tomando, por exemplo o ponto $(t_0, S_0) = (4, 60)$ obteremos a equação

$$S - (60) = 15.(t - 4) \text{ ou } S = 15.t$$

Fazendo Previsões. Agora, o ideal é abrir uma discussão em sala de aula sobre a importância de uma equação matemática. Pergunte: se soltarmos novamente o carrinho onde ele se encontrará decorridos 3s ou 5s? Verifique com eles.

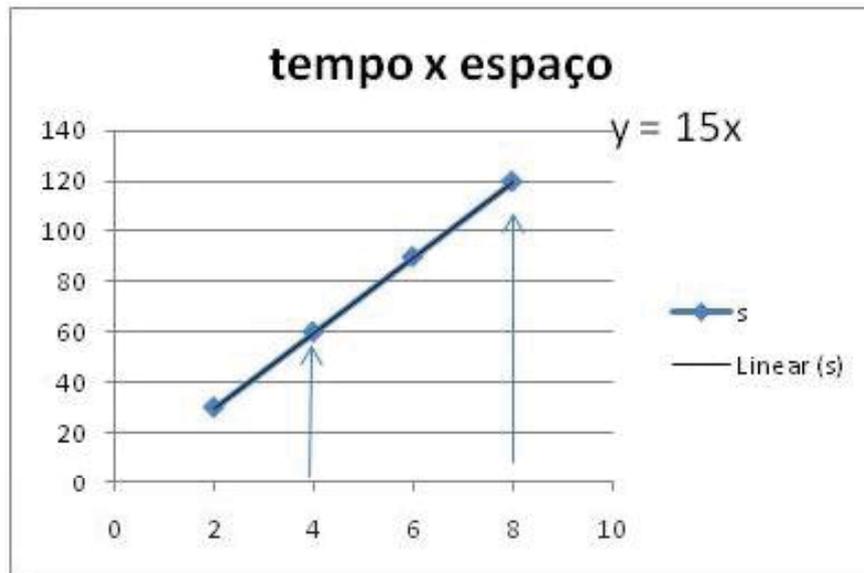


Figura6 – Gráfico “espaço” e “tempo” com equação da reta.
(Fonte: Figura minha).

ATIVIDADES

Fazendo Modelagem Matemática (*Modellus*)

1. Abra o *software modellus* e na janela “modelo matemático” insira a equação do movimento uniforme.
2. Clique em interpretar → 
3. Vamos escolher arbitrariamente $S_0 = 0$ ou seja o marco zero e $v = 15$.
4. Em seguida clique no botão partícula →  e em seguida clique na tela. Escolha um belo carro para sua animação. Clique no botão iniciar e deixe o carro andar por 9 unidades de tempo.
5. Vá à tabela e verifique qual é o S correspondente à $t = 2$ unidades. Deve ter sido 30 unidades de espaço. Se supuser que a unidade de espaço é o centímetro e a de tempo é o segundo temos que $s = 40$ cm.
6. Abra a janela “gráfico” e redimensione os eixos para o gráfico ficar mais visível. Ponha o mouse sobre o eixo e veja que ele muda para <-->.
7. Reinicie o movimento. Note que, na medida em que ele vai lançando pontos na tabela, ele vai construindo o gráfico.
8. Lei o texto abaixo e diga se você concorda com ele. Comente.
9. Você teve uma melhor compreensão dos gráficos na Cinemática pelo fato de você ver o gráfico ser feito concomitantemente com o movimento?

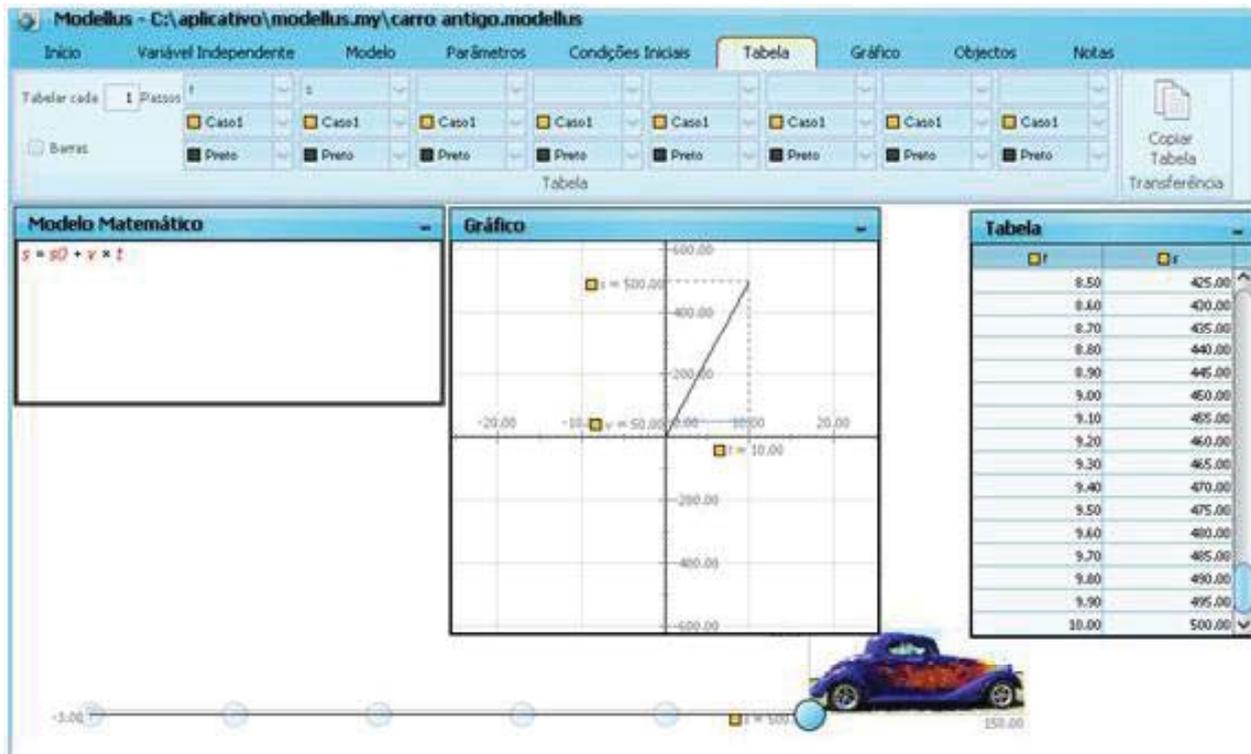


Figura10 – Gráfico do MRU. Fonte: Figura minha
Fig.6.2 – Gráfico do MRU

Interpretação de gráficos da Cinemática (Araújo)

“A produção dos gráficos foi sincronizada com a reanimação do movimento de forma que os estudantes pudessem ver o objeto se movendo e o traçado de um gráfico cinemático, correspondente a este movimento, simultaneamente. Os resultados obtidos neste estudo indicam que esta técnica não apresentou uma vantagem educacional sobre a forma de instrução tradicional. O autor argumenta que desde que Brassel [6] e outros pesquisadores demonstraram a superioridade das práticas utilizando o programa MBL em relação às técnicas tradicionais de ensino, os resultados de seu estudo sugerem que a justaposição visual não é uma variável relevante na melhora do desempenho dos alunos na interpretação de gráficos da Cinemática. O fator que realmente faz a diferença segundo Beichner é a interatividade do estudante com o experimento. Entendemos que o uso de uma ferramenta que pudesse descrever os processos dinamicamente, permitindo ao aluno interagir com o movimento dos corpos envolvidos ao mesmo tempo em que observa os gráficos sendo traçados poderia vir a facilitar a sua compreensão do evento. Outro aspecto importante a ser salientado é o da motivação para aprender proporcionada por este tipo de interação. Além do interesse natural despertado pelo uso de microcomputadores, os resultados obtidos por Araujo [5] sugerem que a aplicação de atividades de modelagem, como as descritas neste artigo, exerce uma influência

positiva na predisposição do indivíduo para aprender Física. Isto ocorre na medida em que a relevância de determinadas relações matemáticas e conceitos é percebida pelo aluno durante o processo de interação com os modelos conceituais, permitindo que o conteúdo visto anteriormente por ele, e que até então estava muito abstrato, passe a ter um referencial mais concreto.”

Segundo Beichner [10], a crença de que os gráficos são uma espécie de fotografia do movimento é, provavelmente, a principal confusão que os alunos fazem ao se depararem com gráficos da Cinemática. Como um exemplo óbvio desta situação, imaginemos um garoto numa bicicleta descendo uma colina e depois ficando sobre um pequeno morro. Quando os alunos são solicitados a traçarem gráficos cinemáticos relevantes da situação, frequentemente o que é traçado é um gráfico y vs. x , mostrando a descida da colina e a subida no pequeno morro ao invés de um gráfico de y (ou qualquer outra variável cinemática) vs. t . Este erro é especialmente problemático quando o movimento horizontal é uma função linear do tempo. No movimento de projéteis, por exemplo, as curvas nos gráficos altura vs. alcance e altura vs. tempo têm o mesmo formato parabólico, fazendo com que a visão de gráficos como fotografias do movimento seja difícil de detectar, pois o estudante pode estar trabalhando com um tipo de gráfico, mas pensando em outro.



Figura11 – Gráfico com figura do Movimento.
Fonte: [Araujo, Veit e Moreira].

No estudo do tema interpretação de gráficos da Cinemática, McDermott, Rosenquist e Van Zee [McDermott] analisaram as narrativas feitas pelos estudantes durante o processo de elaboração e análise dos gráficos e identificaram 10 das principais dificuldades apresentadas por esses alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos. Cinco destas dificuldades estão em conectar os gráficos aos conceitos físicos: a) discriminar entre inclinação e altura; b) interpretar mudanças na altura e mudanças na inclinação;

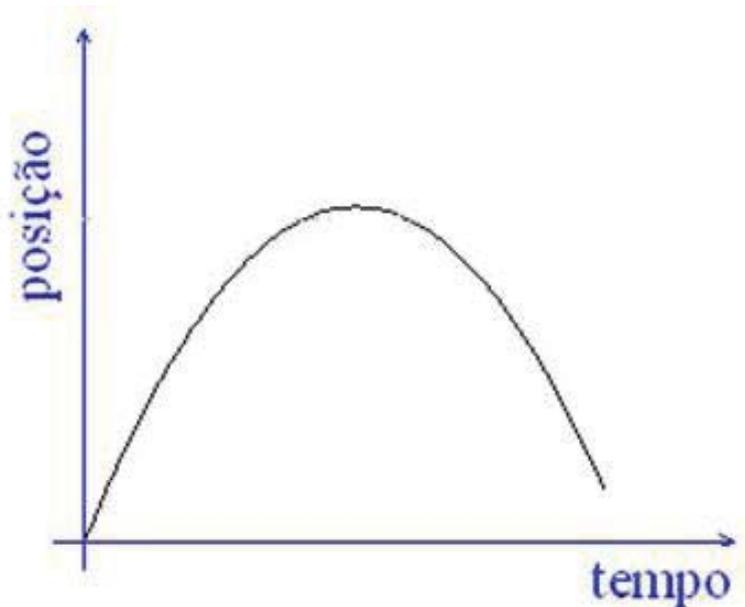


Figura12 – Gráfico com figura do Movimento.

(Fonte: [Araujo, Veit e Moreira]).

Fig.6.3 – Gráfico com figura do Movimento.

- c) relacionar um tipo de gráfico a outro;
- d) relacionar a narração de um movimento com um gráfico que o descreve;
- e) interpretar a área sob o gráfico.

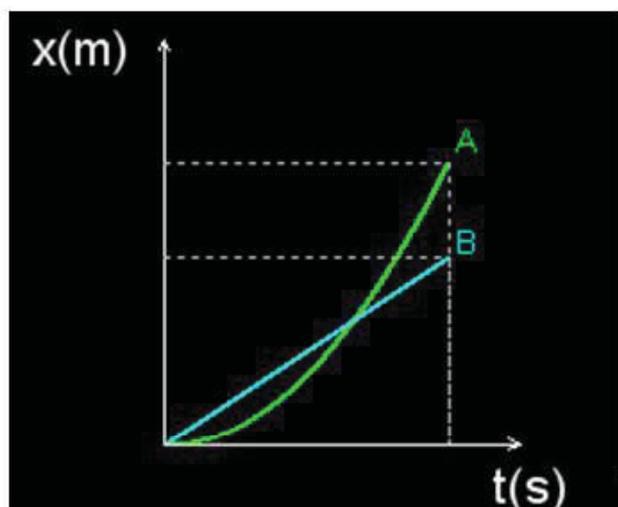


Figura13 – Confusão entre altura e inclinação.

(Fonte: [Araujo, Veit e Moreira]).

[Fig.6.4 - Confusão entre altura e inclinação

As outras cinco dificuldades encontradas estão em conectar gráficos ao mundo real: a) representar movimento contínuo por uma linha contínua; b) separar a forma de um gráfico da trajetória do movimento; c) representar velocidade negativa; d) representar aceleração constante; e) fazer distinção entre diferentes tipos de gráficos do movimento. Tendo em vista os resultados deste trabalho Beichner [3] propôs o desenvolvimento e a análise de um teste para averiguar a interpretação de gráficos da Cinemática por parte dos estudantes, fazendo também o levantamento de suas principais dificuldades. Ele argumenta que os professores de Física utilizam gráficos como uma segunda linguagem de comunicação, admitindo que seus estudantes possam obter uma descrição detalhada do sistema físico analisado, através deste tipo de representação. Infelizmente, seu trabalho indica que os estudantes não compartilham do mesmo vocabulário que os professores. Todos os estudantes que participaram do teste já haviam sido expostos à Cinemática. A Tabela 1 descreve quais foram os objetivos abordados pelo teste e a Tabela 2 refere-se às dificuldades que foram mapeadas através da utilização do teste.

Tabela 1 - Objetivos do teste TUG-K de compreensão de gráficos da Cinemática (Adaptado de Beichner [2]).

Dado	O Estudante deverá
1) Gráfico de posição vs. tempo	Determinar a velocidade
2) Gráfico da velocidade vs. tempo	Determinar a aceleração
3) Gráfico da velocidade vs. tempo	Determinar o deslocamento
4) Gráfico da aceleração vs. tempo	Determinar a variação na velocidade
5) Gráfico da Cinemática	Selecionar outro gráfico correspondente
6) Gráfico da Cinemática	Selecionar a descrição textual adequada
7) Descrição textual do movimento	Selecionar o gráfico correspondente

Tabela1 – Objetivos do teste TUG-K

Tabela 1 - Objetivos do teste TUG-K de compreensão de gráficos da Cinemática (Adaptado de Beichner [2]).

Dado	O Estudante deverá
1) Gráfico de posição vs. tempo	Determinar a velocidade
2) Gráfico da velocidade vs. tempo	Determinar a aceleração
3) Gráfico da velocidade vs. tempo	Determinar o deslocamento
4) Gráfico da aceleração vs. tempo	Determinar a variação na velocidade
5) Gráfico da Cinemática	Selecionar outro gráfico correspondente
6) Gráfico da Cinemática	Selecionar a descrição textual adequada
7) Descrição textual do movimento	Selecionar o gráfico correspondente

Tabela2 – Dificuldade dos estudantes

Exercício. Um automóvel passa por um posto policial à 100km/h onde o limite máximo de velocidade é de 80km/h. Neste instante um policial sai ao seu encaixo do repouso com aceleração de 30km/h². Em quanto tempo e quanto o policial ira andar até alcançar o carro? Faça o gráfico do movimento.

Resolução usando o *software Modellus*.

1. Abra o *software modellus* e na janela “modelo matemático” insira a equação do movimento uniforme e do MRUV.
2. Clique em interpretar → 
3. Vamos escolher arbitrariamente $S_0 = 0$ ou seja o marco zero e $v = 100$.
4. Em seguida click no botão partícula →  e em seguida click na tela. Escolha um belo carro para sua animação. Repita para um carro de polícia.
5. Clique na janela gráficos e selecione s e spol para ele plotar. Na janela tabela mande ele mostrar os dados de t, s e vpol.
6. Clique no botão iniciar e deixe os carros andar até que eles se encontrem. Discuta sobre irrealidade do exercício.

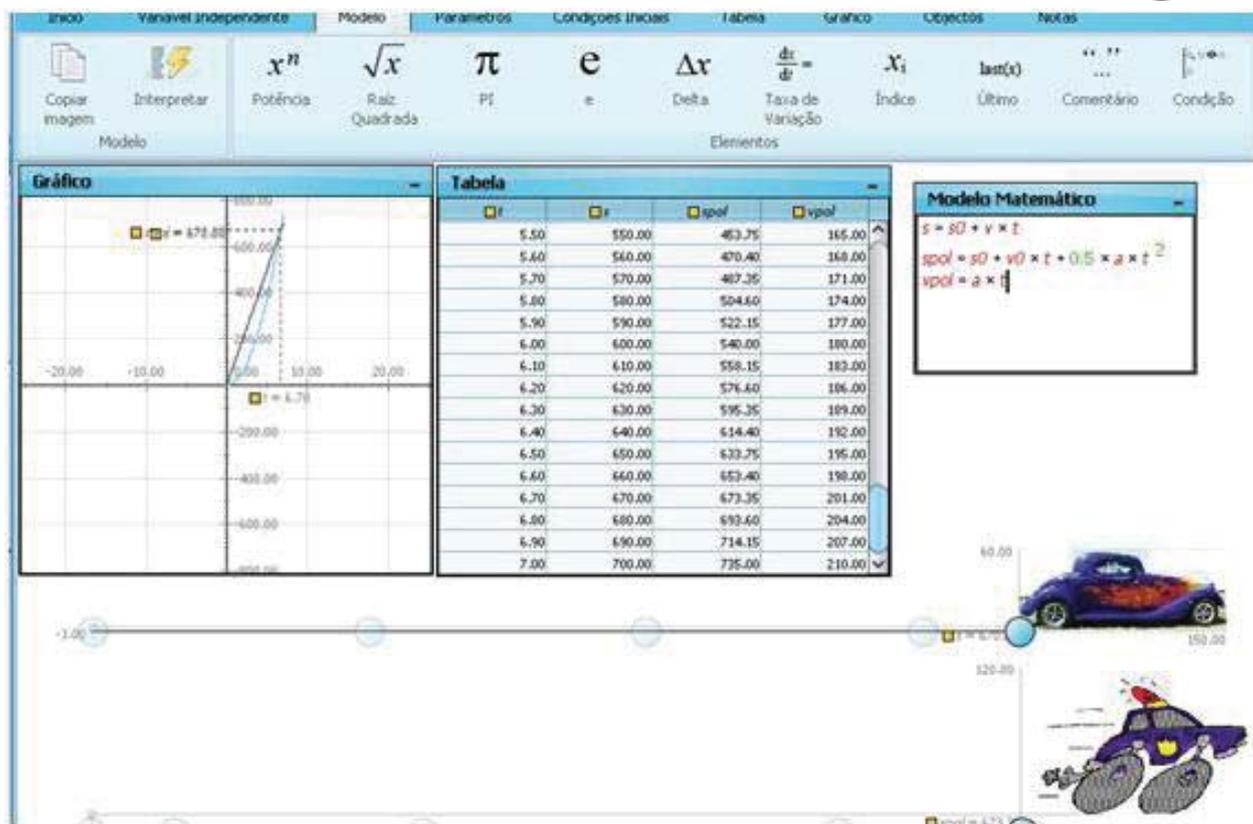


Figura14 – Confusão entre variáveis cinemáticas.

(Fonte: [Araujo, Veit e Moreira])

Fig.6.5 - Confusão entre variáveis cinemáticas

7. Segundo os autores acima, a maior confusão que os alunos têm é a crença de que os gráficos são uma espécie de fotografia do movimento. Você concorda com eles?
8. Será que, ao resolver um exercício como o acima, perguntarmos porque o gráfico do carro é linear e o da polícia não, já que os dois movimentos são retilíneos, irá resolver essa dúvida dos estudantes?
9. Você concorda que os alunos gastariam 20 minutos para montar um modelo, mas não gastariam 10 min para resolver o exercício no papel?
10. Você acha que um exercício dinâmico e interativo irá auxiliar o aprendizado do uso e a interpretação de gráficos na Cinemática?

ATIVIDADES

Modelagem computacional e teste para avaliação dos conhecimentos [Araújo]

No trabalho de Araujo et al. eles colocaram à disposição da comunidade um conjunto de atividades complementares de ensino de Física envolvendo a exploração e a construção de modelos computacionais como um processo de interação (experimento-aluno). A exploração desse tipo



de modelo faz com que o estudante se questione constantemente sobre os efeitos de suas ações sobre os resultados gerados pelo modelo computacional, normalmente esta questão pode ser descrita como: - se eu alterar "isso" o que acontece com "aquilo"? Este raciocínio causal subjacente servirá como pano de fundo para a promoção da interatividade. As atividades de ensino foram elaboradas com o intuito de levar o aluno a questionar-se sobre as relações existentes, entre os conceitos cinemáticos e os gráficos do movimento de um determinado móvel em questão. Apresentamos aqui alguns exemplos das atividades desenvolvidas. O conjunto completo de 12 atividades exploratórias e 11 expressivas está disponível em:

http://www.if.ufrgs.br/gpef/graficos_cinematica.zip

Estas atividades foram elaboradas com o Modellus versão 2.5 para auxiliar os alunos na superação de eventuais dificuldades enfrentadas por eles na interpretação de gráficos da Cinemática, apresentadas na Tabela 2. Como já foi destacado anteriormente, um dos princípios norteadores na elaboração das atividades foi o de que estas teriam um caráter complementar às aulas tradicionais, e não a finalidade de substituí-las.

Obs. Vejam que nem o seu curso nem os que o professor Araújo ministra regularmente consegue fazer isto à risca. Mas, a abordagem que eles fizeram, baseada na metodologia da tecnologia da educação, é muito boa para se determinar, em princípio, os problemas e a evolução da compreensão dos estudantes. Na Tecnologia da Educação você tem que fazer um pré-teste para avaliar se os alunos dominam todos os pré-requisitos. Em seguida, faz-se uma nivelção da classe e propõem-se os objetivos a serem alcançados e as dificuldades a serem enfrentadas. Você vai ilustrando cada conceito com exemplos e contra-exemplos.

A melhoria no desempenho dos estudantes foi medida utilizando uma adaptação para a língua portuguesa do TUG-K (Teste sobre o entendimento de gráficos da Cinemática), ao qual acrescentamos quatro questões extras às 21 questões de escolha simples com cinco alternativas cada, proposto por Beichner [Beichner]. Essas questões adicionais foram elaboradas tendo como base os problemas propostos por McDermott, Rosenquist e Van Zee [McDermott] e seguindo os mesmos objetivos descritos na Tabela 1. A nossa versão validada do TUG-K encontra-se disponível em:

<http://www.if.ufrgs.br/gpef/tugk.zip>

Em relação às atividades propostas, cada uma delas foi construída a partir das seguintes considerações (explícitas para o caso das atividades exploratórias e implícitas nas atividades expressivas):

- objetivos a serem alcançados (Tabela 1);
- dificuldades a serem trabalhadas (Tabela 2);

- descrição geral do modelo;

enunciados das atividades que os alunos receberam na forma impressa (estes mesmos enunciados também estão na janela “Notas” em cada modelo). Como exemplo de atividade exploratória, apresentamos o modelo Noel_bar.mdl explicitando as considerações acima citadas:

a) Objetivos a serem alcançados:

- Dado o gráfico da posição vs. tempo, o estudante deverá ser capaz de determinar a velocidade.

- Dado um gráfico cinemático qualquer, o estudante deverá ser capaz de descrever textualmente o movimento.

- A partir da descrição do movimento o estudante deverá ser capaz de elaborar o(s) gráfico(s) adequado(s).

b) Dificuldades a serem trabalhadas:

- Visão de gráficos como uma fotografia do movimento.

- Confusão entre altura e inclinação.

- Confusão entre variáveis cinemáticas.

- Erros quanto à determinação de inclinações de linhas que não passam pela origem.



Figura15 – Animação de uma perseguição policial.

(Fonte: Figura modellus)

Fig.6.6 – Animação de uma perseguição policial.

d) Enunciado:

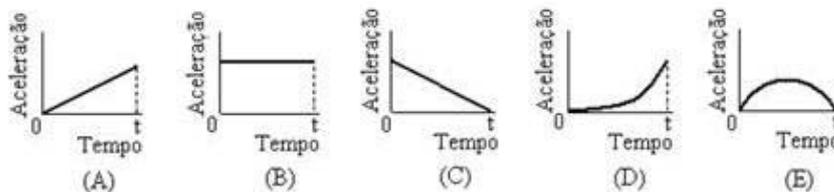
1. Execute o modelo e observe com atenção as grandezas e o gráfico. Que tipo de trajetória tem o Papai Noel, quando se move com o carro? E quando está a pé?
2. Qual a distância percorrida pelo Papai Noel 10 segundos após deixar o carro?
3. Qual é o valor da velocidade do Papai Noel, quando ele está no carro? E a pé?
4. Esboce o gráfico de x vs. t para o caso em que o Papai Noel anda a pé e de carro com a mesma velocidade.
5. Esboce o gráfico de x vs. t para o caso em que o Papai Noel anda a pé com velocidade maior do que de carro.
6. Na janela Animação 1, acione os botões verde e rosa (ao lado de "casos:") e compare os gráficos com os seus esboços.
7. É possível, apenas observando o gráfico da posição vs. tempo, determinar em qual trecho o Papai Noel foi mais veloz? Como?

Obs: Criamos uma versão adaptada da versão antiga usada por eles. Compare com a nova abaixo. Note que não tive tempo de fazer figurinhas. Veja que, na tecnologia da educação, propõe-se um conjunto de atividades ou exercícios para os alunos fazerem e, em cima destes, faz-se uma avaliação dos conceitos que se pressupõe que o aluno deva ter assimilado. Pomos abaixo alguns exercícios do método TUG-K para você ver.

Todas as questões deste teste referem-se a movimentos retilíneos.

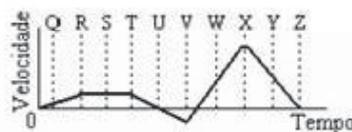
NÃO FAÇA MARCAS NAS FOLHAS DO TESTE. ASSINALE APENAS NA GRADE.

- 1) Os gráficos da aceleração *versus* tempo para cinco objetos são mostrados abaixo. Todos os eixos têm a mesma escala. Qual objeto sofre maior variação na sua velocidade durante o intervalo de 0 a t ?



- 2) No gráfico abaixo, quando a aceleração é mais negativa?

- (A) de R até T
- (B) de T até V
- (C) em V
- (D) em X
- (E) de X até Z



Neste tipo de ensino, não existe espaço para o estudo do amadurecimento intelectual do aluno e nem espaço um aprendizado posterior. Simplesmente, ele aprendeu ou não. Você teria que ter monitores para ficar com o aluno até ele aprender. Mas, mesmo assim, esses tipos de questionários são uma boa forma de exercícios para os alunos fazerem.

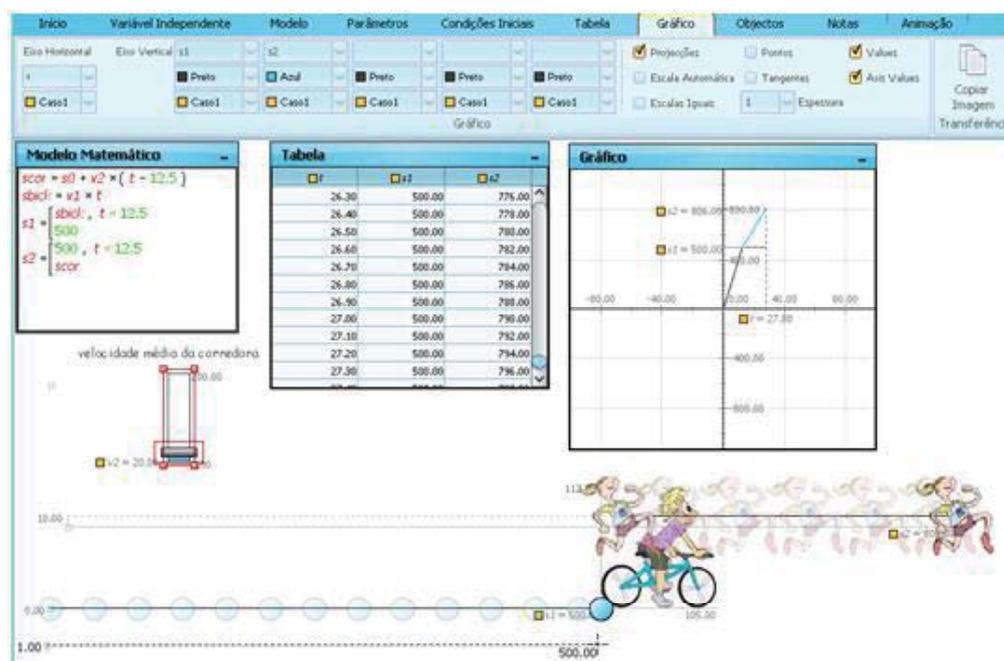


Figura16 – Animação de um carrinho no trilho.
(Fonte: [Araújo, Veit e Moreira]).

Você pode fazer o mesmo questionário do estudo da UFRG, só que em vez de papai Noel, você terá a corredora ou ciclista. Note que, para vocês, eu não escondi o modelo matemático.

Segue o final do texto de Araújo [Araújo], para você analisar e se concorda com o que eles dizem a respeito da criação de modelos.

“As atividades de criação, também conhecidas como atividades expressivas, podem ser caracterizadas pelo processo de construção do modelo desde sua estrutura matemática até a análise dos resultados gerados por ele. Neste tipo de atividade são apresentadas questões que visam à elaboração de modelos a partir de determinados fenômenos de interesse onde podem ser fornecidas tanto informações qualitativas quanto quantitativas do sistema. O aluno pode interagir totalmente com o seu modelo, podendo reconstruí-lo tantas vezes quanto lhe pareça necessário para a produção de resultados que lhe sejam satisfatórios. Cabe aqui ressaltar que em ambos os tipos de atividades a interação entre elas e o aluno, em princípio, deve ser mediada pelo professor tanto em termos de auxílio técnico para a operação do software, como também no esclarecimento de eventuais dúvidas

sobre a Física e a Matemática envolvidas no desenvolvimento de seus modelos. Durante a aplicação do material o professor deve estar atento às situações em que o aluno elabora modelos computacionais (ou atribui valores) corretos matematicamente em princípio, e os resultados não são os esperados. Antes de considerar como um mero "erro de ajuste", estas situações podem ser oportunidades ideais para evidenciar o contexto de validade do modelo computacional criado, estando este sempre vinculado aos pressupostos utilizados na teoria subjacente à criação do próprio modelo físico”.

Obs: Pelos modelos mais sofisticados, que envolvem mudança de velocidade e direção ao longo do movimento, você pode ver que muitas vezes eles transcendem a física comum. Você tem que usar lógica de programação.

Questionário

(Discuta suas resposta)

1. Supondo que estejamos escondendo o modelo matemático dos estudante, você acha que os alunos se interessariam mais por estudar cinemática?
2. Você acha que esse software poderia ser utilizado em uma pedagogia construtivista?
3. Você usaria tecnologia da educação em sala de aula?
4. Vá no site da UFRJ e baixe o questionário da TUK-G. Ele difere muito dos questionários dos livros textos que dispomos?
5. Se tivesse laboratório de informática em sua escola, você usaria atividades expressivas, usando o Modellus, para ensinar física?

COMENTÁRIOS SOBRE AS ATIVIDADES

Dentre as várias possibilidades de uso da informática no ensino de Física, optamos pela modelagem computacional, por acreditarmos que esta seja a que melhor possibilita a interação dos estudantes com o processo de construção e análise do conhecimento científico, permitindo que compreendam melhor os modelos físicos e discutam o contexto de validade dos mesmos. Dos vários softwares atualmente disponíveis, optamos pelo Modellus por ele ser um software que permite ao aluno fazer experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos definidos a partir de funções, derivadas, taxas de variação,

equações diferenciais e equações a diferenças finitas, escritos de forma direta, ou seja, assim como o aluno aprendeu na sala de aula. Um outro aspecto positivo em relação ao Modellus é o fato dele ser um software livre sendo distribuído gratuitamente na Internet (<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>). Este fato, além das potencialidades da ferramenta, contribuiu para que sua utilização ocorresse em nível mundial. Na área de ensino, nossa escolha recaiu sobre o tema interpretação de gráficos da Cinemática, por se tratar de um assunto amplamente discutido na literatura e fundamental na formação de conceitos apresentados posteriormente ao longo dos cursos de Física. Apesar deste artigo abordar especificamente esse tópico, certamente, as potencialidades da modelagem computacional podem ser aproveitadas em outros diferentes contextos onde a natureza dinâmica de determinados fenômenos físicos precisem ser explicitadas, possibilitando ao aluno perceber que o estudo destes não se resume a uma mera aplicação de fórmulas. Pesquisas sobre os benefícios advindos do uso de modelagem computacional em outros contextos seriam, então, necessárias.

CONCLUSÃO

Mostramos que, com um carrinho de pilha, um cronômetro e uma escala podemos tornar mais dinâmica e palpável uma aula sobre Cinemática, seus gráficos e sua equação do movimento.

Indicamos que o uso de um *software* de modelagem computacional propicia uma maior interatividade entre o estudante e o experimento facilitando a aprendizagem. Acreditamos que, dentre as várias formas em que o computador vêm sendo (sub)utilizado nas práticas de ensino, a modelagem computacional seja a que melhor permita a interação dos estudantes com o processo de construção e análise do conhecimento científico, permitindo que compreendam melhor os modelos físicos e discutam o contexto de validade dos mesmos. Como Araújo e colaboradores [Araújo], acreditamos que o uso de um *software* de modelagem computacional possa, também, contribuir para a efetivação de uma aprendizagem significativa.



RESUMO

Apresentamos aqui uma aula resumida e ilustrada com exercícios e uma atividade lúdica de como se introduz gráficos na cinemática, e a partir deste se obtém a equação do movimento, a equação do MRU. Para auxiliar o aluno, futuro professor, usamos os mesmos materiais das aulas passadas: as escalas e o experimento do carrinho de pilha. Acrescentamos o uso de planilha eletrônica para se fazer tratamento de dados e gráficos.

Em seguida, apresentamos como podemos usar o *software* de ensino *Modellus* para se ensinar aos alunos a interpretar gráficos. Através de experiências dinâmicas, onde o gráfico vai sendo construído à medida que o movimento vai se realizando, o aluno vai percebendo as diferenças entre o movimento e seu gráficos. Através da leitura do trabalho de Araújo at all, mostramos algumas técnicas da “tecnologia da educação” e como elas podem ser empregadas no ensino de física.

Indicamos um conjunto de atividades computacionais elaborada na referência [Araújo] utilizando o *software Modellus*, que visa à superação das dificuldades de interpretação de gráficos da Cinemática e a adaptação para o português de um teste sobre o entendimento de gráficos em Cinemática (TUG-K; Beichner [3]), que pode ser usado pelo aluno em sua aulas com técnica de avaliação e controle de aprendizado pelos seus alunos.

REFERÊNCIAS

- Araujo, Veit e Moreira. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.26 no.2 São Paulo 2004, http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-47442004000200013&script=sci_arttext
- BEICHNER, R. J. The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematics lab. Journal Research in Science Teaching, New York, v. 27, n. 8, p. 803-815, Nov. 1990.
- BEICHNER, R. J. Testing student interpretation of kinematics graphs. American Journal of Physics, Woodbury, v. 62, n. 8, p. 750-768, Aug. 1994.
- BEICHNER, R. J. The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. American Journal of Physics, Woodbury, v. 64, n. 10, p. 1272-1277, Oct. 1996.
- BRASSEL, H. The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity. Journal of Research in Science Teaching, New York, v. 24, n. 4, p. 385-395, Apr. 1987.
- McDERMOTT, L. C.; ROSENQUIST, M. L.; van ZEE, E. H. Student difficulties in connecting graphs and physics: examples from kinematics. American Journal of Physics, Woodbury, v. 55, n. 6, p. 503-513, June 1987.