

Modellus: uma introdução visual com funções e movimentos

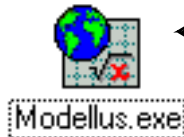
modellus@mail.fct.unl.pt

<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>

Apoio:



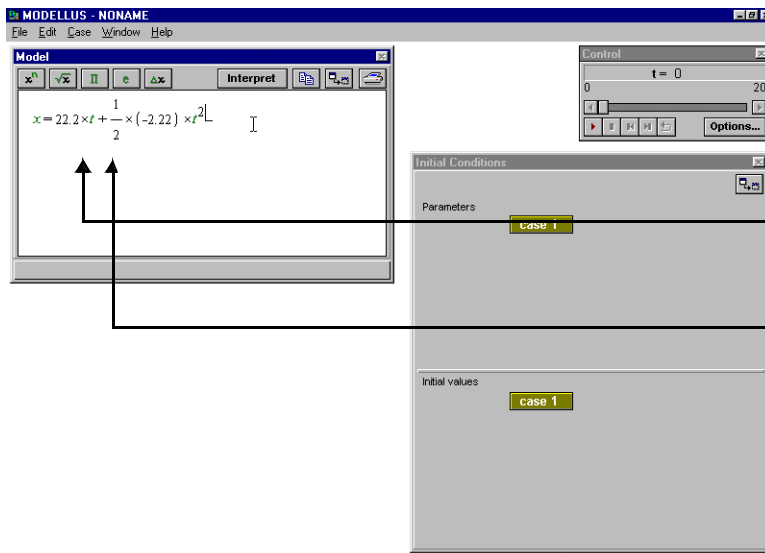
1



Clique-clique para executar o *Modellus*

Problema a analisar: ver página seguinte

2



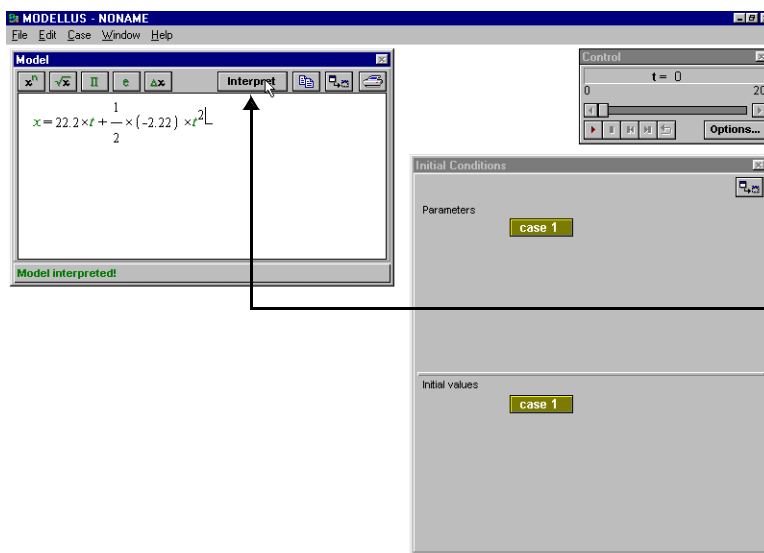
Escrever na janela **Modelo** a função que descreve a coordenada de posição da partícula em movimento

Utilizar * para obter o sinal de multiplicar (ou a barra de espaços)

Utilizar / para obter a fracção

Para obter um expoente, utilizar o botão x^n na janela **Modelo** ou a tecla ^

3



Clique no botão **Interpretar**

Sugestões úteis para a resolução de problemas sobre movimentos

A resolução de problemas de movimentos é, quase sempre, uma tarefa bastante acessível, se se tiverem em conta as sugestões que se seguem.

- 1 A primeira sugestão é **esquematizar o movimento**. Por exemplo, convém, em geral:
 - esboçar a **trajectória**;
 - representar **estroboscopicamente** o movimento em intervalos de tempo convenientes (0,5 s; ou 1,0 s; ou 10 s; etc.);
 - marcar o **referencial** no esquema da trajectória, indicando claramente a origem e os sentidos dos eixos Ox e Oy .
 - assinalar as **condições iniciais**, isto é, a situação do movimento no instante em que se começa a medir o tempo ($t = 0$ s): velocidade inicial, posição inicial, aceleração, resultante das forças, etc.
- 2 A segunda sugestão consiste em, esquematizado o movimento, **analisar semi-quantitativamente** o que se passa ao longo do tempo. Por exemplo:
 - o movimento é para a esquerda, para a direita, para cima, para baixo, no sentido positivo de Ox (ou de Oy), no sentido negativo de Ox (ou de Oy), etc;
 - a resultante das forças varia?
 - a velocidade varia?
 - a aceleração varia?
 - aceleração e a resultante das forças têm a direcção e o sentido da velocidade? Sempre ou apenas durante um certo intervalo de tempo?

Desta análise semi-quantitativa do movimento pode, muitas vezes, concluir-se qual é a representação gráfica das várias grandezas ao longo do tempo. Já «temos meio caminho andado...»

- 3 A terceira sugestão é uma recomendação para **não confundir**:
 - trajectória com qualquer gráfico;
 - velocidade com aceleração;
 - componentes escalares das grandezas vectoriais (deslocamento, velocidade, aceleração, força, etc.) com as respectivas magnitudes ou módulos.

De facto, as magnitudes ou módulos das grandezas vectoriais são sempre nulas ou positivas. Pelo contrário, as respectivas componentes escalares podem ser positivas (se a grandeza apontar no sentido positivo do eixo), nulas (se não tiverem componentes nesse eixo) ou negativas (se apontarem no sentido negativo do eixo).

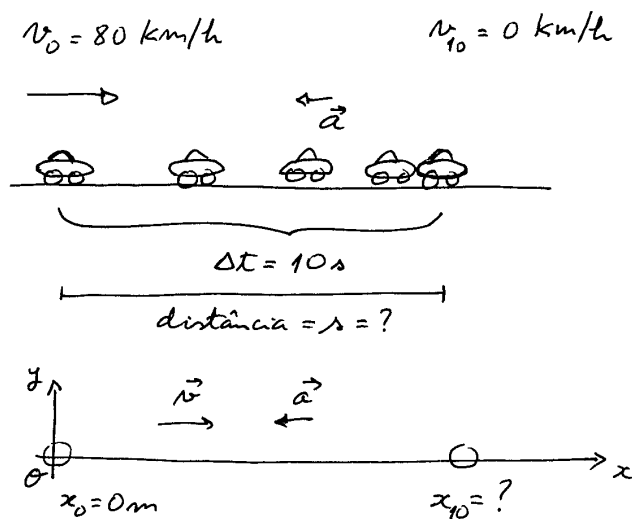
- 4 A quarta sugestão consiste em **escrever e resolver** as equações adequadas.
- 5 A quinta e última sugestão é a de **criticar as soluções matemáticas das equações**, analisando se os resultados «têm sentido físico»: alguns valores não serão fisicamente absurdos? As unidades estarão correctas? Os resultados serão coerentes com o que se esperava?

Um problema...

Um carro de 1000 kg demorou 10 s a travar uniformemente em linha recta quando a sua rapidez era de 80 km/h. Calcular a distância percorrida pelo carro na travagem.

Um esboço da resolução do problema (de acordo com as sugestões):

1, 2 e 3



4

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{0 \text{ m/s} - 22.2 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = -2.22 \text{ m/s}^2$$

eq. das posições

$$x = x_0 + v_{x0} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$x = 0 + 22.2 t + \frac{1}{2} (-2.22) t^2 \quad (\text{SI})$$

$$x = 22.2 t - 1.11 t^2$$

condenada quando $t = 10 \text{ s}$

5

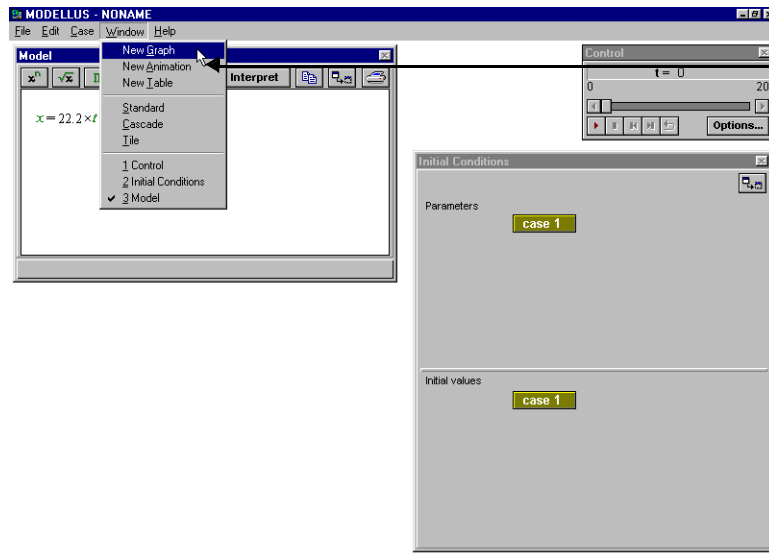
$$x_{10} = 22.2 \times 10 - 1.11 \times 10^2 = 111 \text{ m}$$

logo

$$s = 111 \text{ m}$$

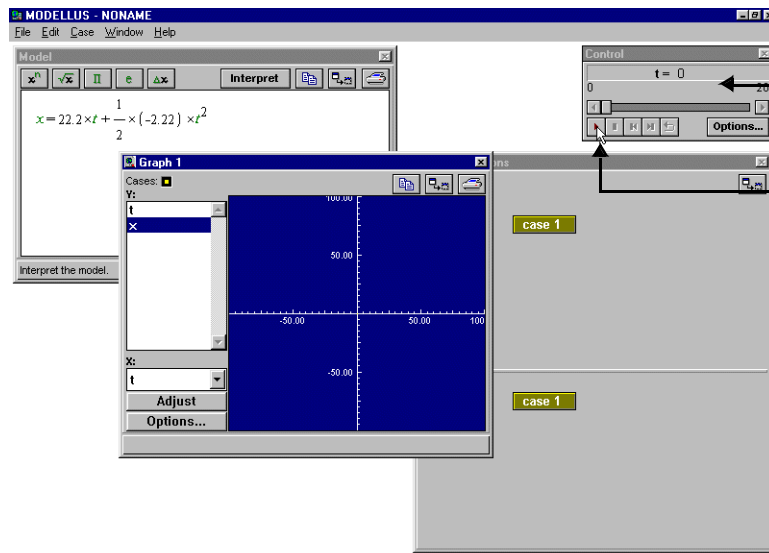
porque $x_0 = 0 \text{ m}$ e o movimento foi sempre no sentido positivo

4



Seleccionar **Janela**,
opção **Novo Gráfico**

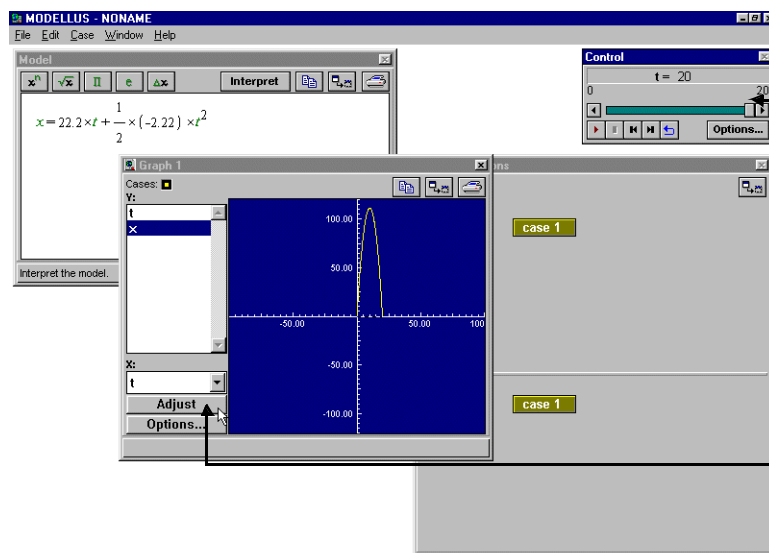
5



Executar o Modelo

t é a variável independente, com
domínio entre 0 e 20 unidades
(0 e 20 s, se as unidades do
Modelo forem unidades SI)

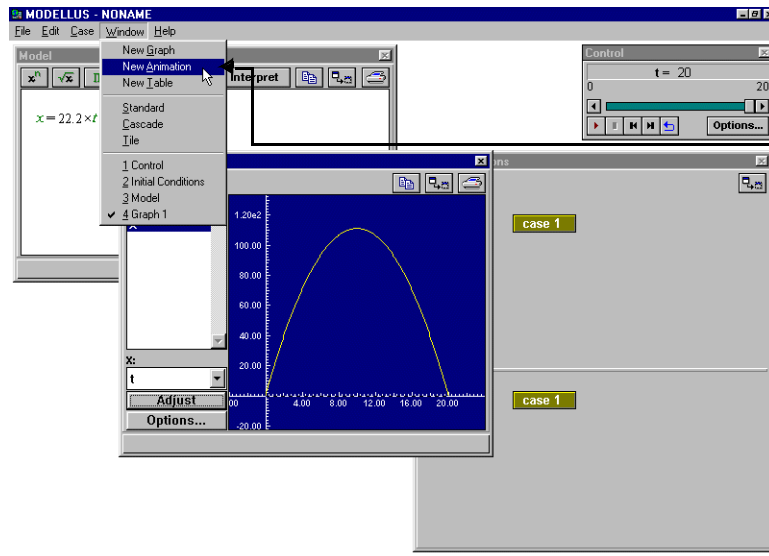
6



t variou de 0 a 20 unidades

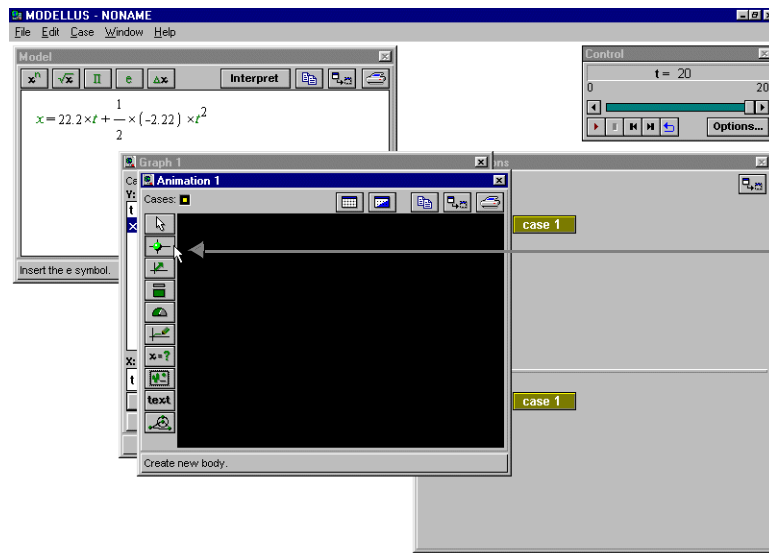
Clique no botão **Ajustar**

7



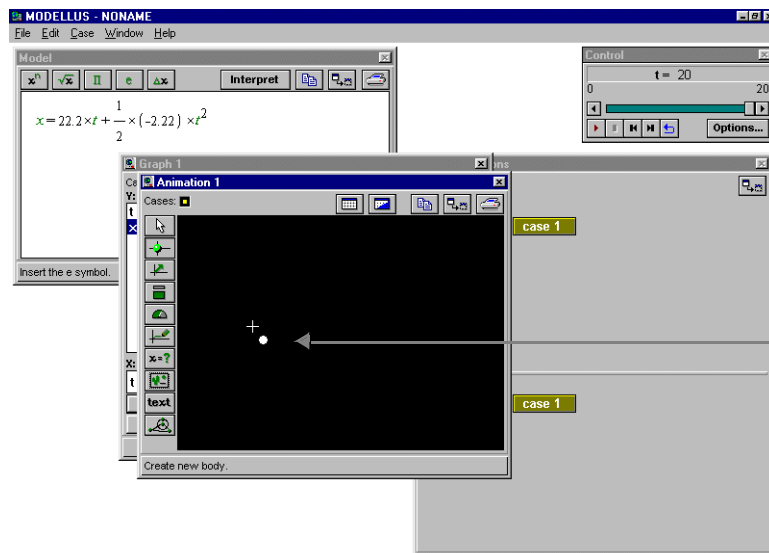
Seleccionar Janela,
opção Nova Animação

8



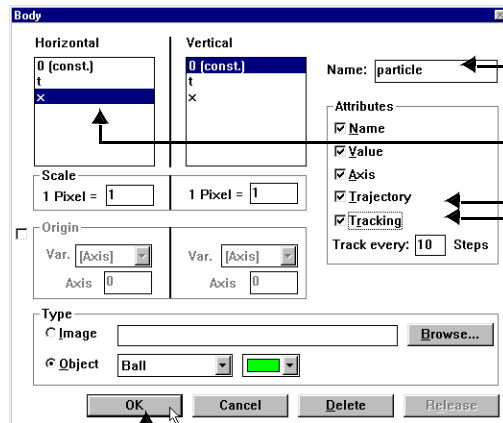
Clique para seleccionar
uma partícula

9



Clique no espaço da janela
de Animação

10



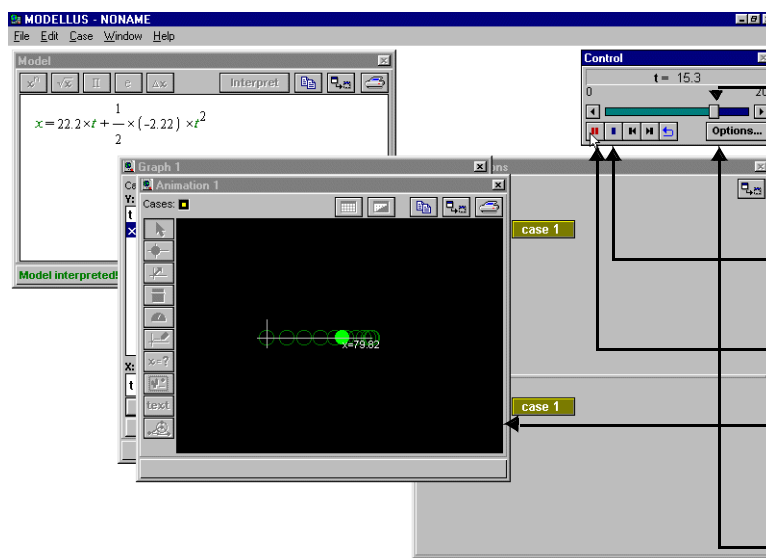
Atribuir um nome à partícula (facultativo)

Seleccionar a variável x para determinar a coordenada **Horizontal** da partícula num eixo Ox . No eixo **Vertical** manter o valor 0

Seleccionar **Trajectória** e **Estroboscopia** (de 10 em 10 imagens)

Clique em **OK**

11



Executar o Modelo (e observar o movimento)

Com o Modelo parado (depois de percorrido o domínio da variável t), utilizar este cursor para observar a posição da partícula nos diversos instantes

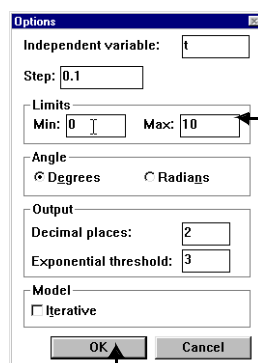
Este botão permite parar a execução do Modelo

Este botão permite suspender e recomeçar

Observar que a coordenada aumenta, atinge um valor máximo e depois diminui

Clique no botão **Opções** da janela **Controlo** para alterar o domínio da variável independente t

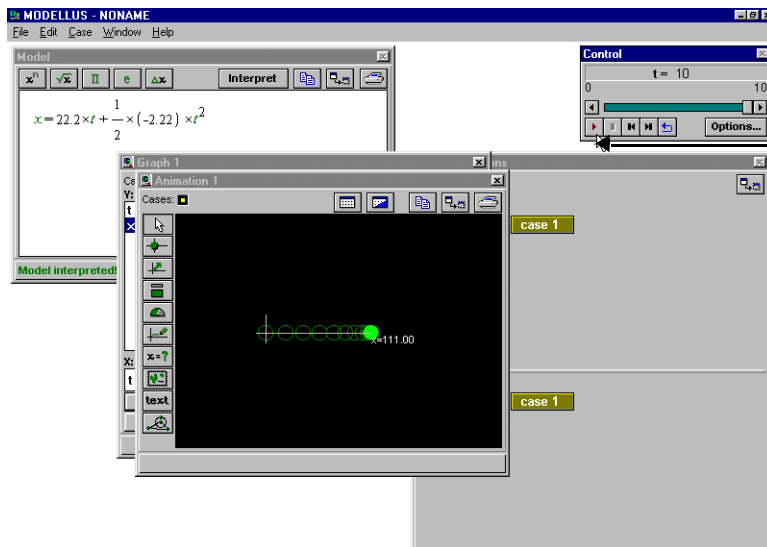
12



Altere o limite superior da variável independente, t , de 20 para 10 unidades

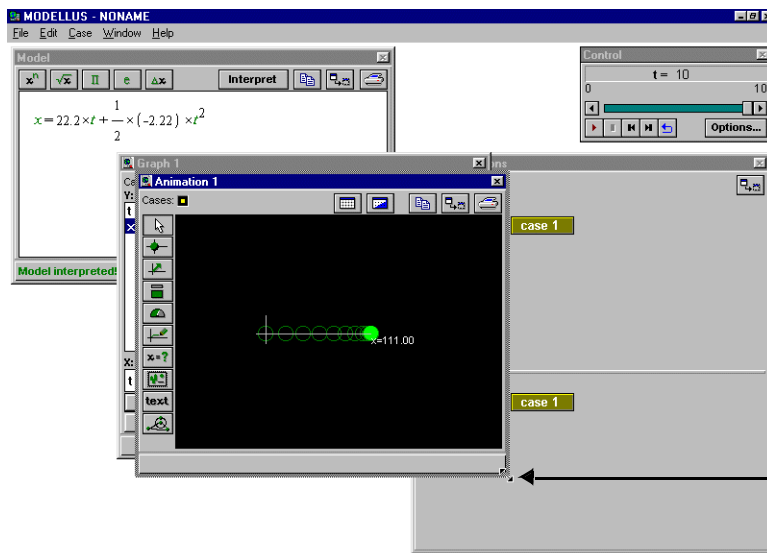
Clique em **OK**

13



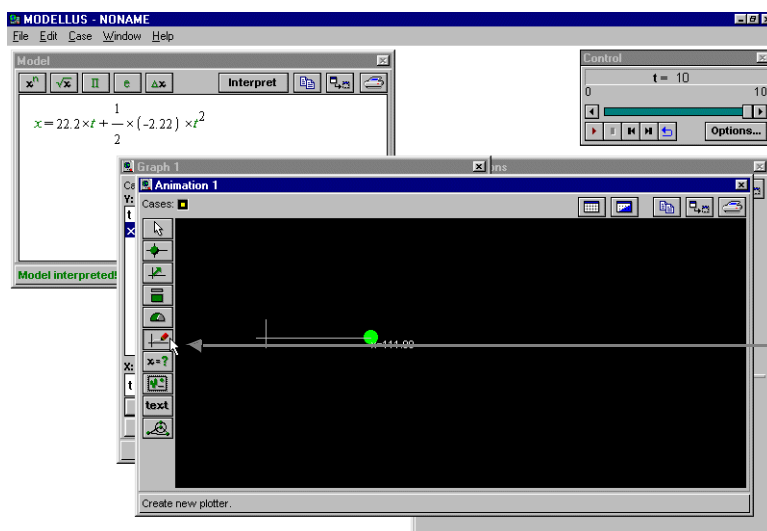
Execute o Modelo e observe como a partícula diminui de velocidade até parar.

14



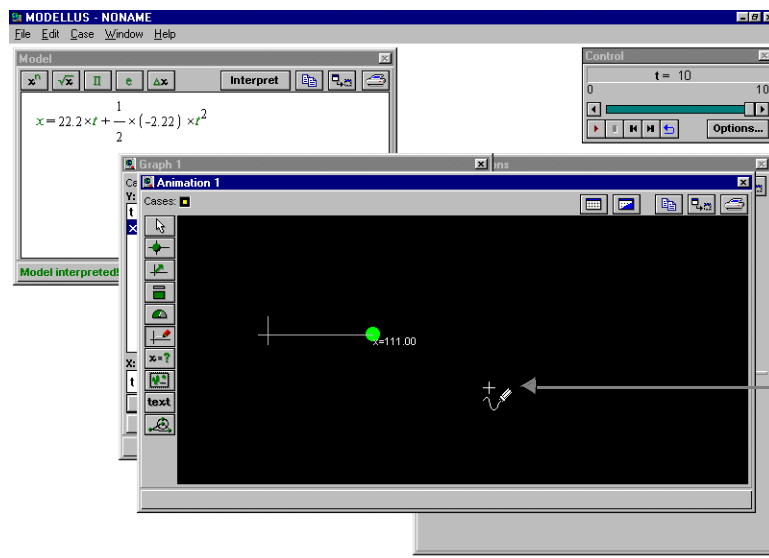
Utilize o rato nesta extremidade para aumentar o tamanho da janela de **Animação**

15



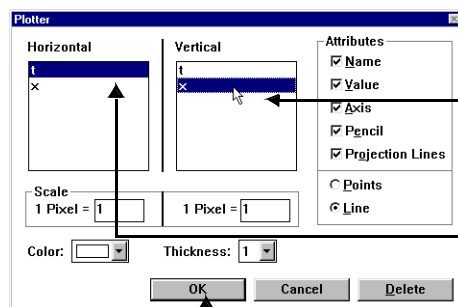
Clique no botão gráfico para criar um gráfico para a janela de **Animação**

16



Clique para criar um gráfico

17

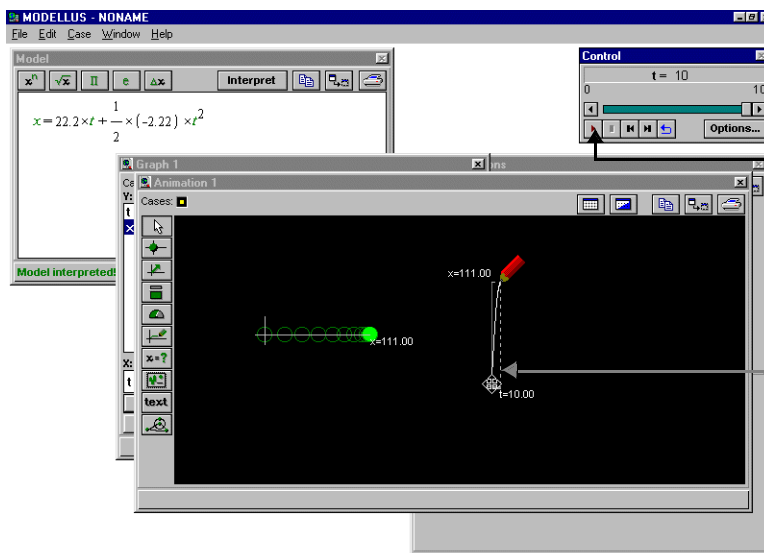


Selecione a variável **x** para o eixo **Vertical** do gráfico

Selecione a variável **t** para o eixo **Horizontal** do gráfico

Clique em **OK**

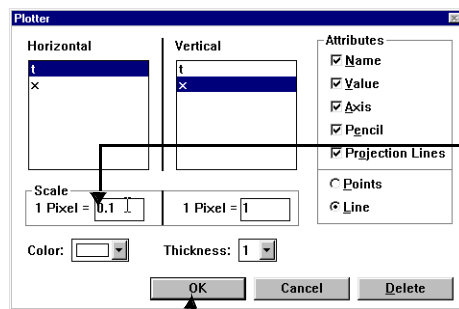
18



Execute o Modelo e observe o gráfico simultaneamente com o movimento

Clique com o botão **DIREITO** do rato para modificar as propriedades do gráfico (observe a forma do cursor)

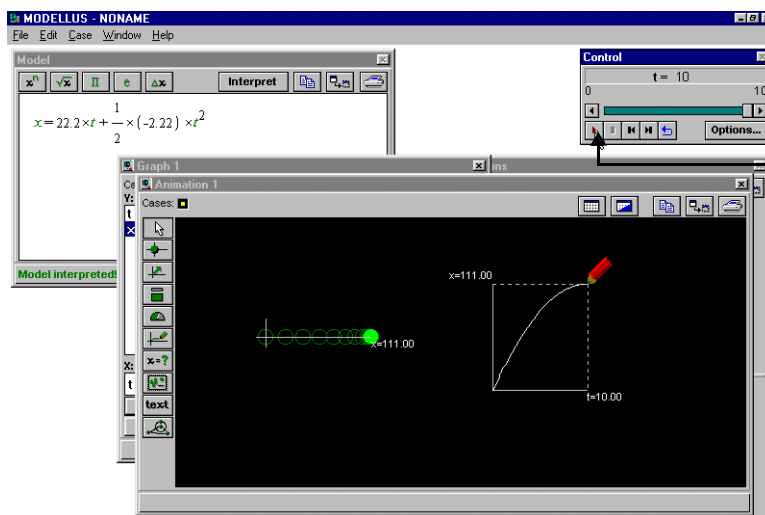
19



Modifique a escala **Horizontal** do gráfico para 1 **pixel** de ecrã = 0.1 unidades de t

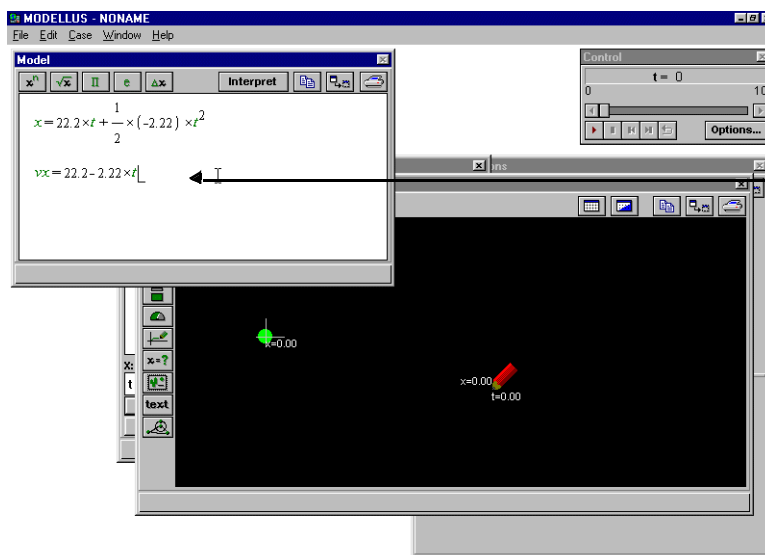
Clique em **OK**

20



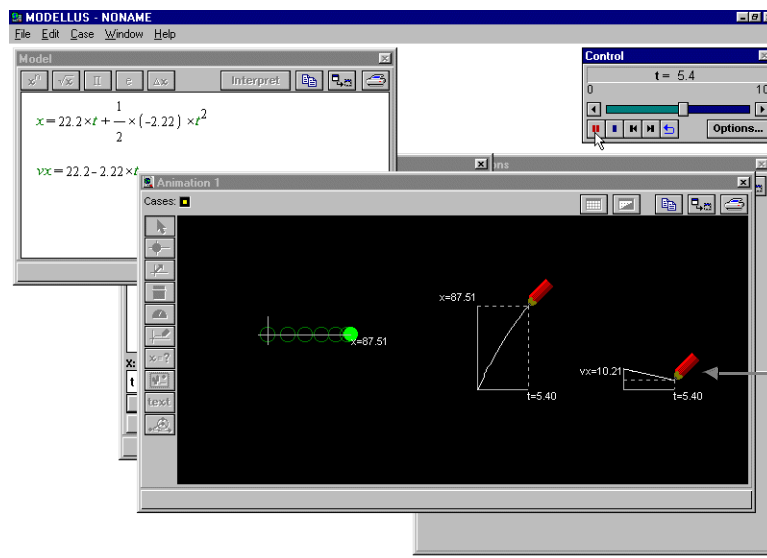
Execute o Modelo e observe o gráfico simultaneamente com o movimento

21



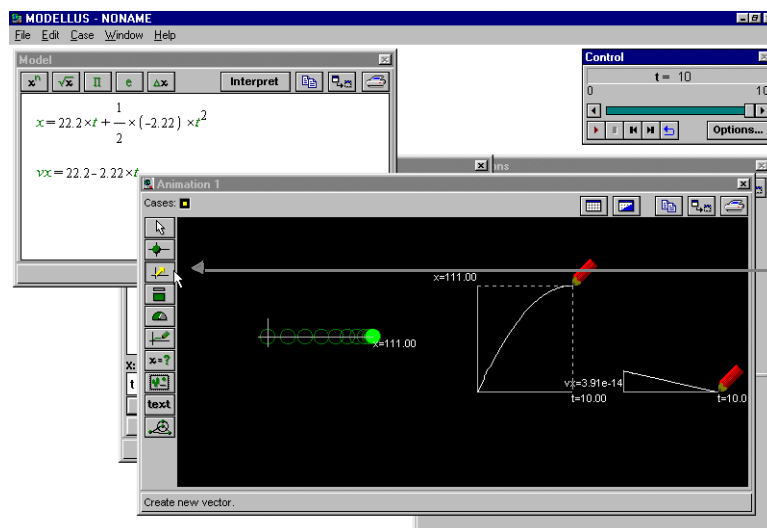
Acrescente no **Modelo** a função que descreve o valor da componente horizontal da velocidade da partícula

22



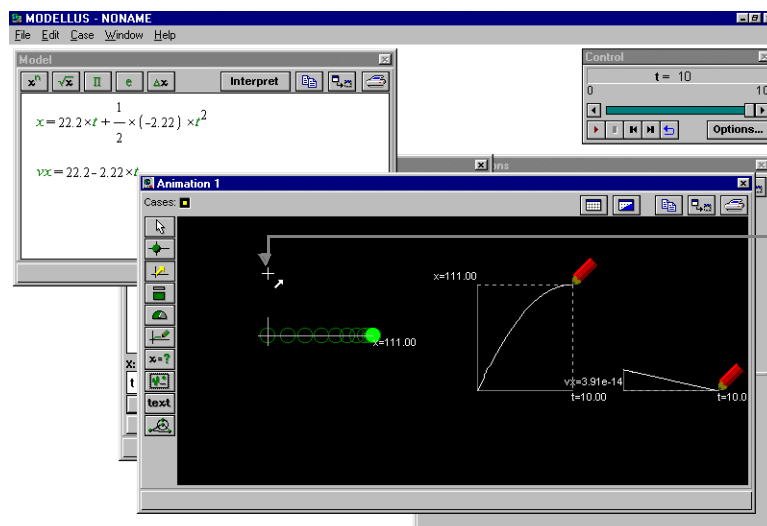
Crie um gráfico para representar o valor da componente horizontal da velocidade em função do tempo. Que variável deve seleccionar para o eixo vertical do gráfico?

23



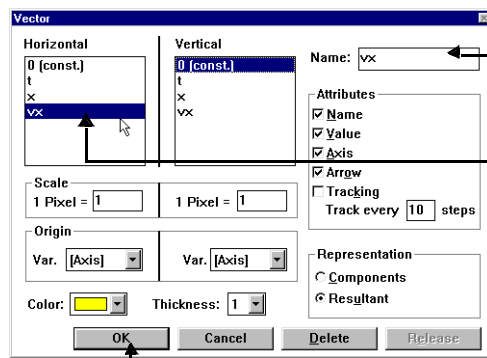
Clique para seleccionar um vector

24



Clique para criar um vector na janela de **Animação**

25

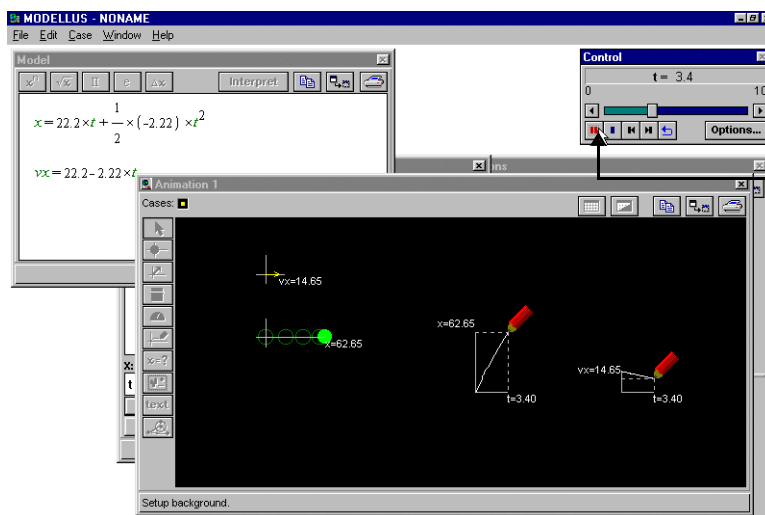


Atribuir um nome ao vector (facultativo)

Clique para seleccionar v_x

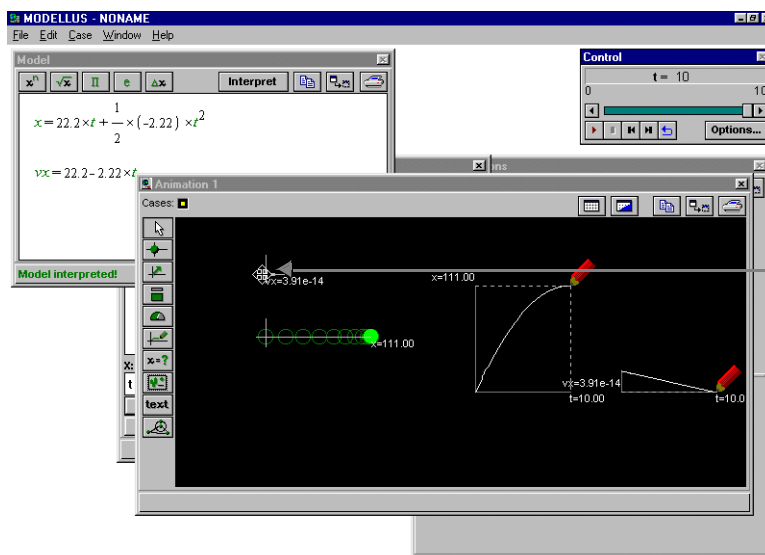
Clique em **OK**

26



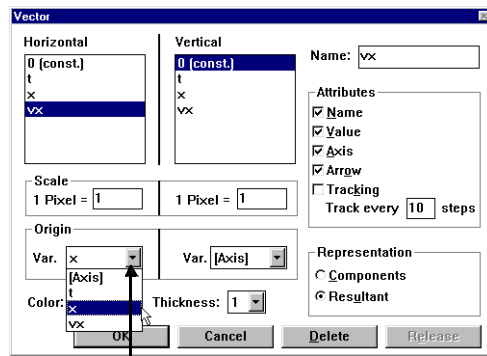
Execute o Modelo e observe como varia a velocidade

27



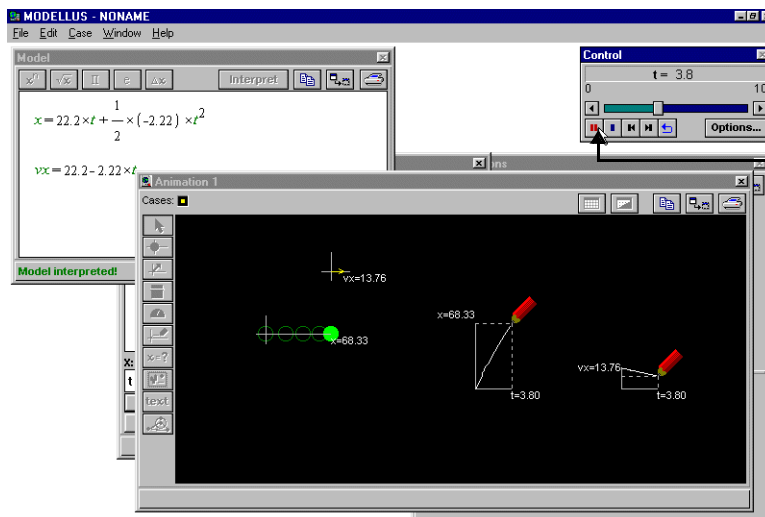
Clique com o botão *DIREITO* do rato (observe o cursor)

28



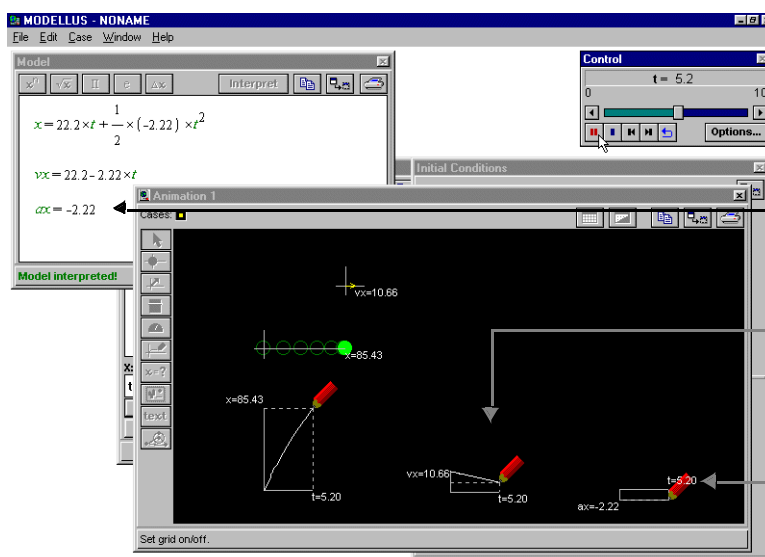
Clique para modificar a **Origem** do vector para a variável **x**.
Deste modo, a origem do vector acompanha o movimento da partícula.

29



Observe o movimento e a variação da velocidade

30

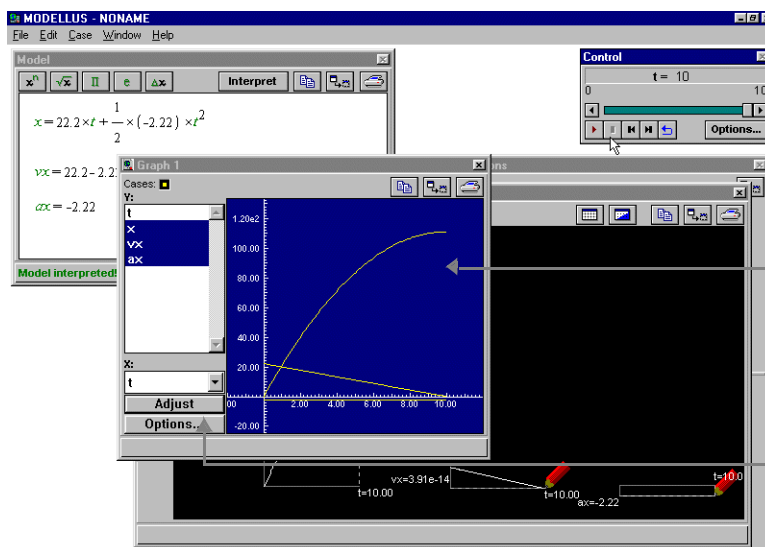


Acrescente no **Modelo** o valor da componente horizontal da aceleração

Coloque os gráficos na parte inferior da **Animação**, utilizando o botão esquerdo do rato

Acrescente na **Animação** um gráfico para o valor da componente horizontal da aceleração (com escalas adequadas)

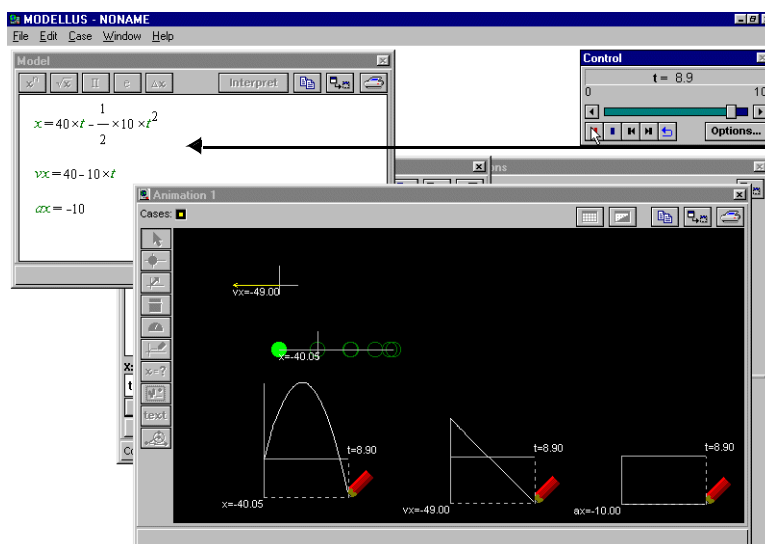
31



Os vários gráficos podem ser observados simultaneamente ou isoladamente na janela **Gráfico** (utilizar a tecla **Ctrl** para fazer várias seleções, ou arrastar o rato)

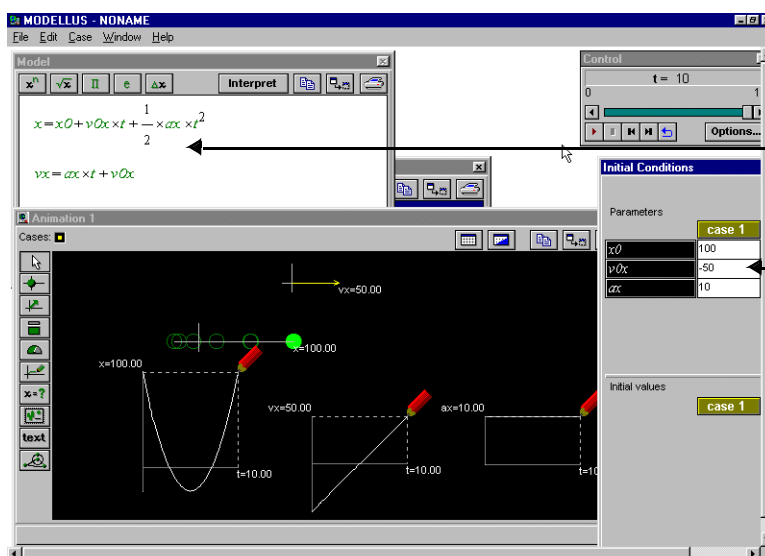
Desligou-se as linhas de chamada dos gráficos, no botão **Opções**

32



Investigue o movimento descrito por estas funções. Qual é a distância máxima da origem que a partícula atinge?

33



Investigue o movimento descrito por estas funções

Valores de

x_0 (posição inicial)

v_{x0} (velocidade inicial, componente horizontal)

a_x (componente horizontal da aceleração)