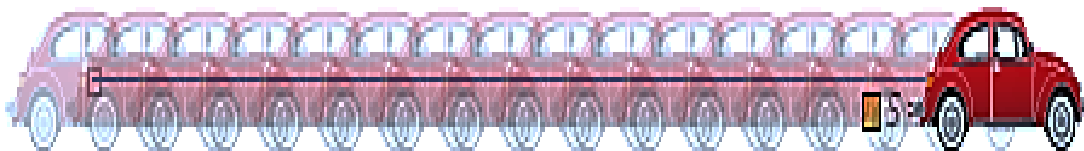




Iniciação à Modelagem Computacional: Utilização do Software Modellus no Ensino de Cinemática



MESTRANDA: DELMA PEREIRA DE ANDRADE

ORIENTADORA: QUEILA FERREIRA DA SILVA



APRESENTAÇÃO

Caro (a) professor (a), esta obra é resultado de uma pesquisa realizada como requisito obrigatório do programa de Mestrado Profissional no Ensino de Física - MNPF, promovido pela Sociedade Brasileira de Física - SBF.

Desse modo, a presente obra trata-se de um produto educacional, no qual está descrita na dissertação intitulada: “UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CINEMÁTICA”, da Mestranda Delma Pereira de Andrade, sob a orientação da professora Dr^a Queila da Silva Ferreira, pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR, no Campus de Ji-Paraná.

Este produto educacional apresenta algumas instruções de como utilizar o software Modellus, no ensino de física, precisamente no estudo de movimentos retilíneos, tais como, movimento Retilíneo uniforme e movimento Retilíneo uniformemente variado. O programa pode ser baixado no site www.modellus.com.br (Andrade, 2016). Porém, antes de iniciar as simulações utilizando no referido software, deve-se primeiro conhecer algumas das funções básicas de manuseio do programa. Vamos lá?

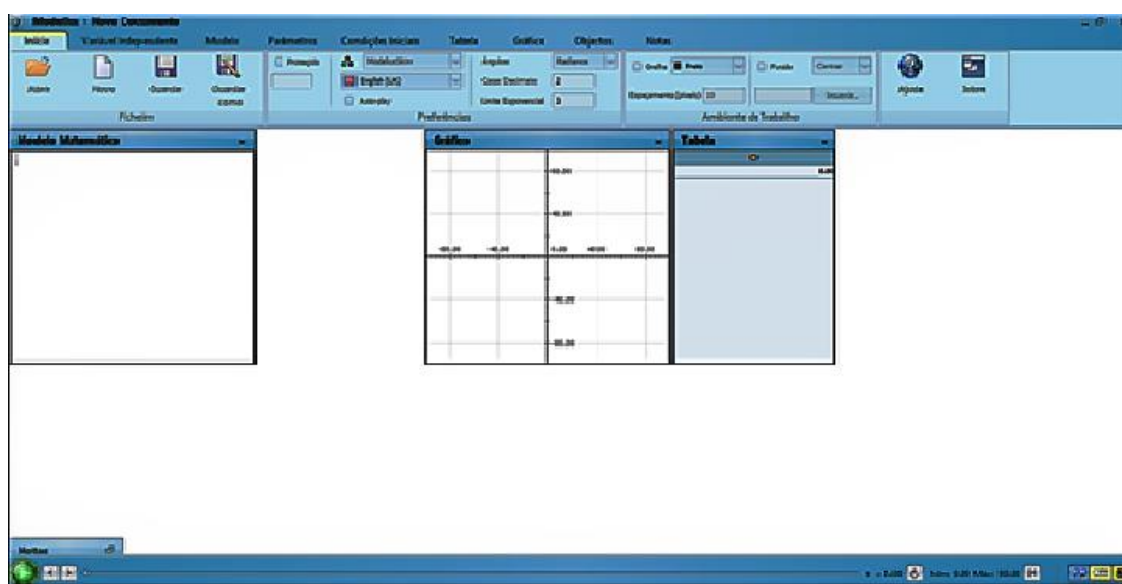
CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O SOFTWARE MODELLUS

O software Modellus é um software de livre acesso, criado para educadores das áreas específicas, como física, química, matemática e ciências, que desejam uma ferramenta a mais para incrementar suas aulas com o uso de tecnologia, mas para que o computador execute o software é necessário que tenha a versão do programa Java instalado (www.java.com/ptBR/download/). Na página do Modellus, também é possível encontrar outras informações sobre o programa, além de alguns exemplos de modelos prontos para aplicações.

Para construir um modelo básico com o Modellus, basta seguir as seguintes instruções:

1º) Ao abrir o software Modellus, aparecerá a imagem da Figura 1.

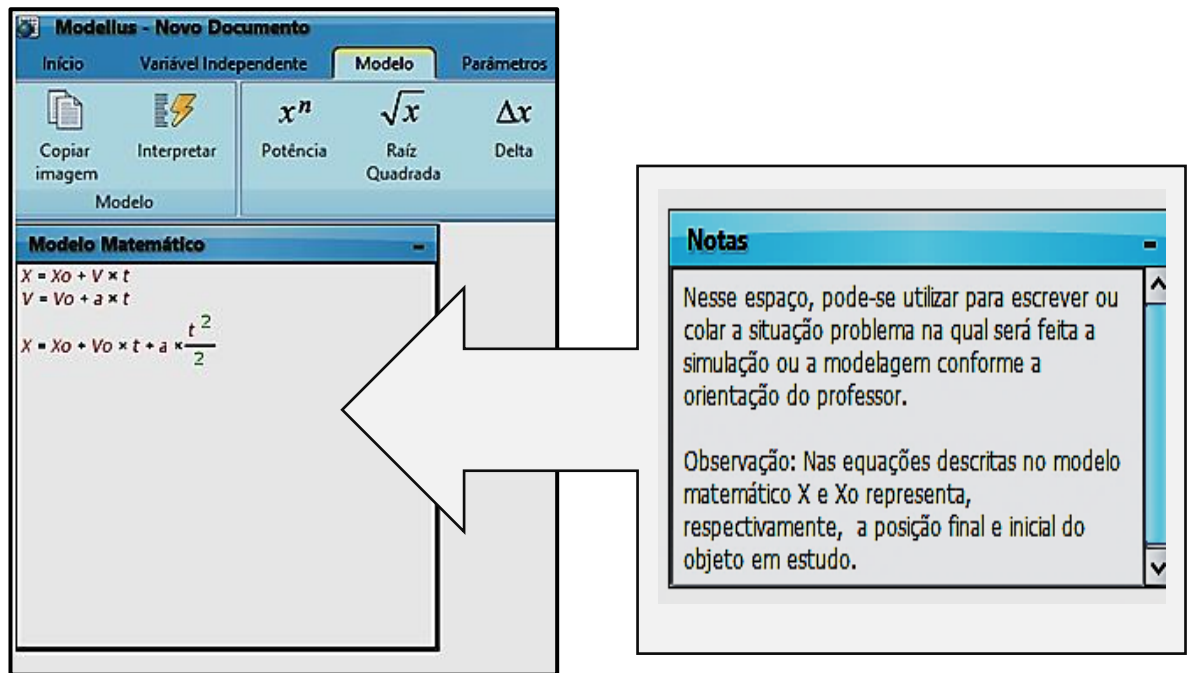
Figura 1: Representação do software Modellus



2º) Clique no ícone “Modelo Matemático” (Figura 2) e escreva a equação que irá descrever o modelo em estudo.

Dica: Caso não consiga acessar a página do Modellus, basta fazer uma busca na internet que encontrará alguns trabalhos com o software pronto para ser instalado no PC.

Figura 2: Representação do ícone modelo matemático no software Modellus



3º) Clique no botão “Interpretar” para verificar se a equação está completa, ou se será aceita pelo programa.

4º) Na janela “Parâmetros” (Figura 3), atribui-se os valores para as variáveis da equação. Note que a variável tempo (t) não aparece em parâmetros, pois o programa já o reconhece como uma variável independente neste caso, porém esta pode ser alterada para a variável na qual desejar.

Figura 3: Representação do ícone parâmetros no software Modellus

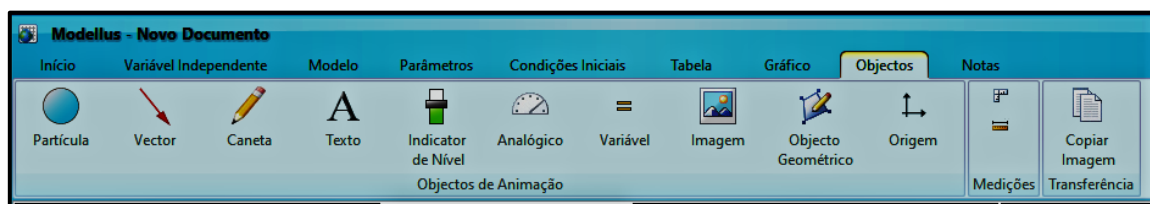
The screenshot shows the Modellus software interface with the 'Parâmetros' tab active. The main window is titled 'Modellus - Novo Documento' and has five tabs: 'Início', 'Variável Independente', 'Modelo', 'Parâmetros', and 'Condições'. The 'Parâmetros' tab is active, displaying a table of parameters:

	Início	Variável Independente	Modelo	Parâmetros	Condições
$X_0 =$	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$V_0 =$	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$a =$	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00

The word 'Parâmetros' is also displayed at the bottom right of the window.

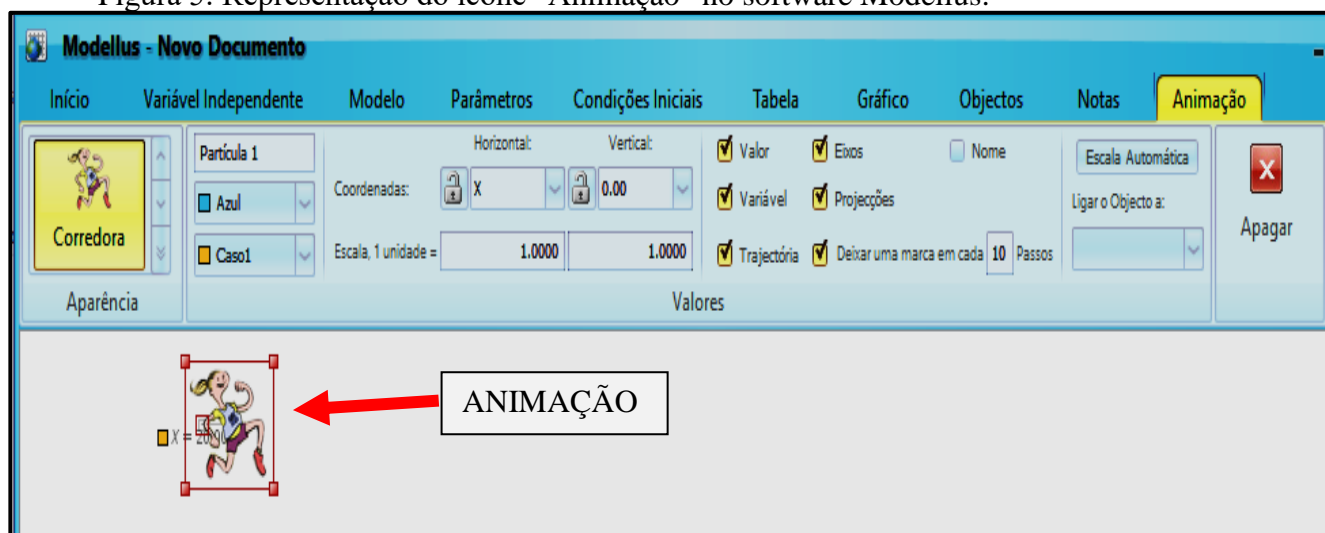
5º) Clique na janela “Objeto” para escolher a figura que representará o objeto em estudo. Ao clicar nesta janela aparecerá janela conforme Figura 4.

Figura 4: Representação do ícone “Objetos” no software Modellus.



A seguir clique em “Partícula” (Figura 5) e depois na tela onde queira que o movimento seja executado, você irá notar uma nova janela “Animação”, nessa janela liga-se o objeto, aquele que representará seu movimento, podendo ser a figura de um carro, partícula, etc., à variável disponível, podendo escolher o movimento vertical ou horizontal.

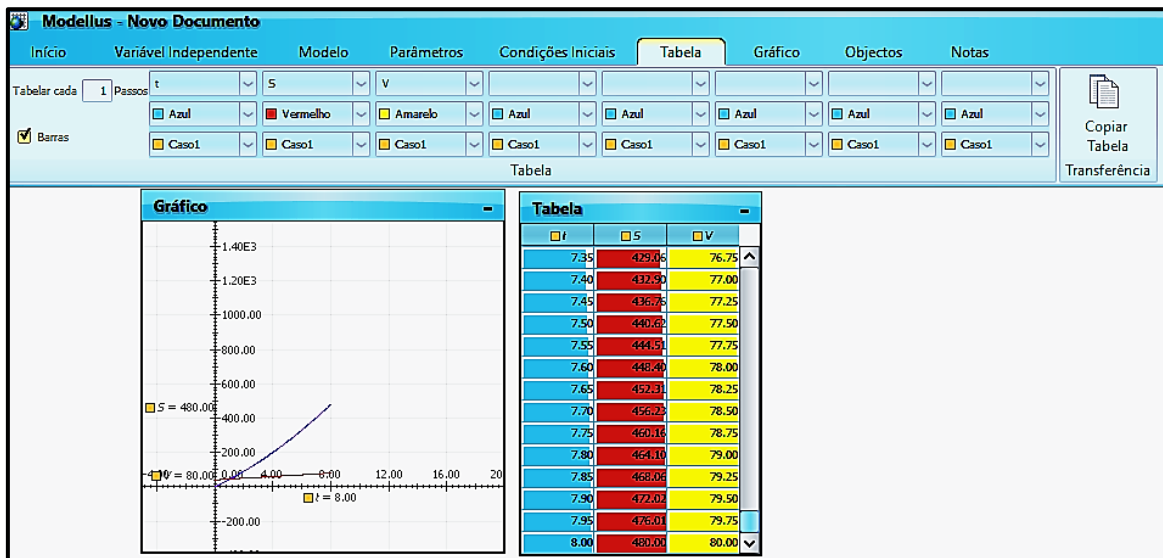
Figura 5: Representação do ícone “Animação” no software Modellus.



Porém, como estamos interessados apenas em movimentos retilíneos na horizontal, marcar-se a apenas as variáveis nesta coordenada.

6º) Ao clicar nos ícones de gráfico e tabela o usuário poderá ligar as variáveis com uma cor que será representada no gráfico e na tabela, conforme a Figura 6.

Figura 6: Representação do ícone “Tabela e Gráfico” no software Modellus.



SIMULAÇÕES DE MOVIMENTOS RETILÍNEOS COM O SOFTWARE MODELLUS

A partir de agora será feito algumas simulações com o software Modellus. A ideia é que a partir das simulações os alunos consigam manipular sozinhos os modelos a partir da situação problema proposta pelo professor. A seguir, serão apresentadas três situações, nas quais se refere apenas a movimento retilíneo e uniforme, e movimento uniformemente variado.

Simulação: Movimento retilíneo e uniforme (MRU)

Para melhor simulação relembremos alguns conceitos de MRU.

O que caracteriza o movimento retilíneo e uniforme, é a sua velocidade na qual se mantém constante, e diferente de zero, em trajetória retilínea.

Partindo da fórmula da velocidade (Bonjorno, 2016), e fazendo o tempo inicial $t_0 = 0$, temos a Equação I:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad V = \frac{S - S_0}{t - t_0} \quad (\text{Equação I})$$

Logo, obtemos a função horária da posição para o Movimento uniforme (Bonjorno, 2016):

$$S = S_0 + v \cdot t \quad (\text{Equação II})$$

Note que a Equação II é uma função do primeiro grau, portando o gráfico que representa essa função ($S \times t$) será uma reta, podendo ser crescente, caso o movimento seja progressivo, ou decrescente, caso o movimento seja retrógrado.

Se $S > S_0$, $\Delta S > 0 \therefore V > 0 = \text{movimento progressivo}$

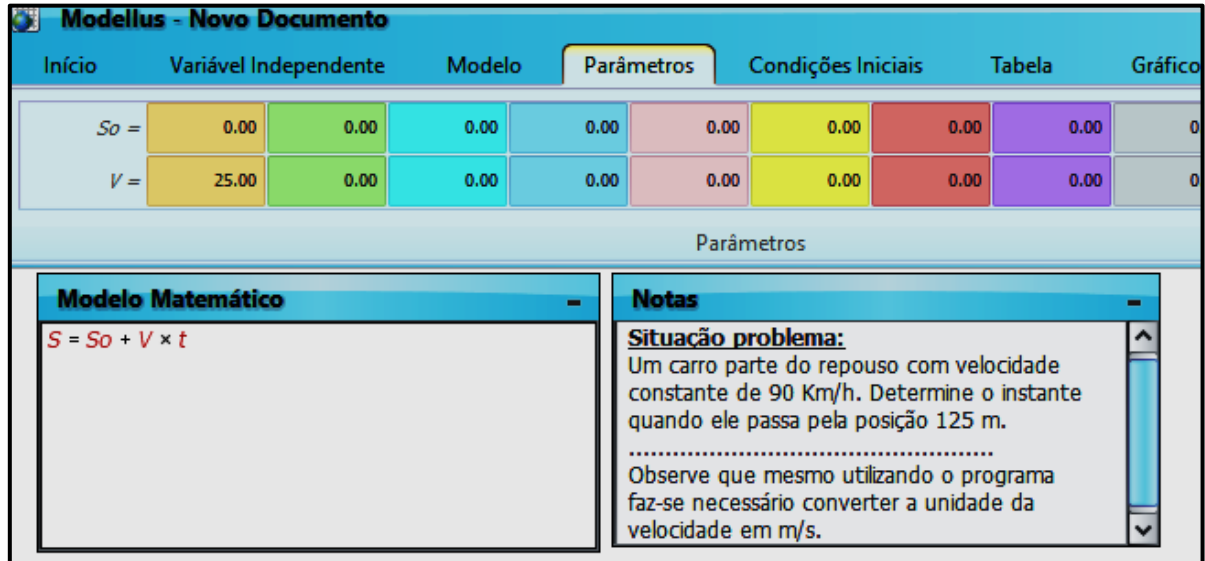
Se $S < S_0$, $\Delta S < 0 \therefore V < 0 = \text{movimento retrógrado}$

Caro Professor como o software Modellus trabalha com funções matemáticas, bem como gráficos e tabelas, seria bom aproveitar o momento e fazer uma breve revisão das funções de 1º e 2º grau relacionando aos gráficos. Por exemplo, ao escrever a função horária da posição, lembrar aos alunos que o gráfico dessa função sempre será uma reta, e aproveitar o momento para que o aluno aprenda a classificar o movimento em progressivo ou retrógrado.

1º SIMULAÇÃO

Neste momento, o professor pode organizar a turma para desenvolver a atividade. É interessante deixar o problema já salvo no computador de modo que o aluno o cole no ícone de notas no software Modellus. Porém, o aluno também poderá digitar o problema no ícone de modo a facilitar a simulação ou a modelagem (Figura 7).

Figura 7: Representação do Software Modellus com a 1ª situação problema.



	Início	Variável Independente	Modelo	Parâmetros	Condições Iniciais	Tabela	Gráfico
$S_0 =$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$V =$	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Modelo Matemático

$$S = S_0 + V \times t$$

Notas

Situação problema:
 Um carro parte do repouso com velocidade constante de 90 Km/h. Determine o instante quando ele passa pela posição 125 m.

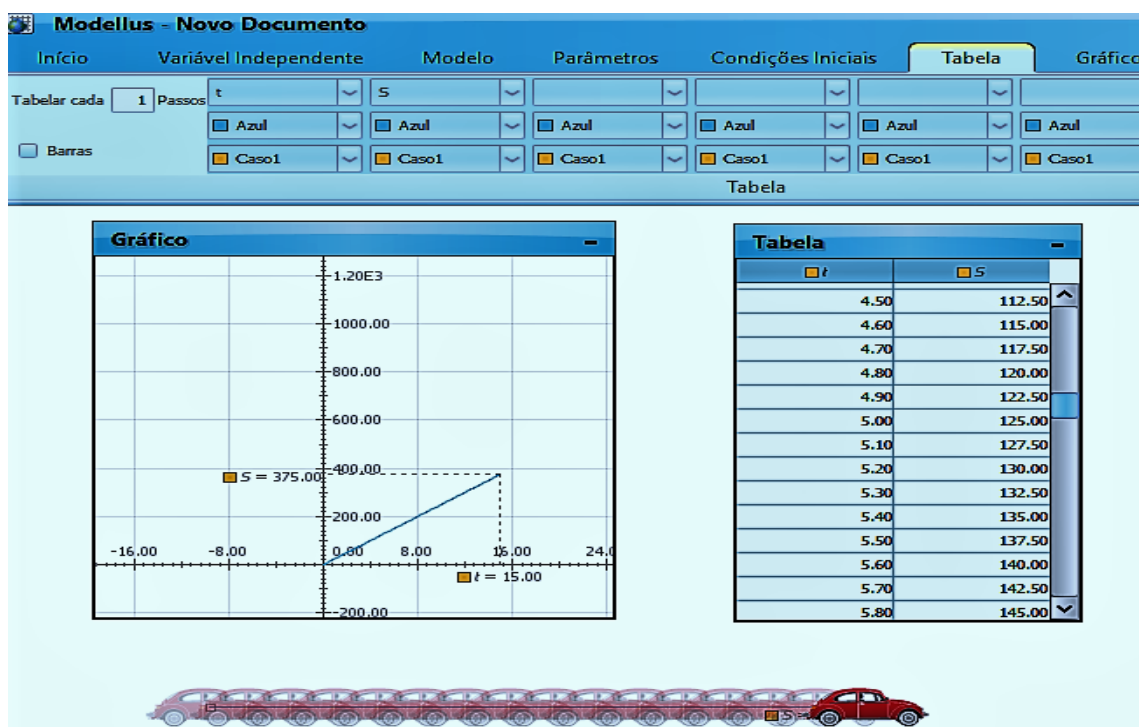
 Observe que mesmo utilizando o programa faz-se necessário converter a unidade da velocidade em m/s.

Logo após escrever a equação que rege o movimento e preencher os valores dos parâmetros, neste caso coloca-se a posição inicial de valor igual zero, pois parte da origem, e a velocidade constante do móvel de 25 m/s, agora, escolheremos um objeto para representar o movimento, lembrando que nossas coordenadas será S na horizontal e zero para a vertical, ajuste os passos em variável independente, neste caso usou-se passos de 0.1 e Max. De 15, em

seguida é só apertar o play e observar o movimento. Procure o instante na tabela quando o móvel passa pela posição 125m (Figura 8).

Professor seria interessante antes, ou mesmo durante a utilização do Modellus, abordar conceitos de deslocamento, intervalo de tempo e velocidade com os alunos. Por exemplo, meça a distância que um aluno caminha dentro da sala de aula e o tempo que ele leva para ir de um ponto a outro dando um significado maior ao modelo matemático e aos conceitos físicos.

Figura 8: Representação gráfica da 1ª simulação no Software Modellus.



É possível fazer o download de figuras na internet e substituir pelos objetos do programa, bem como também é possível inserir um fundo de tela no programa para melhorar o aspecto visual. Outra opção, para determinadas situações é trabalhar com a equação pronta dentro do modelo matemático, sem necessidade de escrevê-las em parâmetros.

2º SIMULAÇÃO

Primeiramente escreva a situação problema para começar a simulação, note na Figura 9 que a equação que rege este movimento está descrita em forma de condições.

Para descrever o modelo matemático para essa situação problema, faça para o primeiro carro a função S1 para o segundo carro descrevemos a função S2, a condição S explícita que a posição será S2 quando t for maior ou igual a 3 segundos.

Figura 9: Representação do Software Modellus com a 2º situação problema.

Modellus - Novo Documento							
Início	Variável Independente	Modelo	Parâmetros	Condições Iniciais	Tabela	G	
		x^n	\sqrt{x}	Δx	$\frac{dx}{dt} =$	x_i	$\text{last}(x)$
Copiar imagem	Interpretar	Potência	Raiz Quadrada	Delta	Taxa de Variação	Índice	Último
Modelo		Elementos					
Modelo Matemático				Notas			
$S1 = V1 * t$ $S2 = V2 * (t - 3)$ $S = \begin{cases} 0, & t < 3 \\ S2, & t \geq 3 \end{cases}$				<p>Situação problema: Um carro parte de um certo ponto com velocidade constante de 20 m/s, passando-se 3 segundos um outro carro passa pelo mesmo local com velocidade constante de 80 m/s na mesma direção e sentido do primeiro carro. Determine:</p> <p>a) o instante em que os dois carros se encontram; b) a posição em que ocorre o encontro.</p>			

Próximo passo é adicionar os parâmetros, fazendo V1 igual a 20 m/s e V2 igual a 80 m/s. Como ambos os carros partem de um mesmo ponto, considera-se está a origem, logo a posição inicial em ambos os casos será igual a zero. Em seguida escolha o objeto para simular

o movimento e liga-se o objeto com sua respectiva coordenada (Figuras 4 e 5), sendo para o primeiro carro a coordenada horizontal S_1 , e para o segundo carro a coordenada será S , e ambos os casos a coordenada vertical será zero, pois não há movimento nessa direção. Ainda, para analisar a simulação da situação problema, deve-se ligar as variáveis S_1 e S à tabela e ao gráfico (Figura 10). Nesta simulação usamos a variável independente, com 0,05 passos e o Máx. 10 segundos. Observe o instante e a posição em que ocorre o encontro.

Figura 10: Representação gráfica da 2ª simulação no Software Modellus



Aproveite as animações dos modelos e reforçe os conceitos de posição inicial e final, e também os conceitos de deslocamento e velocidade.



Simulação: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Para facilitar a compreensão dos eventos simulados relembramos alguns conceitos de MRUV.

O que caracteriza o movimento retilíneo uniformemente variado, é a sua aceleração na qual se mantém constante, e diferente de zero, ou seja, a velocidade sofre variação iguais em intervalo de tempo iguais.

Partindo da fórmula da aceleração (Bonjorno, 2016), e fazendo o tempo inicial $t_0 = 0$, temos a Equação III:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad V = \frac{V - V_0}{t - t_0} \quad (\text{Equação III})$$

Logo, obtemos a função horária da velocidade para o MRUV ou MUV (Bonjorno, 2016) (Equação IV):

$$V = V_0 + a \cdot t \quad (\text{Equação IV})$$

Já a equação que representa a posição em função do tempo no MRUV (Bonjorno, 2016) é expressa pela Equação V:

$$S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \quad (\text{Equação V})$$

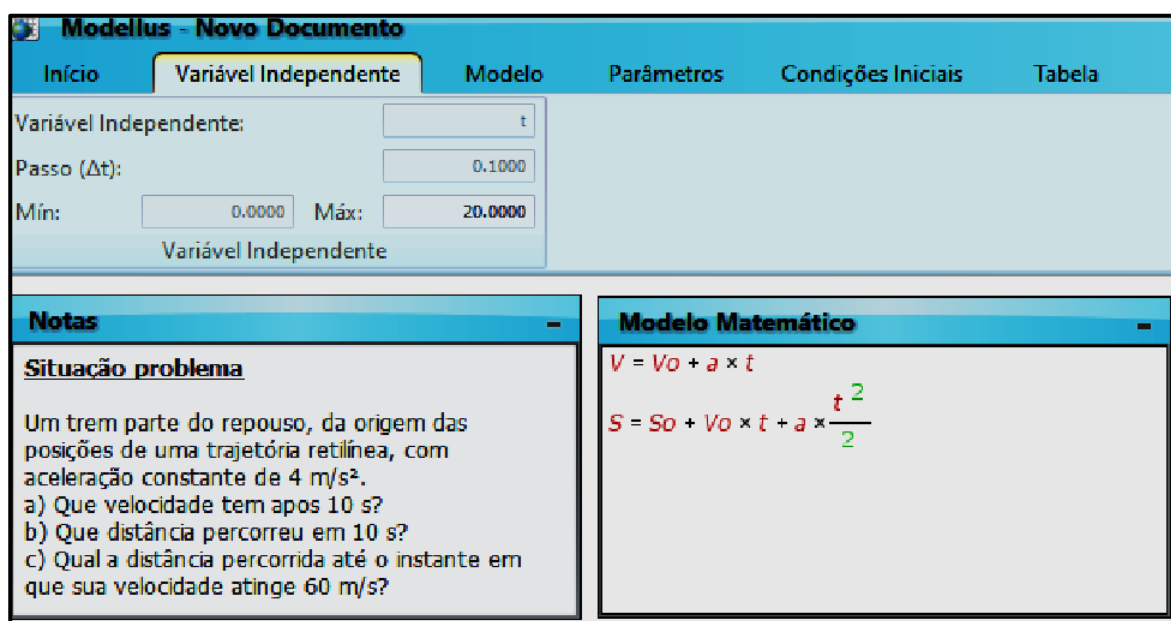
Se $V \cdot a > 0$, o movimento é acelerado

Se $V \cdot a < 0$, o movimento é reterdado

Simulação

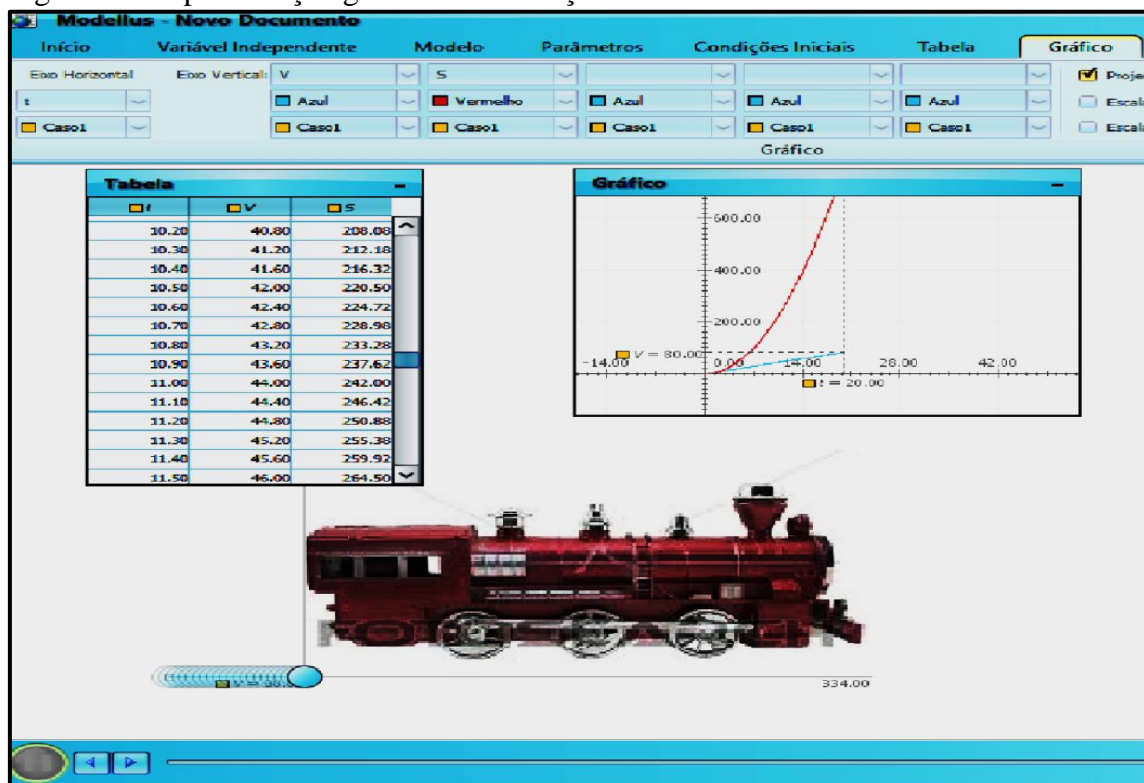
Para iniciar a simulação, faz-se igual as simulações anteriores. Primeiro escreve-se a situação problema, em seguida descreve-se a equação que rege o movimento. Note que o valor da variável independente está em 0.1 (passos) e o tempo máximo para este movimento é de 20 segundos (Figura 11).

Figura 11: Representação do software Modellus com a situação problema de MUV.



A seguir, clique em “Parâmetros” e adicione a aceleração de 4 m/s², o valor da velocidade inicial e da posição inicial é zero, pois parte do repouso da origem das posições. Adicione um objeto para representar o “trem”, uma sugestão é baixar uma imagem da internet e liga-la a partícula na qual foi selecionada para representar o movimento. Preencha as coordenadas do objeto, aqui pode-se selecionar tanto V como S, pois o movimento pode ser representado simultaneamente no gráfico e na tabela (Figura 12), para isso basta que selecione nos ícones gráfico e tabela as variáveis em questão.

Figura 12: Representação gráfica da simulação de MUV no software Modellus.



Para responder as questões da situação problema basta verificar os valores na tabela ou no gráfico da simulação.

SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Uma proposta ao professor é trabalhar com grupos de alunos, proponha aos alunos uma situação problema envolvendo questões de Movimento Retilíneo e peça para que eles desenvolvam seu próprio modelo com base na situação problema fornecida.

Incentive-os a colocar ilustrações no fundo da tela para melhorar o aspecto visual, e deixe com que eles manipulem os objetos de animação de forma a tornar a utilização do software, e também, a aula mais divertida.

REFERÊNCIAS

Andrade, Marcelo Esteves de; **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: aplicações práticas para o ensino de física**. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2016.

Bonjorno, José R.; Bonjorno, Valter, Bonjorno, Beatriz de Fátima A.; Bonjorno, Maria A., Ramos, Clinton M.; Prado, Eduardo de Pinho; Casemiro, Renato. **Física Mecânica**. Volume 1.3° ed. São Paulo: FTD. 2016.