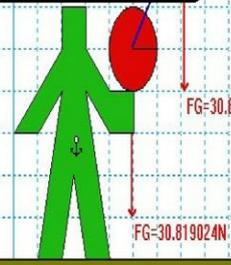


# TUTORIAIS EM SIMULAÇÕES VIRTUAIS DE MECÂNICA PELO INTERACTIVE PHYSICS

• BRUNO GAEDE DE ALMEIDA  
CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR •

Vol.1

\* Passos de Início ao Interactive Physics  
 \* Movimento Retilíneo Uniforme  
 e Uniformemente Variado



## **SOBRE OS AUTORES**

### **BRUNO GAEDE DE ALMEIDA**

Professor de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC) Campus Cruzeiro do Sul. Possui graduação em Licenciatura em Física pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) (2011). Professor desde 2012, lecionou Física em diversos níveis como Educação de Jovens e Adultos, Ensino Médio e Ensino Superior. Atualmente é mestrando em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Sociedade Brasileira de Física – SBF pelo Polo 05 (UNIR) cujo orientador é coautor desta obra.

### **CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR**

Professor permanente nível associado lotado no Departamento de Física de Ji-Paraná (DEFIJI) da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Graduado em Física pela Universidade de São Paulo (1990), mestre em Física pela Universidade de São Paulo (1993) e doutor em Física pela Universidade de São Paulo (1997). Possui experiência na área de Física Teórica e na área de Ensino de Física voltado para formação de professores, atuando principalmente no seguinte tema: uso de novas metodologias no ensino de Física. Atua como professor de nível superior desde o ano de 2000. Pertence ao quadro funcional como docente de nível superior da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) desde o ano de 2002.

## **AGRADECIMENTO**

Este trabalho foi realizado com auxílio de uma bolsa de estudos apoiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## **SOBRE O PRODUTO**

Este produto educacional disponibilizará uma metodologia de aplicação de um manual, que contém tutoriais de criação e aplicação de simulações virtuais com o software Interactive Physics, sendo destinado a professores de Física do ensino médio. Esta ferramenta de ensino será inserida em conjunto aos conteúdos que fazem parte do início da ementa curricular do 1º ano do ensino médio em 4 aulas de 100 minutos cada, sendo eles, o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, lançamento oblíquo plano inclinado com e sem atrito, com uma avaliação na última aplicação. O simulador em questão, tem propósito de melhorar a compreensão dos conteúdos e estimular o poder de abstração dos fenômenos físicos.

Para a aplicação do produto educacional foi utilizado o método construcionista de Seymour Papert, no qual o aluno irá ter o poder de ser o artista e condutor de sua aprendizagem, mediante a manipulação do simulador, afim de que se possa obter novas conexões e habilidades, ocorrendo de uma maneira participativa e interativa do processo de ensino-aprendizagem.

Importante destacar que na concepção construcionista, o professor não decreta seu conhecimento ao aluno, ele conduz, aconselha e encoraja.

## **SOBRE O INTERACTIVE PHYSICS**

É um software de propriedade da Design Simulation Technologies, uma empresa americana com sede na cidade de Canton, estado de Michigan, que comercializa e suporta produtos de software utilizados por estudantes, educadores e profissionais para aprender e ensinar princípios de Física e usar esses princípios para construir modelos virtuais de projetos mecânicos. O software tem o perfil de cooperar diretamente na docência por proporcionar uma instrução sobre princípios abstratos, através de suas ferramentas que permitem a modificação das propriedades da natureza presente na simulação, como a gravidade e a resistência do ar, ou até mesmo a massa e o tipo de material a ser usado.

Para a criação do produto educacional foi utilizado a versão 9.0, sendo esta uma versão paga, que foi comprada para desenvolver este trabalho. Para aquisição, é necessário entrar em contato pelo e-mail [ip.support.support@design-simulation.com](mailto:ip.support.support@design-simulation.com) com a empresa Design Simulation Technologies.

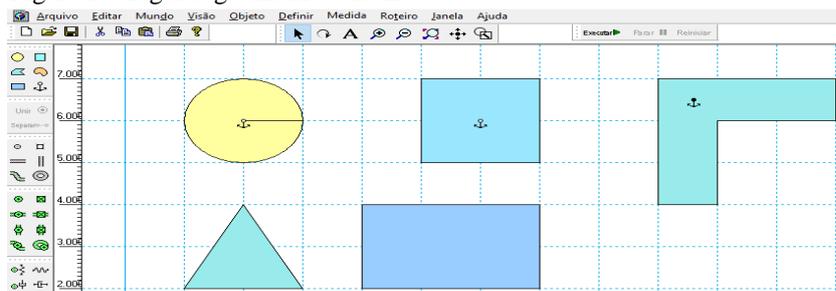
É possível utilizar uma versão demonstração ao preencher o formulário no site <http://www.design-simulation.com/IP/demo.php>, no qual um representante entrará em contato para enviá-lo.

# 1 – PASSOS DE INÍCIO AO INTERACTIVE PHYSICS

De início, irão ser efetuados alguns passos de pré-produção das simulações, isto é importante para uma melhor adaptação às funcionalidades do software. Estes primeiros passos serão instruções de manuseio das ferramentas essenciais para a criação e desenvolvimento dos experimentos relacionados a este primeiro estágio, assim como também servirão de base para os demais.

À primeira vista o Interactive Physics assemelha-se com o software Paint, (Figura 1), que faz parte do rol de softwares inclusos no Windows, e isto se deve ao formato de ambos terem uma área de trabalho inicialmente em branco com diversas ferramentas dispostas à esquerda e/ou na parte superior.

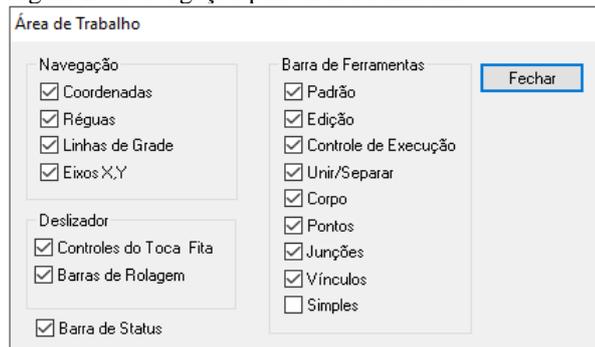
Figura 1 – Figuras geométricas no IP



## 1º Passo-Projeto: Área de Trabalho

Descrição: Neste passo, irá ser inserido itens de referência na simulação, dentre os quais estão as (coordenadas, régua, linhas de grade, e eixo X e Y). Tais itens são fundamentais para a orientação da simulação. Estes itens estão dentro da seção de ajustes que se situa na parte superior do software: (Visão → Área De Trabalho → Navegação), conforme Figura 2.

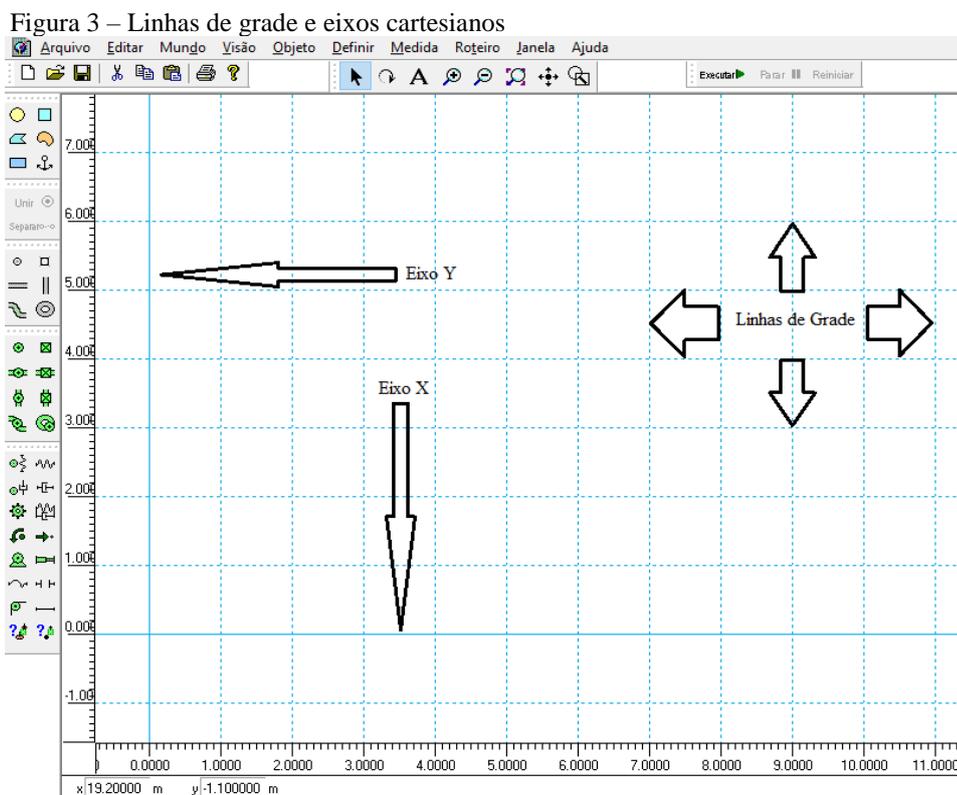
Figura 2 – Navegação pela área de trabalho



A partir de então, se tem uma visão geral da área de trabalho ainda sem nenhuma criação feita, porém com itens essenciais para dar início à simulação.

A Figura 3 mostra as linhas de grade, que são tracejadas em azul, e é com o auxílio dela que irá ser criado os objetos pela área de trabalho.

Eixos X, Y: São os eixos do plano cartesiano e oferecem o mesmo auxílio que as linhas de grade, porém conforme o tamanho que a simulação venha a se tornar, é importante ter um ponto de partida para a simulação, e é este o papel desta função.



## 2º Passo-Projeto: Criação de Objetos e Fixação

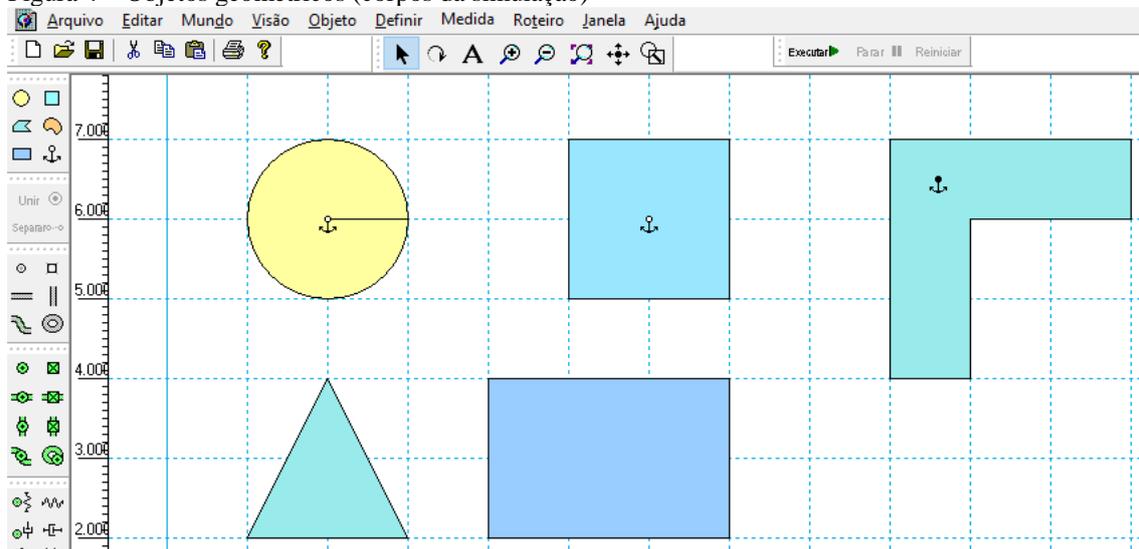
Descrição: Neste passo inicial, o professor irá desenvolver tanto a criação de objetos como a fixação destes dentro do programa, tais itens são fundamentais para a execução de qualquer experimento virtual.

Note que na parte superior da coluna de ferramentas à esquerda, (Figura 3), possui diversas Figuras geométricas como círculo, quadrado, retângulo etc. É nesta seção que iremos dar clique simples com o mouse na Figura desejada, e com o auxílio das linhas de grade e /ou dos eixos x e y criar o objeto utilizando a criatividade. Uma das Figuras que iremos comumente

utilizar é a polígono, pois ela é abrangente muitas possibilidades de criação quando se trata de um objeto com linhas retas, de forma definida como um pentágono ou uma indefinida criada aleatoriamente.

O item que também está incluso nesta seção é a âncora, que serve para a função específica de fixar o objeto na área de trabalho, isto resultará em um objeto imóvel que não irá sair de sua coordenada independentemente de quaisquer alterações feitas na natureza da simulação que veremos no passo-projeto a seguir, tampouco a qualquer colisão que possa eventualmente ocorrer. Para ocorrer a fixação, se deve clicar primeiramente na âncora e depois em qualquer lugar do objeto a ser escolhido. Observe a Figura 4.

Figura 4 – Objetos geométricos (corpos da simulação)



### 3º Passo-Projeto: Inclinações dos corpos

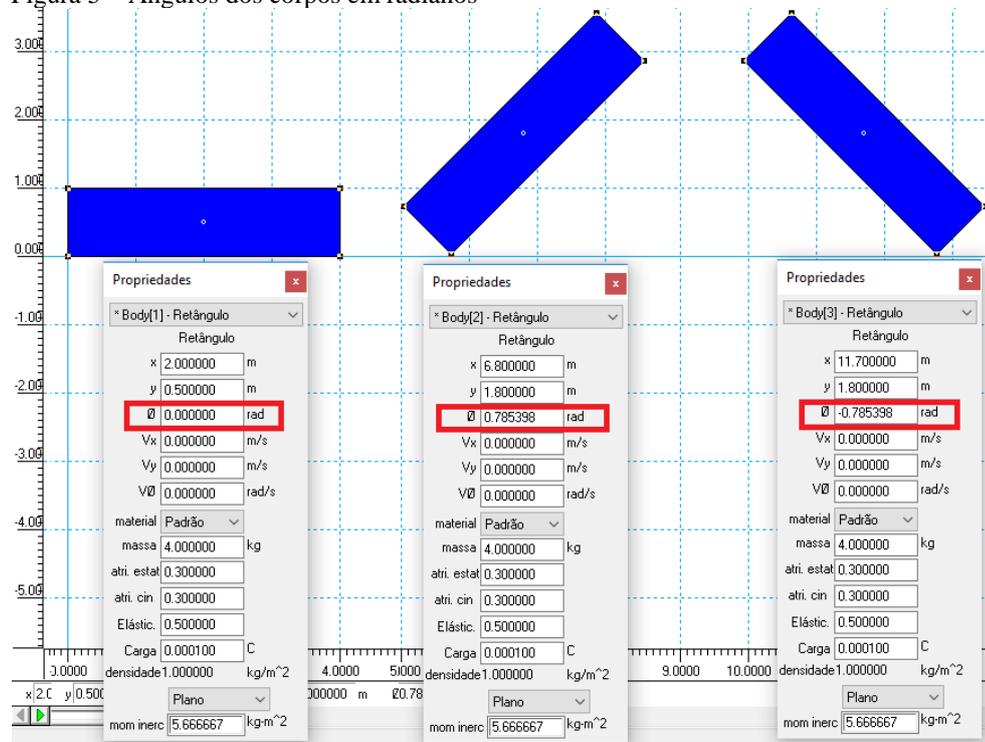
Descrição: Neste passo será apresentado como deixar corpos de maneira inclinada. Inicialmente percebe-se que a criação de corpos é feita de maneira a fazer com que os corpos se movimentem horizontalmente ou verticalmente, logo, para um movimento inclinado sobre um plano, deve-se alterar o ângulo  $\theta$  mediante modificações dos valores desta propriedade do corpo.

Em clique duplo sobre qualquer corpo criado aparecerá as propriedades, o  $\theta$  estará na 3ª opção.

O Interactive Physics utiliza valores de ângulos em radianos e não em graus, logo deve-se converter e fazer a relação caso necessário sobre estes valores de medidas.

Nos retângulos da Figura 5, são mostrados os ângulos de  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $-45^\circ$ , ou  $0$  rad,  $0,785398$  rad, e  $-0,785398$  rad, respectivamente.

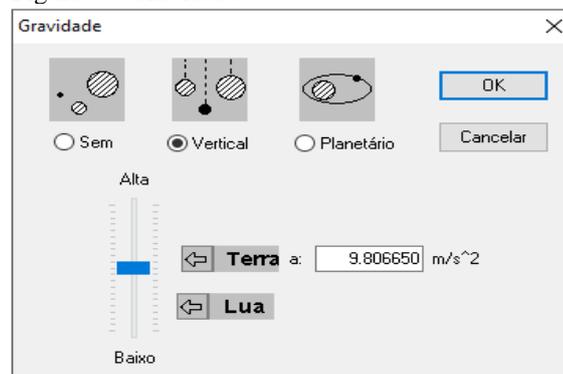
Figura 5 – Ângulos dos corpos em radianos



#### 4º Passo-Projeto: Alterar a Natureza

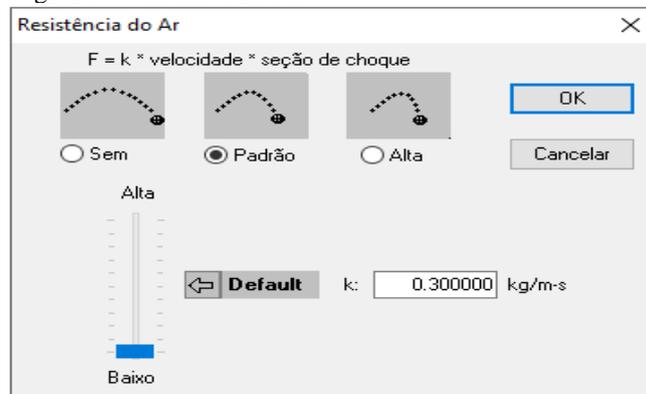
Descrição: Neste passo, irá ser abordado a manipulação da natureza da simulação virtual, no que se refere a mudança de valores em aceleração gravitacional, resistência do ar. Na seção superior (Mundo → Gravidade) teremos ajustes da gravidade, na qual podemos eliminá-la, inseri-la com o valor a desejar. Veja a Figura 6.

Figura 6 – Gravidade



Na seção superior (Mundo → Resistência do Ar), podemos também eliminar este tipo de resistência ou inserir um valor desejado, (Figura 7).

Figura 7 – Resistência do ar

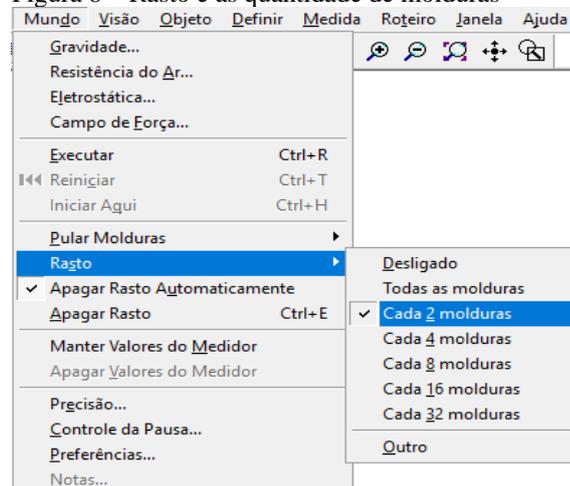


## 5º Passo-Projeto: Fotógrafo Preciso

Descrição: Ao se dar partida em um movimento de um corpo, geralmente não é possível ter uma boa visualização tanto de seu percurso realizado como das alterações ou não de velocidades que ocorrem ao longo de seu movimento. A ferramenta disposta ainda na seção superior em (Mundo → Rasto), pode-se escolher um valor a desejar de número de molduras, e isto seria um fotógrafo que irá tirar uma foto a cada número de molduras definido.

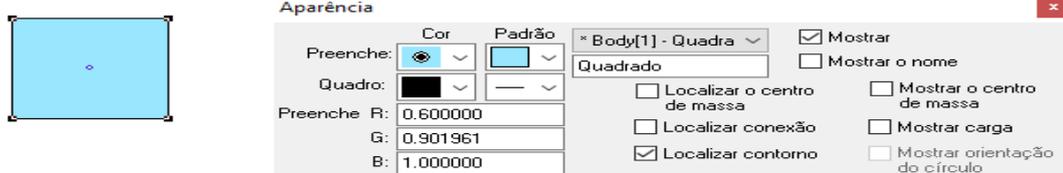
Exemplo: Se for escolhido a opção de 2 molduras, a cada 2 cliques efetuado no mouse para movimento da simulação, será registrado uma foto, e ela ficará amostra na própria simulação, ou seja, após 20 cliques de mouse ou 20 molduras de movimento executadas, teremos 10 fotos registradas, pois ocorrerá uma foto a cada 2 molduras, e assim sucessivamente. Observe a Figura 8.

Figura 8 – Rasto e as quantidade de molduras



Devido a uma atualização desta nova versão do software, é preciso executar este seguinte passo para que o rasto apareça na simulação, na qual versões anteriores não necessitam, bastando efetuar (Clique Simples Sobre o Objeto → Janela → Aparência → Localizar Contorno). Conforme (Figura 9).

Figura 9 – Contorno



Durante o registro dos rastros devido a um objeto somente, não há nenhum problema, porém se tiver dispostos vários objetos se movimento, cada um registrando seu próprio rasto, ocasionalmente será exigido a eliminação dos rastros de toda a simulação para novas análises, para isto, basta executar o comando (CTRL+E).

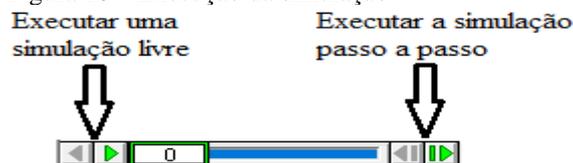
Por fim, é importante deixar claro uma média que é efetuada pelo software, quanto às molduras em relação ao tempo que elas levam para serem registradas, logo, 20 molduras equivalem exatamente a 1 segundo decorrido no cronometro.

## 6º Passo-Projeto: Execução da Simulação

A execução da simulação com cliques conforme mencionado acima poderá ser efetuada na ferramenta que se encontra na parte inferior esquerda, a ser realizada de duas maneiras.

Na simulação livre ao clicar na seta direita a simulação será posta em execução sem pausas, já na simulação passo a passo a simulação irá ser executada conforme os cliques que serão dados no mouse. (Figura 10).

Figura 10 – Execução da simulação



Em uma simulação sempre será necessário e útil o uso de um cronômetro, e o software traz esse item em (Medida → Tempo), que pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 – Tempo



## SIMULAÇÃO 1 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

Passos desenvolvidos pelo professor

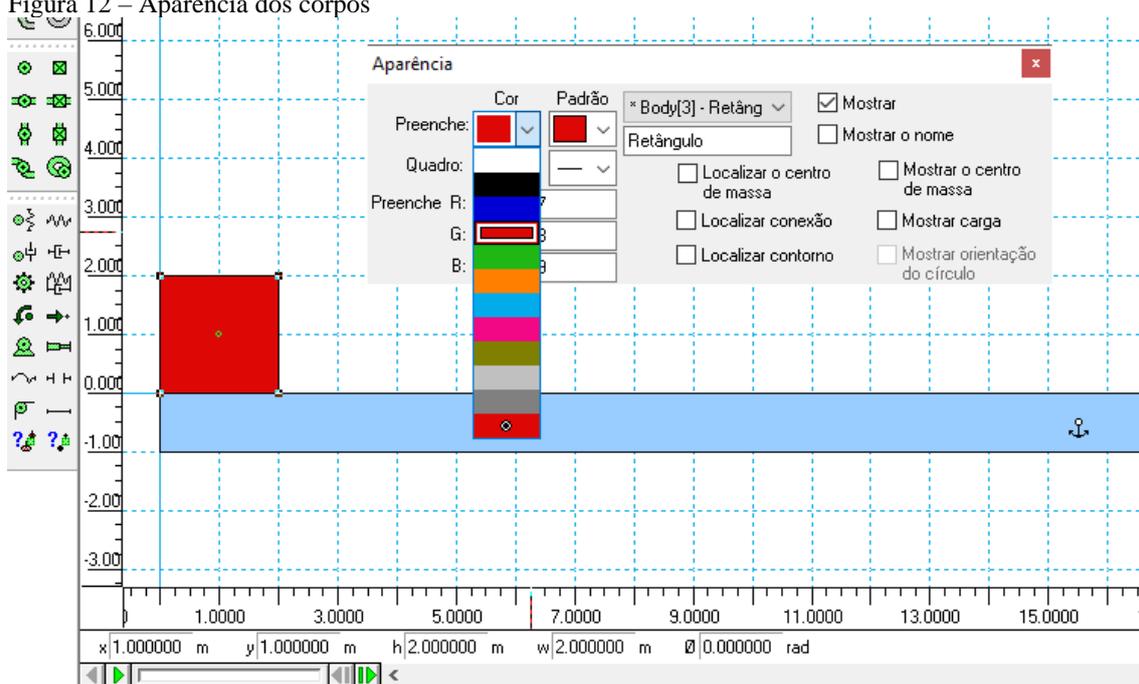
1º Passo – Aplicar a área de trabalho com coordenadas, régua, linhas de grade e eixos.

2º Passo – Criar um retângulo de dimensão de aproximadamente 20 metros, esta servirá como solo para a simulação, este deverá ser fixado com âncora. Sua posição deverá ser ficar exatamente paralelo ao eixo x.

3º Passo – Criar um bloco quadrado, este será nosso objeto de análise da simulação. Coloque o bloco em cima da superfície criada.

Conforme os passos citados, a simulação terá o seguinte formato inicial, onde foi alterado a cor do bloco para vermelho executando os comandos (Clique com botão direito → Aparência → Preenche → Cor) conforme a Figura 12.

Figura 12 – Aparência dos corpos



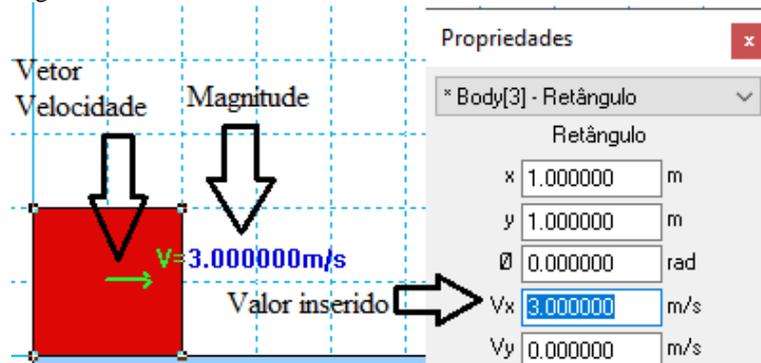
4º Passo – Modificação da Natureza

- Retirar qualquer tipo de gravidade local e resistência do ar atuante na simulação.

5º Passo – Agora, o quadrado será posto em movimento.

- Duplo clique sobre o quadrado aparecerá a janela (Propriedades), nela iremos inserir em  $V_x$  que representa a velocidade do neste eixo do plano cartesiano para 3 m/s. Veja a Figura 13.

Figura 13 – Vetores velocidade



Note agora que está sendo visível um vetor de cor verde saindo do centro do bloco, assim como a sua direção e o valor da sua magnitude.

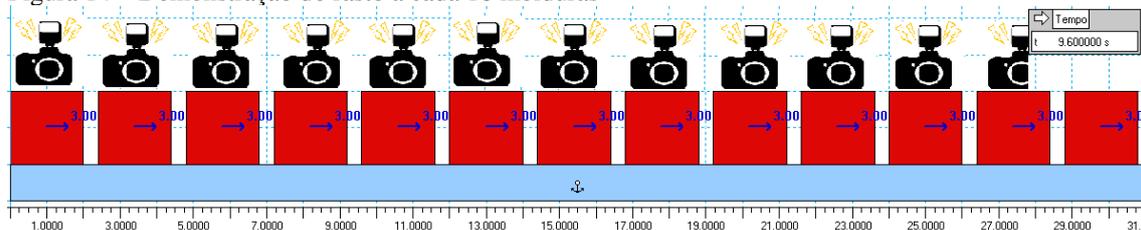
6º Passo – Neste instante já será possível uma breve análise inicial do fenômeno físico, clicando em executar.

7º Passo – Neste passo irá ser feita uma análise Física mais precisa da simulação, mediante a inserção do rasto na simulação. Primeiramente será posto a cada 16 molduras, e execução da simulação, depois com 32 molduras, visto que nesta ocasião será identificado que o intervalo de tempo entre cada moldura é exatamente o mesmo, evidenciando a constância da velocidade do bloco. Neste passo, também iremos fazer com que o vetor velocidade do bloco sempre permaneça mostrando sua direção e seu valor para poder fazer análises futuras, para tal basta clicar no bloco e ir em (Definir → Vetores → Velocidade).

A simulação terá então a seguinte forma:

A Figura 14 apresenta o rasto a cada 16 molduras.

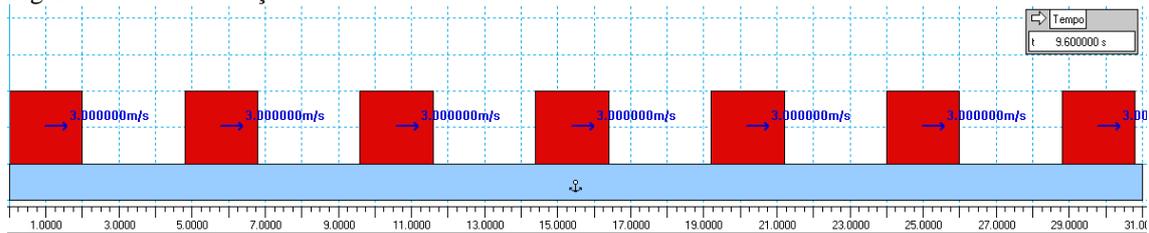
Figura 14 – Demonstração do rasto a cada 16 molduras



A máquina fotográfica de cor preta na Figura acima não irá aparecer na simulação, ela tem a função por agora somente de demonstrar sua empregabilidade.

Rasto a cada 32 molduras. Figura 15.

Figura 15 – Demonstração do rasto a cada 32 molduras



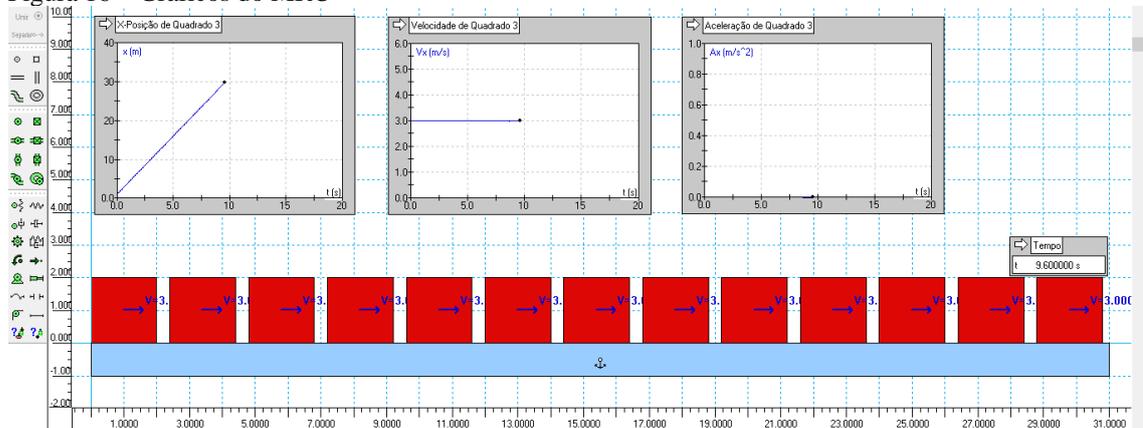
8º Passo – Este passo será de adquirir informações a respeito do entendimento dos alunos sobre a simulação até agora. Para isto serão feitas as seguintes perguntas:

- 1) O que os alunos observaram até agora?
- 2) O bloco quadrado alterou sua velocidade?
- 3) O bloco percorreu qual distância em 4 segundos, e em 8 segundos?

Tais informações serão registradas pelo professor no anexo 1.1.

9º Passo – Abordará a análise gráfica da simulação. Para tal, iremos dar clique simples no quadrado, e então iremos clicar no menu (Medida), e adicionaremos os itens (posição X, velocidade X, e aceleração X), um por vez. Após estes passos, iremos executar a simulação por aproximadamente 10 segundos, e teremos o semblante ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Gráficos do MRU



10º Passo – A partir dos gráficos, o professor irá indagar os alunos quanto suas percepções mediante a análise dos mesmos.

11º Passo – Será finalizado a simulação virtual com as informações finais do professor quanto a Física envolvida no mesmo, assim como as análises dos rastros e gráficos desenvolvidos.

## **DESAFIO 1 – FAÇA VOCÊ MESMO!**

Proposta de desafio a ser realizado pelos alunos para desenvolverem as habilidades no software envolvidas até o momento.

- Desta vez você será o responsável por criar a simulação! Mãos à obra!
- Crie um chão, e um corpo que se movimenta em cima deste, e utilize as diversas ferramentas dispostas no lado esquerdo proporcionando diversas ocorrências na simulação!

No anexo o professor deverá anotar sobre as criações realizadas pelos alunos.

## **SIMULAÇÃO 2 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO**

Passos desenvolvido pelo professor

1º Passo – Aplicar a área de trabalho com coordenadas, régua, linhas de grade e eixos.

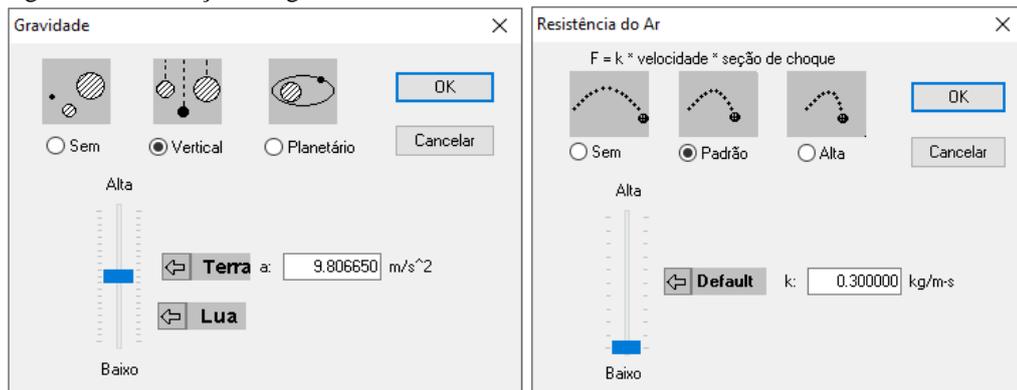
2º Passo – Criar um pequeno retângulo sobre o eixo x que servirá como solo para a simulação, este deverá ser fixado com a âncora.

3º Passo – Criar um círculo com diâmetro de aproximadamente  $2 \times 2$ , este será nosso objeto de análise da simulação. Sua posição deverá ser  $(0 ; 40)$ , ou seja, ele estará a 40 m de altura do chão.

4º Passo – Iremos alterar a aceleração gravitacional atuante na simulação, que será o valor de  $9,81 \text{ m/s}^2$  correspondente ao do planeta Terra Sendo que o objetivo é analisar um movimento retilíneo uniformemente variado. Deveremos desprezar quaisquer forças resistivas que interfeririam na simulação, logo iremos eliminar a resistência do ar, bastando desativar tal função da seção (Mundo → Resistência do Ar). Conforme a Figura 17.

Após efetuados os passos iniciais, a simulação ficará como na Figura 18.

Figura 17 – Alterações da gravidade e resistência do ar

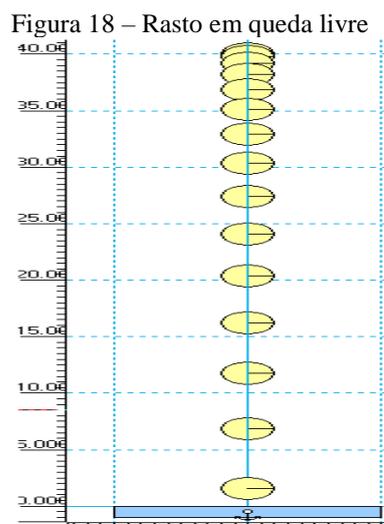


5º Passo – Neste instante já será possível uma breve análise inicial do fenômeno físico presente neste tipo de movimento. Para isto basta clicar no botão EXECUTAR na parte central superior da tela.

6º Passo – Neste passo iremos analisar a simulação mediante a inserção do rasto, escolhendo a opção de 2 molduras. Ao executar a simulação com a ferramenta de execução no inferior da tela, passo a passo, será identificado novamente nesta situação que o intervalo de tempo entre cada moldura é exatamente o mesmo, porém percebendo agora à não constância dos espaçamentos entre cada moldura, evidenciando-se um movimento retilíneo uniformemente variado.

Neste caso, pare a bola alguns instantes antes dela colidir com o solo.

A Figura 18 mostra o movimento de queda livre da bolinha.

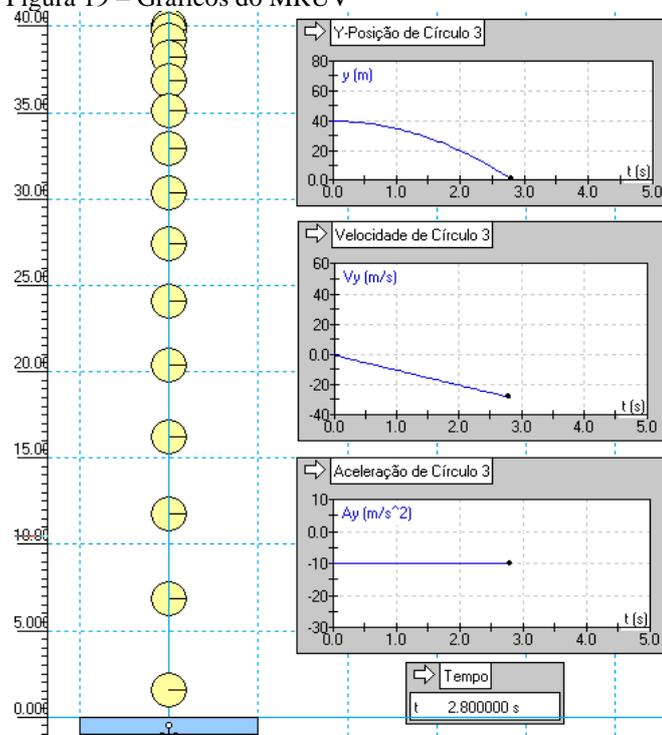


7º Passo – Este passo será de adquirir informações a respeito do entendimento dos alunos sobre a simulação até agora. Para isto serão feitas as seguintes perguntas:

- 1) O que se observou até agora?
- 2) O círculo teve sua velocidade alterada durante a queda?
- 3) Se está havendo alteração de velocidade do círculo, qual é o agente responsável por esta alteração?
- 4) O círculo percorreu qual distância em 1 segundo, e em 2 segundos?

8º Passo – Abordará a análise gráfica da simulação. Para isto, iremos dar clique simples no círculo, e então iremos clicar no menu (Medida), e adicionaremos os itens (posição Y, velocidade Y, e aceleração Y), um por vez, e em seguida executar a simulação até instantes antes de colidir com o chão.

Figura 19 – Gráficos do MRUV



9º Passo – A partir dos gráficos, o professor irá indagar os alunos quanto suas percepções mediante a análise dos mesmos.

10º Passo – O professor deverá questionar os alunos com as seguintes perguntas:

- 1) Quanto as diferenças deduzidas entre este tipo de movimento em relação ao movimento uniforme.
- 2) Quanto à forma matemática de como ocorre a variação da velocidade.
- 3) Qual a grandeza Física está relacionada à variação temporal da velocidade?

11º Passo – Será finalizado a simulação virtual com as informações finais do professor quanto a Física envolvida de movimento uniformemente variado, assim como as análises dos rastros e gráficos desenvolvidos.

## **DESAFIO 2 – FAÇA VOCÊ MESMO!**

Proposta de desafio a ser realizado pelos alunos para desenvolverem as habilidades no software envolvidas neste tipo de movimento.

- Desta vez você será o responsável por criar a simulação! Mãos à obra!
- Crie um chão, e um corpo qualquer a uma altura desejada acima deste solo.
- Acrescente situações diversas, você pode por exemplo, simular seu experimento para ser realizado com a gravidade da Lua, ou de algum planeta do sistema solar, ou pode alterar a massa do seu objeto, pode colocá-lo mais alto.

O professor deverá relatar sobre as criações realizadas pelos alunos no anexo.

## **EXERCÍCIO 1 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME**

Tais exercícios serão realizados pelos alunos desenvolvendo os consecutivos passos:

- 1º Passo – Ao iniciar o software, aplicar todos os elementos fundamentais da área de trabalho.
- 2º Passo – Criar um corpo para servir como solo, e fixa-lo na área de trabalho.
- 3º Passo – Criar um objeto e inseri-lo no final do solo criado no passo anterior, fixando-o ao final.
- 4º Passo – Criar um objeto e inseri-lo no início do solo criado.
- 5º Passo – Adicionar um valor de velocidade horizontal no objeto livre.
- 6º Passo – Criar gráficos de posição, velocidade e aceleração referentes ao objeto que se movimentam.

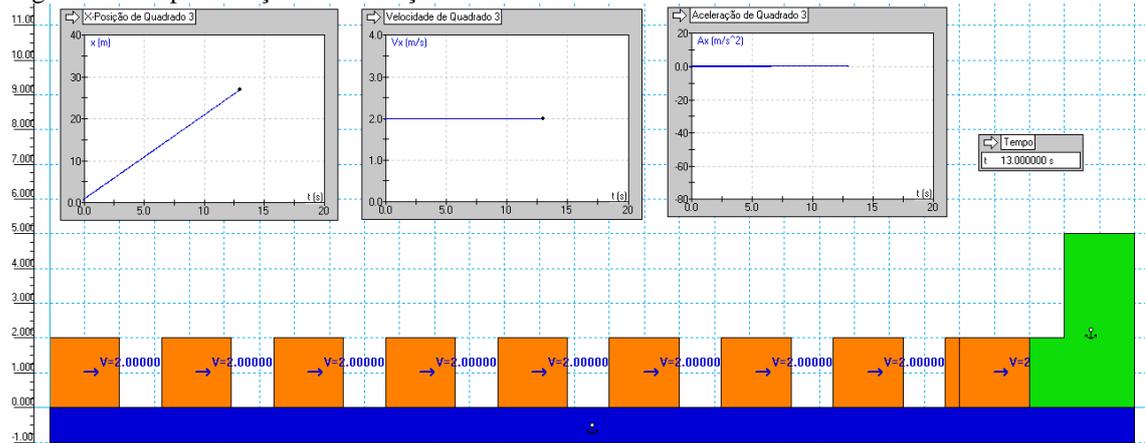
Perguntas:

- 1) Qual é o tipo de movimento que o objeto que se move realiza durante seu movimento? Explique.
- 2) Quanto tempo o objeto leva para atingir o que está no final do solo?

- 3) Se você dividir pela metade a velocidade escolhida pelo objeto, o que se observa no tempo até ele chegar ao objeto que está no final do solo?
- 4) Argumentar sobre as análises feitas através dos gráficos produzidos.

A simulação terá o aspecto similar ao da Figura 20:

Figura 20 – Representação da simulação do exercício 1



## EXERCÍCIO 2 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

Tais exercícios serão realizados pelos alunos desenvolvendo:

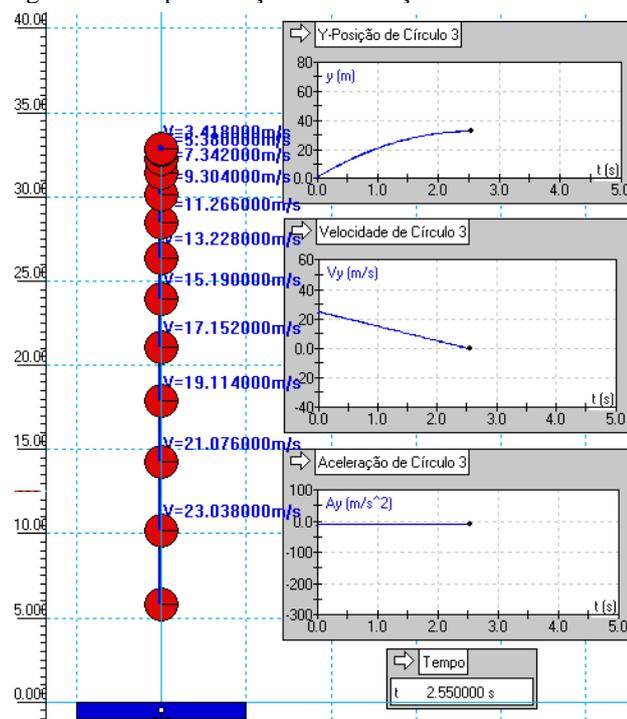
- 1º Passo – Ao iniciar o software, aplicar todos os elementos fundamentais da área de trabalho.
- 2º Passo – Criar um retângulo para servir como solo, e fixa-lo na área de trabalho.
- 3º Passo – Criar um círculo de diâmetro e deixa-lo acima do solo criado.
- 4º Passo – Adicionar a aceleração gravitacional terrestre de  $9,81 \text{ m/s}^2$  e retirar a resistência do ar.
- 5º Passo – Adicionar uma velocidade vertical para cima no círculo livre com valor de  $25 \text{ m/s}$ .
- 6º Passo – Criar gráficos de posição, velocidade e aceleração do círculo livre.

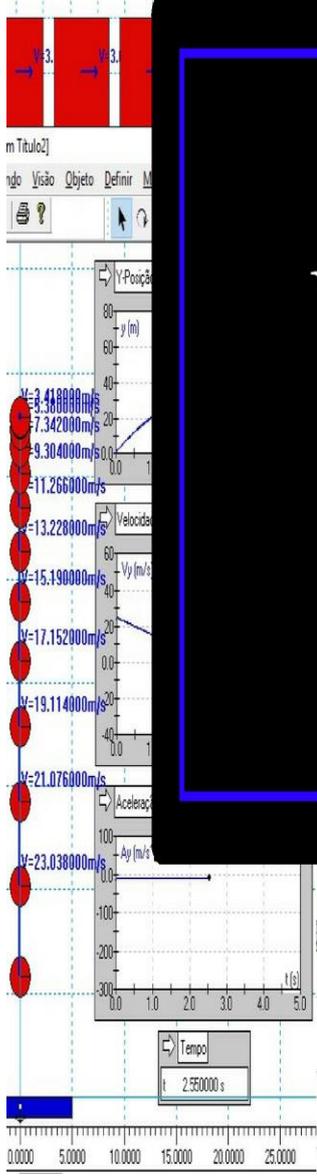
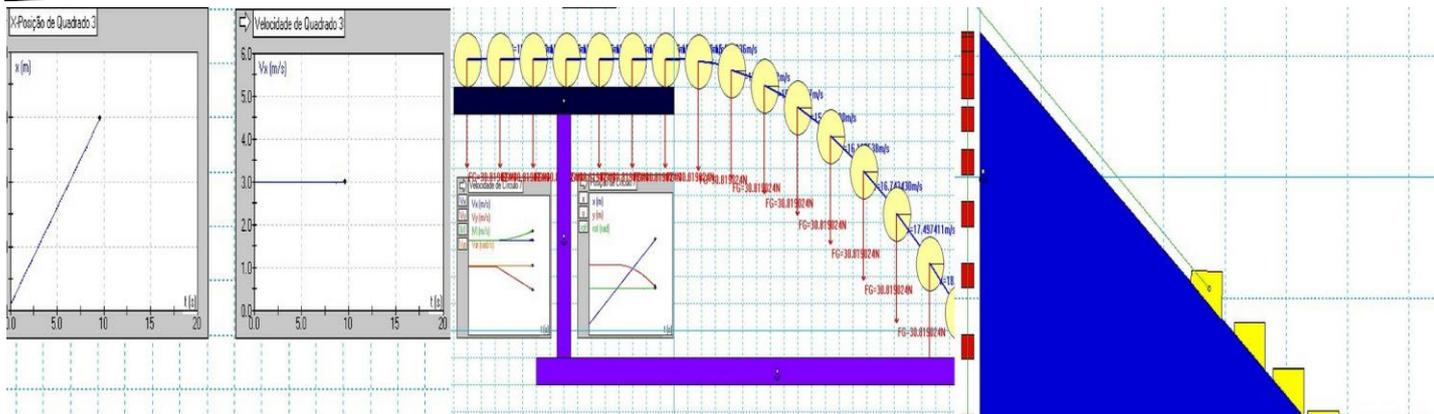
Perguntas:

- 1) Qual é o tipo de movimento que o círculo desempenha durante seu movimento?
- 2) O que acontece com o círculo, move-se sempre na mesma direção, no mesmo sentido?
- 3) Qual a velocidade no ponto mais alto da trajetória do círculo? Explique.
- 4) Qual o tempo gasto pelo círculo até atingir o valor mais alto de sua trajetória?

- 5) Qual a altura atingida pelo círculo?
  - 6) Descreva o que ocorreria se ao invés da gravidade terrestre, se a simulação fosse realizada com gravidade lunar?
  - 7) O que ocorreria se for adicionando a resistência do ar padrão com um valor de 0.3 nesta simulação?
  - 8) Argumentar sobre as análises feitas através dos gráficos produzidos.
- A simulação acima terá aspecto semelhante ao da Figura 21:

Figura 21 – Representação da simulação do exercício 2



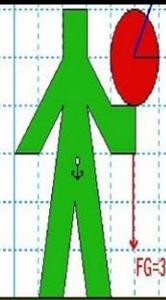


# TUTORIAIS EM SIMULAÇÕES VIRTUAIS DE MECÂNICA PELO INTERACTIVE PHYSICS

• BRUNO GAEDE DE ALMEIDA  
CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR •

Vol.2

\* Lançamento Oblíquo



## **SOBRE OS AUTORES**

### **BRUNO GAEDE DE ALMEIDA**

Professor de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC) Campus Cruzeiro do Sul. Possui graduação em Licenciatura em Física pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) (2011). Professor desde 2012, lecionou Física em diversos níveis como Educação de Jovens e Adultos, Ensino Médio e Ensino Superior. Atualmente é mestrando em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Sociedade Brasileira de Física – SBF pelo Polo 05 (UNIR) cujo orientador é coautor desta obra.

### **CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR**

Professor permanente nível associado lotado no Departamento de Física de Ji-Paraná (DEFIJI) da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Graduado em Física pela Universidade de São Paulo (1990), mestre em Física pela Universidade de São Paulo (1993) e doutor em Física pela Universidade de São Paulo (1997). Possui experiência na área de Física Teórica e na área de Ensino de Física voltado para formação de professores, atuando principalmente no seguinte tema: uso de novas metodologias no ensino de Física. Atua como professor de nível superior desde o ano de 2000. Pertence ao quadro funcional como docente de nível superior da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) desde o ano de 2002.

## **AGRADECIMENTO**

Este trabalho foi realizado com auxílio de uma bolsa de estudos apoiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## **SOBRE O PRODUTO**

Este produto educacional disponibilizará uma metodologia de aplicação de um manual, que contém tutoriais de criação e aplicação de simulações virtuais com o software Interactive Physics, sendo destinado a professores de Física do ensino médio. Esta ferramenta de ensino será inserida em conjunto aos conteúdos que fazem parte do início da ementa curricular do 1º ano do ensino médio em 4 aulas de 100 minutos cada, sendo eles, o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, lançamento oblíquo plano inclinado com e sem atrito, com uma avaliação na última aplicação. O simulador em questão, tem propósito de melhorar a compreensão dos conteúdos e estimular o poder de abstração dos fenômenos físicos.

Para a aplicação do produto educacional foi utilizado o método construcionista de Seymour Papert, no qual o aluno irá ter o poder de ser o artista e condutor de sua aprendizagem, mediante a manipulação do simulador, afim de que se possa obter novas conexões e habilidades, ocorrendo de uma maneira participativa e interativa do processo de ensino-aprendizagem.

Importante destacar que na concepção construcionista, o professor não decreta seu conhecimento ao aluno, ele conduz, aconselha e encoraja.

## **SOBRE O INTERACTIVE PHYSICS**

É um software de propriedade da Design Simulation Technologies, uma empresa americana com sede na cidade de Canton, estado de Michigan, que comercializa e suporta produtos de software utilizados por estudantes, educadores e profissionais para aprender e ensinar princípios de Física e usar esses princípios para construir modelos virtuais de projetos mecânicos. O software tem o perfil de cooperar diretamente na docência por proporcionar uma instrução sobre princípios abstratos, através de suas ferramentas que permitem a modificação das propriedades da natureza presente na simulação, como a gravidade e a resistência do ar, ou até mesmo a massa e o tipo de material a ser usado.

Para a criação do produto educacional foi utilizado a versão 9.0, sendo esta uma versão paga, que foi comprada para desenvolver este trabalho. Para aquisição, é necessário entrar em contato pelo e-mail [ip.support.support@design-simulation.com](mailto:ip.support.support@design-simulation.com) com a empresa Design Simulation Technologies.

É possível utilizar uma versão demonstração ao preencher o formulário no site <http://www.design-simulation.com/IP/demo.php>, no qual um representante entrará em contato para enviá-lo.

# SIMULAÇÃO 1 – CAIXOTE VOADOR

Passos desenvolvido pelo professor

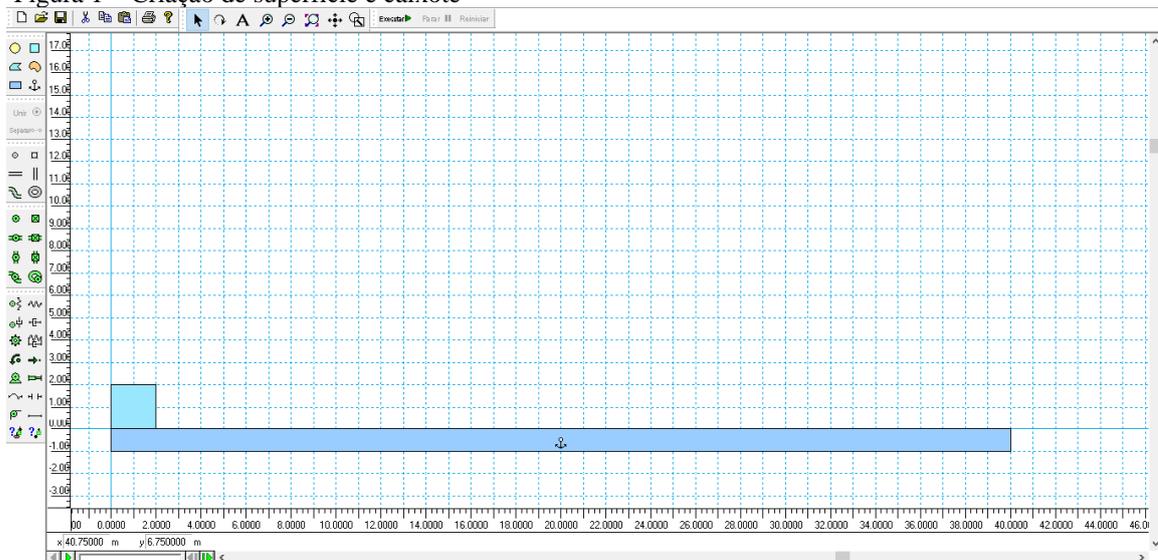
1º Passo – Aplicar a área de trabalho com coordenadas, régua, linhas de grade e eixos.

2º Passo – Criar um retângulo de tamanho aproximado de 40 metros que servirá como solo para a simulação, este deverá ser fixado com a âncora. Sua posição deverá ser (18 ; -0,5), tais valores poderão ser alterados nas propriedades do objeto, para isto basta realizar duplo clique sobre o retângulo.

3º Passo – Criar um bloco quadrado de dimensão (2x2), este será nosso objeto de análise da simulação, citado como caixote. Sua posição deverá ficar no início do solo criado.

Conforme os passos 2º e 3º, a simulação terá aspecto conforme Figura 1.

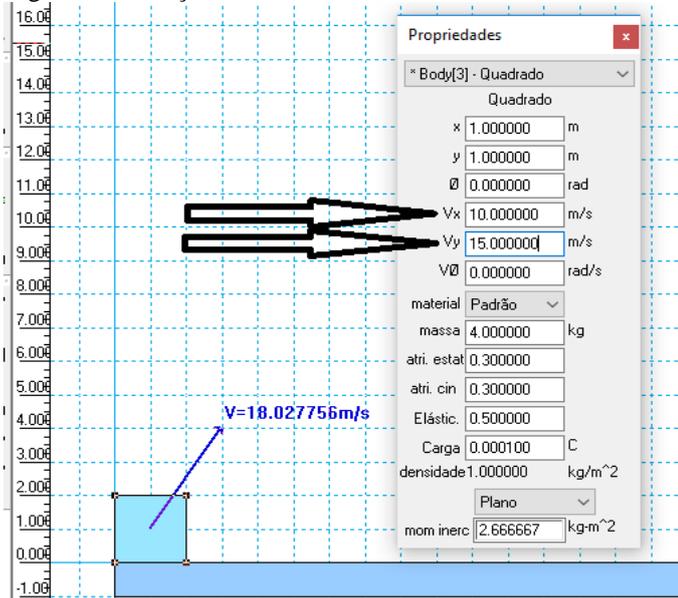
Figura 1 – Criação de superfície e caixote



4º Passo – Agora, o quadrado será posto em movimento, para isto, com duplo clique sobre o quadrado iremos alterar o valor no menu propriedades em VX para (10 m/s) e VY para (15 m/s), e também ativar a gravidade local atuante na simulação como sendo a da terrestre, além de desprezar quaisquer forças resistivas que interfeririam na simulação, logo iremos eliminar a resistência do ar, bastando desativar tal função da seção (Mundo).

Conforme demonstrado na Figura 2.

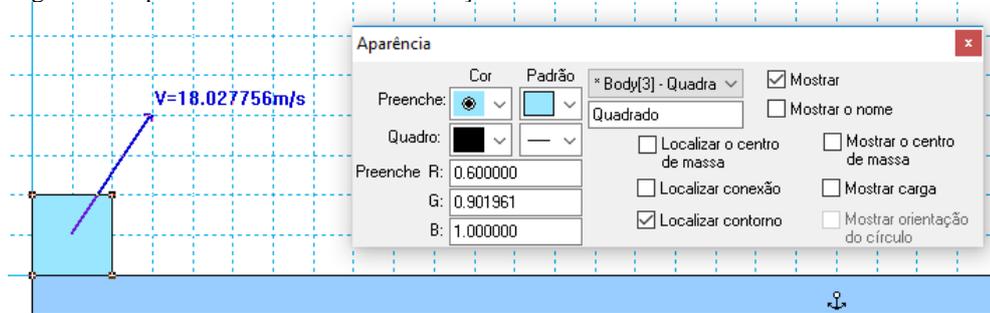
Figura 2 – Inserção de vetores velocidade



5º Passo – Neste instante já será possível uma breve análise inicial do fenômeno físico. Para isto basta clicar no botão EXECUTAR na parte central superior da tela.

6º Passo – Neste passo irá ser feito uma análise mais profunda da simulação, mediante a inserção do (rasto), lembrando que para isto se faz necessário ativar a caixinha LOCALIZAR CONTORNO presente na seção APARÊNCIA na simulação onde será posto a cada (4 molduras), visto que nesta ocasião será identificado que o intervalo de tempo entre cada moldura é exatamente o mesmo. Observe a Figura 3.

Figura 3 – Aparência do caixote e localização de contorno

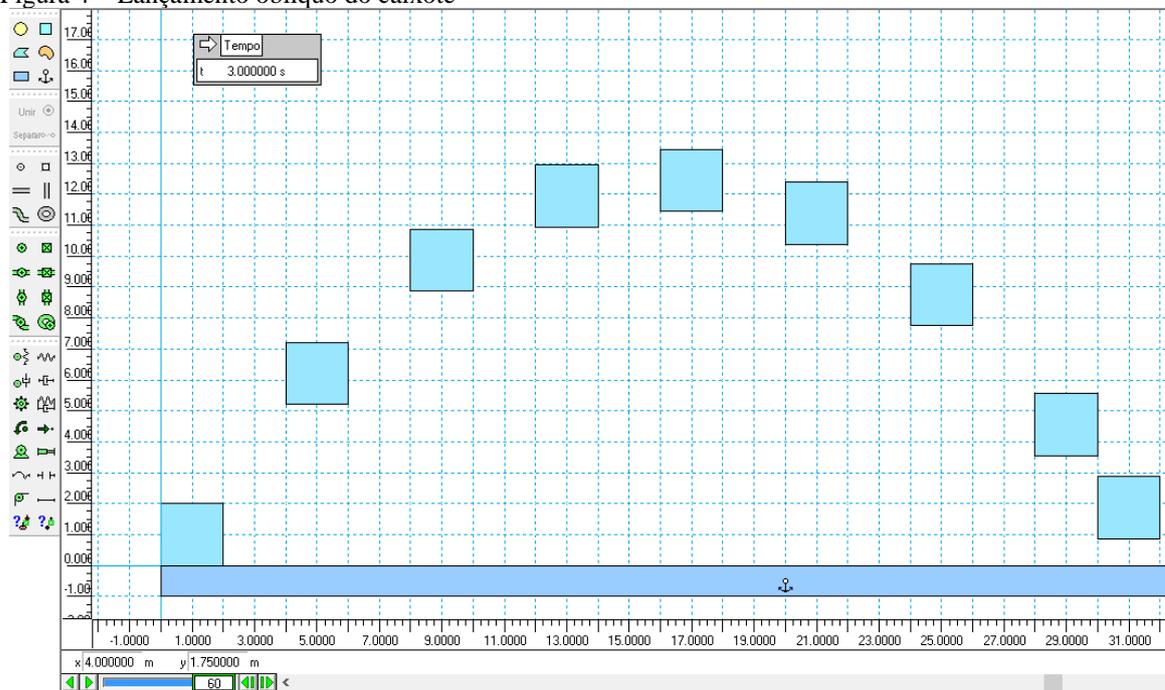


É observado agora duas características concomitantes, primeiramente teremos uma constância dos espaçamentos do bloco se observado seu movimento no eixo x, em seguida a não constância dos espaçamentos entre cada moldura se analisada no eixo y, evidenciando-se um lançamento oblíquo conforme a visualização da simulação.

Importante: Quando houver mudanças de molduras, para apagar o rasto da simulação anterior basta efetuar o comando (CTRL+E).

Conforme este passo, a simulação ficará como na Figura 4:

Figura 4 – Lançamento oblíquo do caixote



7º Passo – Este passo será de adquirir informações a respeito do entendimento dos alunos sobre a simulação até agora. Para isto será feito as seguintes perguntas:

Pergunta 1: O que se observou até agora?

Pergunta 2: Qual é o agente responsável pela descida do corpo na segunda parte do movimento?

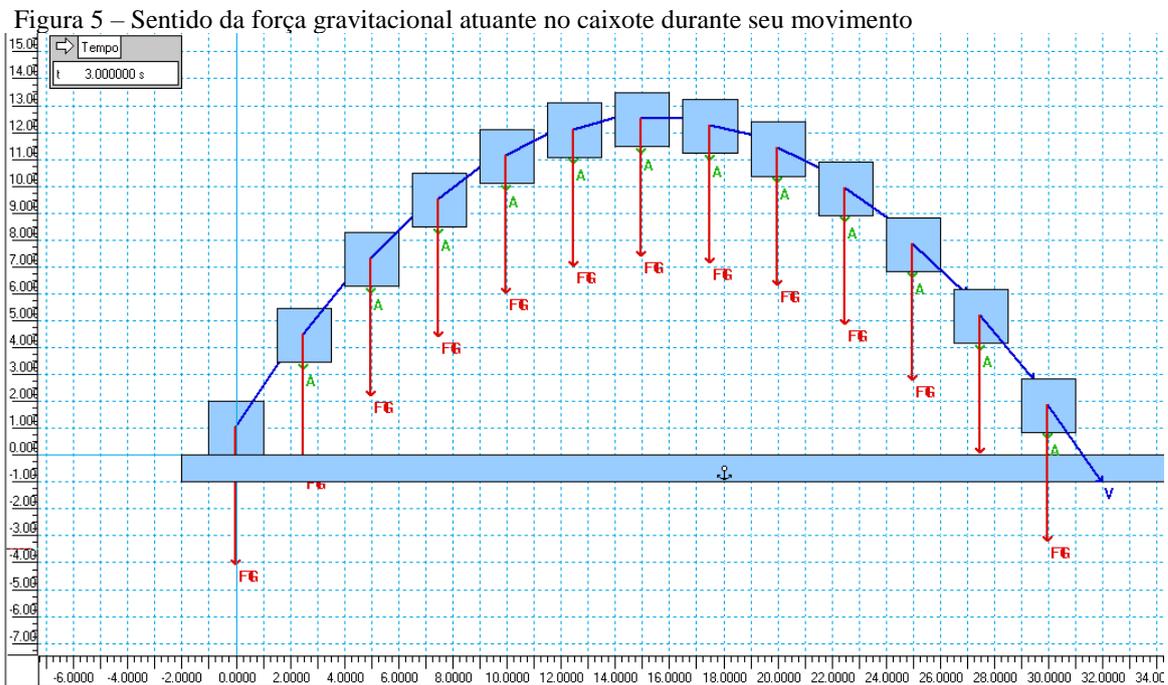
Pergunta 3: Houve alteração da componente da velocidade na direção X? E velocidade na direção Y?

Pergunta 4: Qual foi o alcance horizontal atingido após 3 segundos?

Tais informações irão dar ao professor o entendimento prévio que os alunos terão.

8º Passo – Abordará a análise vetorial da simulação. Para tal, iremos dar cliques simples no quadrado, e então iremos clicar no menu (Definir), depois em (Vetores) e por fim em (Velocidade), (Aceleração), (Força Resultante), realizando este procedimento de adicionar vetores um por vez.

Após adicionados tais vetores, a simulação será executado e ficará conforme demonstrada na Figura 5:



- O vetor velocidade está representado pela seta de cor azul com o símbolo (V).
- O vetor aceleração está representado pela seta de cor verde com o símbolo (A).
- O vetor força resultante está representado pela seta de cor vermelho com o símbolo (FT).

9º Passo – Este passo será para adquirir informações a respeito do entendimento dos alunos sobre a simulação após a inserção dos vetores. Para isto será feito as seguintes perguntas:

Pergunta 1: O que se observou até agora?

Pergunta 2: O bloco quadrado alterou os valores ou direções da velocidade no eixo X ou no eixo Y?

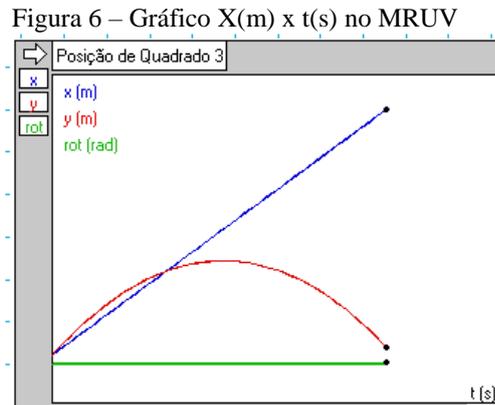
Pergunta 3: Quais conclusões se têm a partir de agora após a visualização da simulação com a inserção de vetores?

Pergunta 4: Qual seria o agente responsável para força resultante?

Pergunta 5: O movimento na direção X ou Y tem alguma relação com o MUV estudado anteriormente?

Tais informações irão dar ao professor o entendimento que os alunos terão com o auxílio dos vetores.

10º Passo – Abordará a análise gráfica da simulação. Para tal, iremos dar clique simples no quadrado, e então iremos clicar no menu (Medida), e adicionaremos os itens (Posição), e por fim (Todos), por fim iremos iniciar a simulação onde o mesmo ficará da maneira representada pela Figura 6.

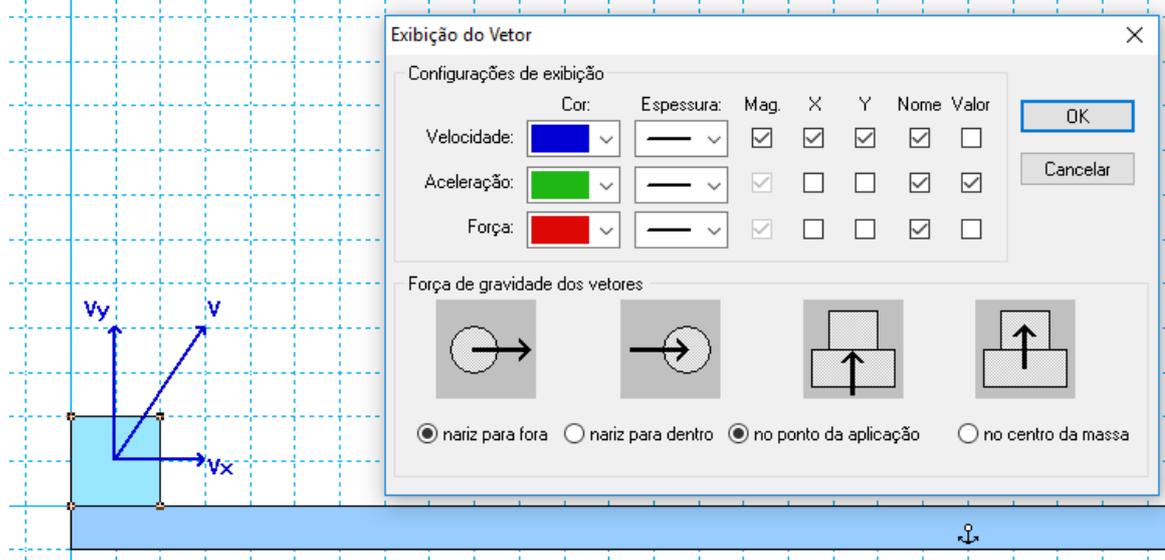


E então o professor irá realizar a análise do gráfico, destacando a linha vermelha em forma de parábola que representa a componente do movimento vertical, isto ocorrendo devido à queda de velocidade nesta componente vetorial até o ponto de velocidade vertical igual a zero, após então a componente irá obter aumento em seu valor. Analisando também o da linha azul, que representa a componente do movimento horizontal, sendo está uma reta, devido a permanência de velocidade constante do corpo no eixo x.

11º Passo – Neste passo será feita uma análise mais precisa do comportamento das velocidades  $V_X$  e  $V_Y$ .

O vetor velocidade  $V$  representado acima de cor azul no caixote será decomposto nos eixos  $X$  e  $Y$ , para isto, clique no corpo e vá na ferramenta superior (Definir), e depois em (Exibição do Vetor), e assim como na Figura 7 marcar as caixinhas das opções  $X$  e  $Y$ , e desmarcar a caixinha valor, isto é necessário pois a medida em que o caixote se movimenta os valores irão sobrepor-se um ao outro, gerando uma mistura de números com setas onde não se entende nada, logo é aconselhável sua retirada.

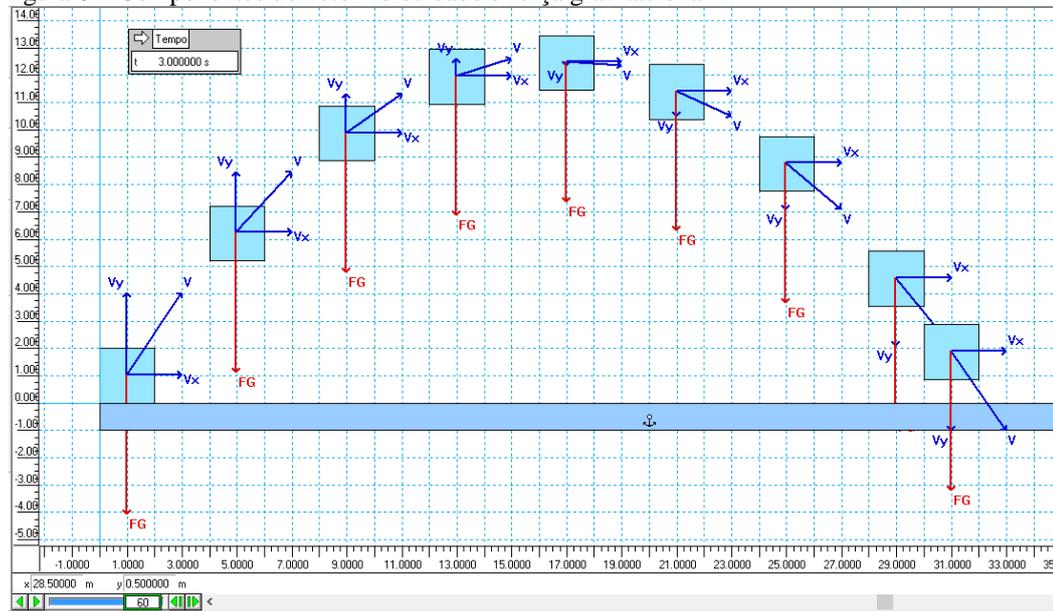
Figura 7 – Controle de exibição de vetores



Observe que a partir de agora podemos observar as componentes vetoriais  $V_x$  e  $V_y$  da velocidade  $V$ .

Ao executar a simulação, iremos ter uma visão de como se comportam tais componentes de velocidade, conforme Figura abaixo:

Figura 8 – Componentes do vetor velocidade e força gravitacional



Observa-se alguns pontos importantes:

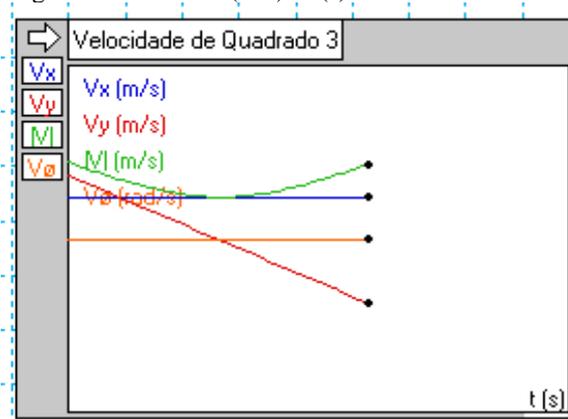
- I- Diminuição do tamanho da componente da velocidade  $V_y$  na subida e aumento em sua descida.
- II- O tamanho da componente  $V_x$  aparentemente não se altera.

Estas duas análises serão comprovadas no próximo passo.

12º Passo – Iremos analisar as representações gráficas da velocidade  $V_x$  e  $V_y$ . Primeiramente clique simples sobre o corpo seguido de ativar o gráfico na opção de ferramenta (Medida), (Velocidade), (Todos).

Ao executar a simulação, teremos o gráfico representado abaixo.

Figura 9 – Gráfico  $v(m/s) \times t(s)$  no MRUV



Observa-se mais uma vez a variação de  $V_y$  de maneira uniforme com uma reta inclinada de cor vermelha, assim como a constância de  $V_x$  através de uma reta horizontal de cor azul.

13º Passo – Será finalizado a simulação virtual com as informações finais do professor quanto a Física envolvida no mesmo, assim como as análises dos rastros e gráficos desenvolvidos.

## DESAFIO 1 – FAÇA VOCÊ MESMO!

Desta vez você será o responsável por criar a simulação! Mãos à obra!

Crie um chão, e um corpo que seja lançado de forma oblíqua, e utilize as diversas ferramentas dispostas no lado esquerdo proporcionando diversas ocorrências na simulação!

Na sua simulação verifique quais impactos ocorrem quando se modifica a velocidade inicial do corpo, ou quando se é alterada a sua massa.

## SIMULAÇÃO 2 – JOGO DE BASQUETE

Passos desenvolvido pelo professor

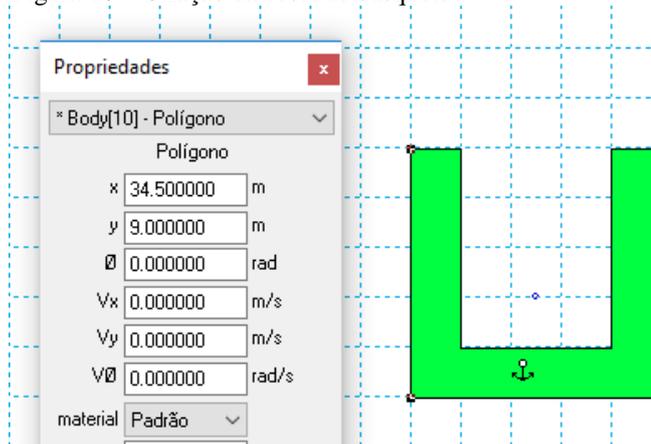
1º Passo – Aplicar a área de trabalho com coordenadas, régua, linhas de grade e eixos.

2º Passo – Criar um retângulo 1 de dimensão (40x1) que servirá como solo para a simulação, este deverá ser fixado com a âncora. Sua posição deverá ser (18 ; -0,5), tais valores poderão ser alterados nas propriedades do objeto, para isto basta realizar duplo clique sobre o retângulo.

3º Passo – Criar um retângulo 2 de dimensão (1x15) que servirá como poste para a fixação da (cesta de basquete), este deverá ser fixado com a âncora. Sua posição deverá ser (37,5 ; 7,5), tais valores poderão ser alterados nas propriedades do objeto, para isto basta realizar duplo clique sobre o retângulo.

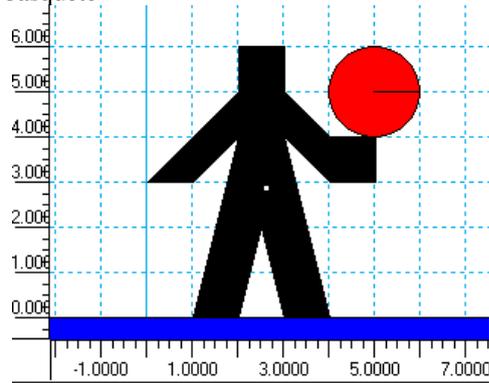
4º Passo – Criar uma (cesta de basquete) com a ferramenta (Polígono), disposta na barra de ferramentas à esquerda. Ela deve estar fixa com a âncora na posição (34,5 ; 9) e ter dimensões conforme a Figura 10.

Figura 10 – Criação da cesta de basquete



5º Passo – Criar um (jogador de basquete) com a ferramenta (Polígono), disposta na barra de ferramentas à esquerda, onde este poderá ser criado de forma a preferir, desde que a mão do jogador fique abaixo da bola, permitindo assim que a bola fique sobre a mão do jogador, salientando que o jogador deverá estar fixado com âncora. Tal jogador está indicado na Figura 11.

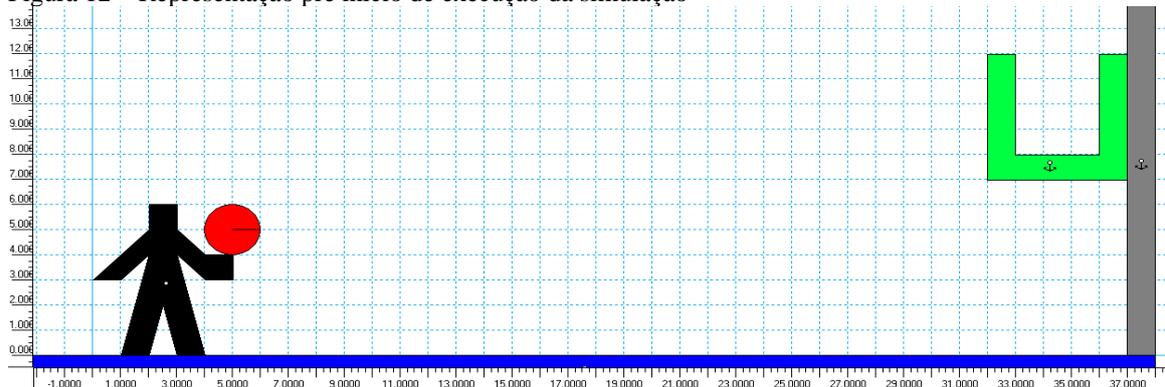
Figura 11 – Criação do jogador e da bola de basquete



6º Passo – Criar um círculo com diâmetro de 2m, este será nosso objeto de análise da simulação, dito como nossa bola de basquete. Sua posição deverá ser (5 ; 5).

Feito todos os passos anteriores, a simulação terá o formato da Figura 12.

Figura 12 – Representação pré início de execução da simulação

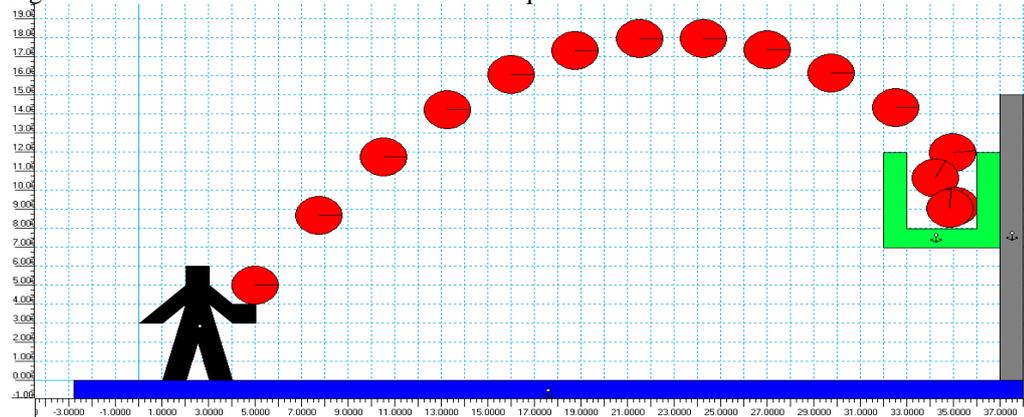


7º Passo – Neste instante já será possível uma breve análise inicial do fenômeno físico. Para isto basta clicar no botão EXECUTAR na parte central superior da tela, mas antes é necessário que coloquemos a (bola de basquete) em movimento, basta dar duplo clique na bola e adicionarmos nos itens velocidade, valores aleatoriamente.

8º Passo – Neste passo o professor irá fazer anotações sobre as percepções dos alunos quanto à mudança de velocidade colocada na bola, e que consequências isso gerará.

9º Passo – Neste passo iremos analisar a simulação mediante a inserção do (rasto), escolhendo a opção de (2 molduras) e inserindo os valores de velocidade na bola de  $V_x = 11 \text{ m/s}$  e  $V_y = 15 \text{ m/s}$ . Irá então ser executada a simulação, e ficará com o aspecto conforme Figura 13.

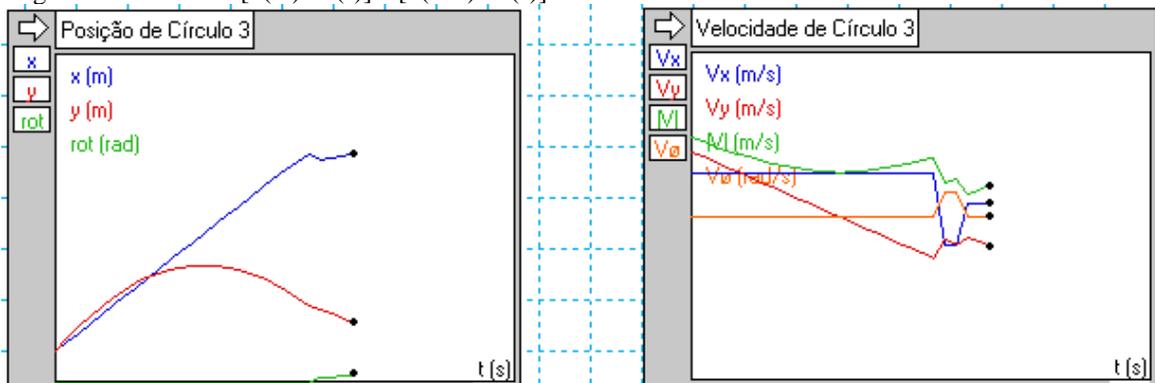
Figura 13 – Rasto do movimento da bola de basquete



Ótimo, o jogador encestou a bola.

10º Passo – Abordará a análise gráfica da simulação. Para tal, iremos dar clique simples no quadrado, e então iremos clicar no menu (Medida), e adicionaremos os itens (Posição), → (Todos), e (Velocidade) → (Todos), e então iremos iniciar a simulação onde o mesmo ficará desta maneira na Figura 14.

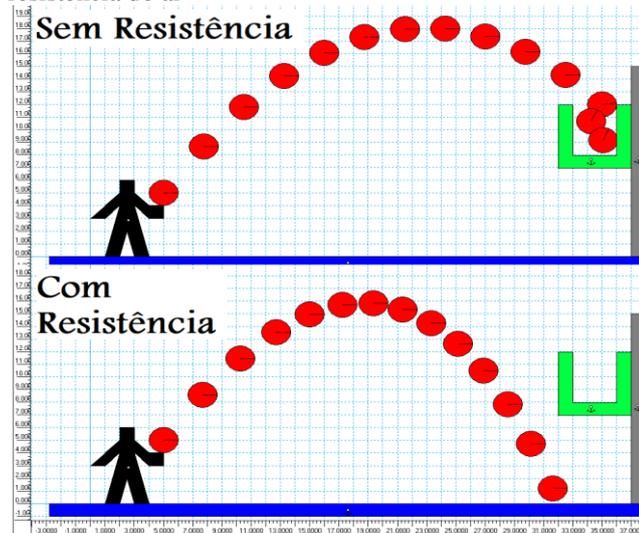
Figura 14 – Gráficos [x(m) x t(s)] e [v(m/s) x t(s)] no MRUV



E então o professor irá realizar a análise do gráfico, que é a mesma da realizada no decimo segundo passo da simulação 1 – Caixaote Voador, deste mesmo volume (Apêndice C).

11º Passo – Consistirá da inserção da força de resistência do ar, para isto deve-se ir na seção (Mundo) → (Resistência do ar) → (Padrão). Na Figura 15 encontra-se a demonstração de como tal força interferirá no movimento da bola.

Figura 15 – Comparação de simulação realizada sem e com resistência do ar



Deve-se instruir os alunos, de maneira a encontrar alternativas para vencer a resistência do ar e encestar a bola.

12º Passo – Será finalizado a simulação virtual com as informações finais do professor quanto a Física envolvida de movimento uniformemente variado, assim como as análises dos rastros e gráficos desenvolvidos.

## DESAFIO 2 – FAÇA VOCÊ MESMO!

Desta vez você será o responsável por criar a simulação! Mãos à obra!  
Seu objetivo é simular uma tacada perfeita de uma bolinha de golfe que se movimenta de forma oblíqua até acertar em cheio o buraco, que crie situações diversas para concluir o desafio, você pode por exemplo, simular com diversos valores de gravidade, pode alterar os valores dos vetores velocidades presentes no seu corpo a ser lançado e observar a altura máxima e alcance horizontal atingido por ele. Divirta-se!

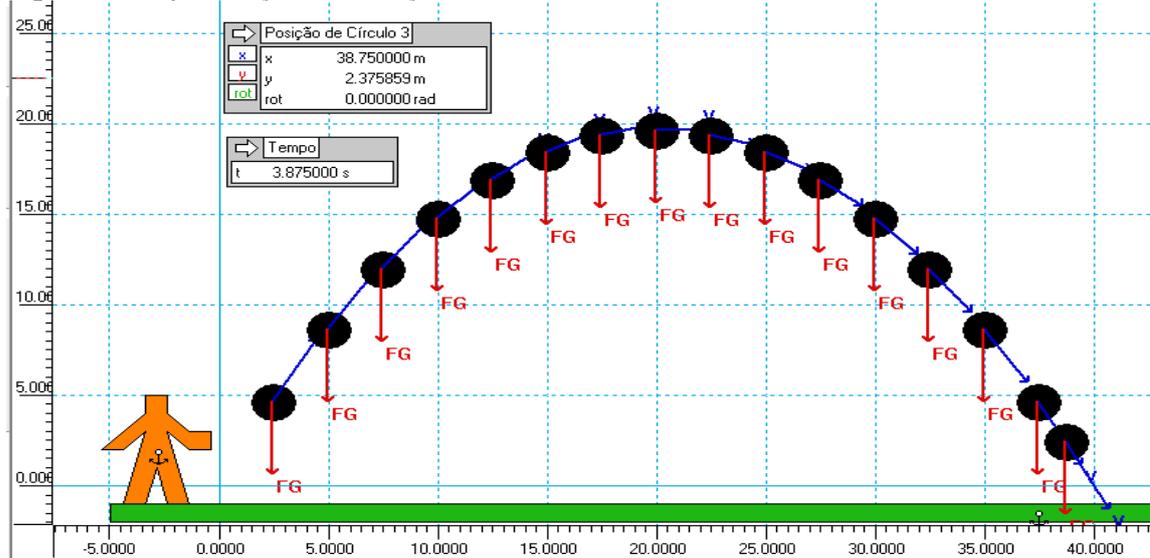
## EXERCÍCIO 1 – CAMPO DE FUTEBOL

Tais exercícios serão realizados pelos alunos:

- 1º Passo – Ao iniciar o software, aplicar todos os elementos fundamentais da área de trabalho.
- 2º Passo – Criar um retângulo de dimensão (85 x 1), fixa-lo na área de trabalho na posição (37,5 ; -1,5)
- 3º Passo – Criar um círculo de raio 2m, e deixa-lo na posição (0 ; 0).
- 4º Passo – Inserir vetores na bola.
- 5º Passo – Inserir rasto na simulação
- 6º Passo – Criar gráficos da posição da bola.

Um jogador de futebol deseja chutar a bola fazendo com que ela acerte o círculo central do campo no qual inicia a partida que fica na posição 40m. Sabe-se que o jogador emprega na bola uma velocidade horizontal de 10 m/s, e que o local onde ocorre o jogo de futebol tem aceleração gravitacional de  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Essa simulação ficará com aspecto semelhante à Figura 16.

Figura 16 – Representação da simulação do exercício 1



- 1º Pergunta – Qual deve ser o valor da componente vertical da bola?
- 2º Pergunta – Qual o tempo de subida e de descida da bola até o ponto máximo da trajetória?
- 3º Pergunta – Qual o alcance máximo vertical alcançado pela bola?
- 4º Pergunta – Argumentar sobre as análises feitas através dos gráficos produzidos.
- 5º Pergunta – Qual é a velocidade no ponto mais alto da trajetória?

Conforme verificado na posição Y do círculo no instante de 4 segundos ser o valor de  $-6,661 \cdot 10^{-15} \text{ m}$  nada mais é do que a representação de um valor muito pequeno, de considerável, e isto acontece no software devido ao seu nível de precisão, sendo assim este valor é o

considerado como zero metros, deduzindo assim que o círculo retornou ao mesmo nível Y do qual saiu.

## EXERCÍCIO 2 – (BOLA CAINDO DA MESA)

Tais exercícios serão realizados pelos alunos:

1º Passo – Ao iniciar o software, aplicar todos os elementos fundamentais da área de trabalho.

2º Passo – Criar três retângulos de dimensões (30 x 2), (1 x 9), (16 x 1), fixa-los na área de trabalho com a âncora nas posições (7,5 ; -1,5), (-8 ; 3,5), (-8 ; 8,5), respectivamente.

3º Passo – Criar um círculo de diâmetro 2m e deixa-lo na posição (-15; 10)

4º Passo – Adicionar a aceleração gravitacional terrestre de  $9,81 \text{ m/s}^2$  e rasto a cada 32 molduras.

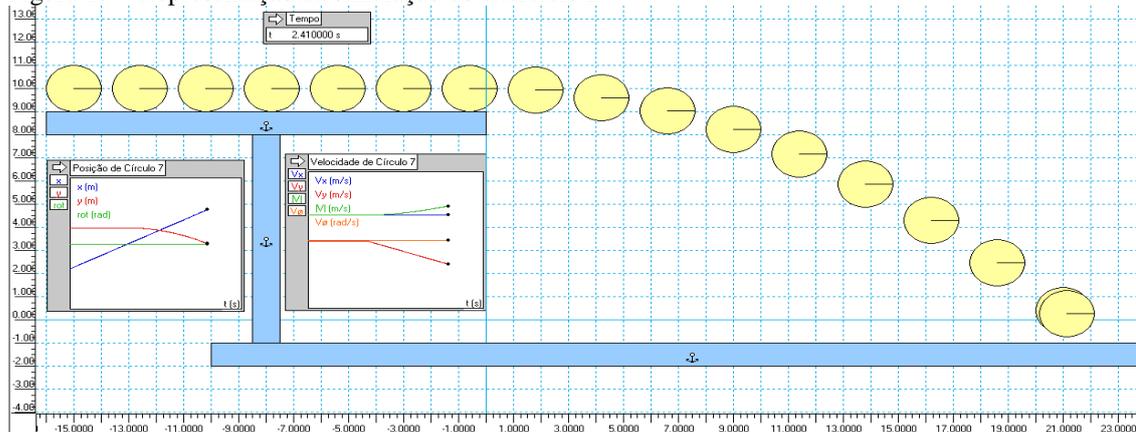
5º Passo – Adicionar uma velocidade horizontal no círculo com valor de 15 m/s e retirar inserir o valor 0 (zero) no que corresponde ao atrito cinético do círculo.

6º Passo – Inserir vetores no círculo.

7º Passo - Criar gráficos de posição, velocidade e aceleração do círculo livre.

A simulação terá aparência da Figura 17.

Figura 17 – Representação da simulação do exercício 2



1º Pergunta – Qual é o tipo de movimento que o círculo desempenha durante seu movimento?

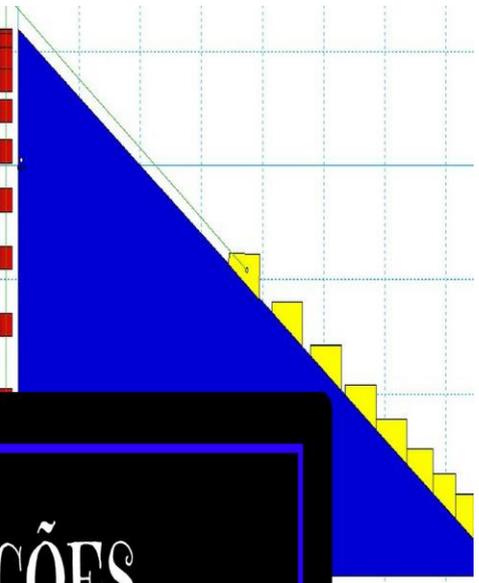
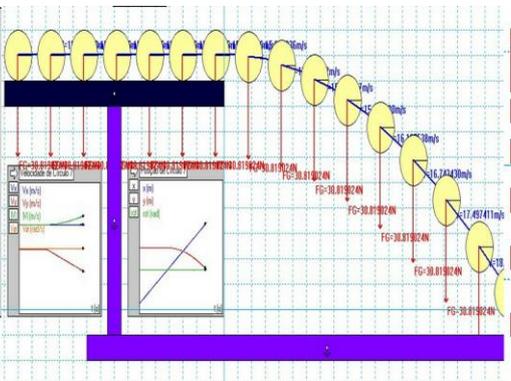
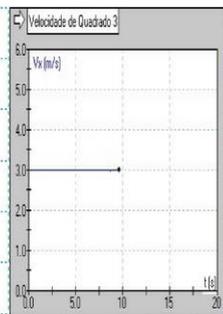
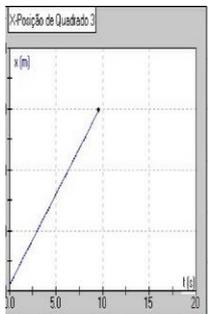
Explique.

2º Pergunta – O que acontece com o círculo, move-se sempre na mesma direção, no mesmo sentido? Disserte sobre.

3º Pergunta – Quanto tempo leva para o corpo atingir o chão desde o início de seu movimento?

4º Pergunta – Qual a coordenada de contato entre o círculo e o chão?

5º Pergunta – Argumentar sobre as análises feitas através dos gráficos produzidos.

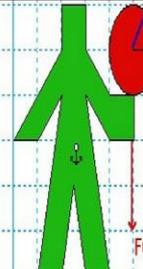
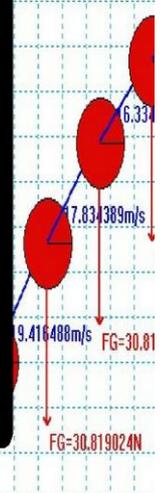
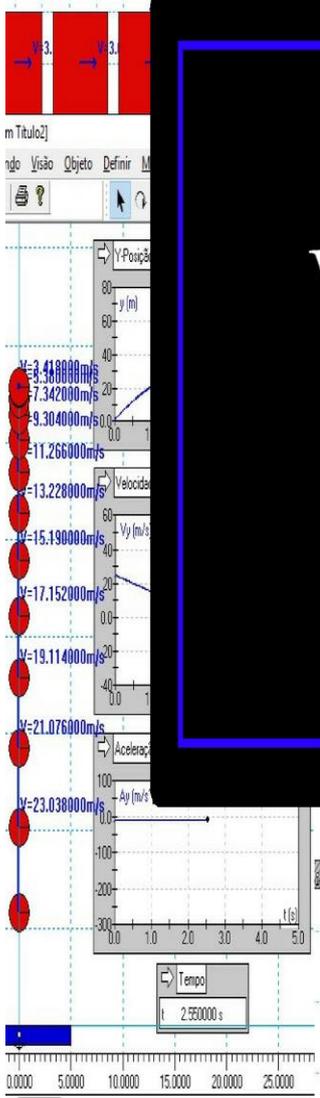


# TUTORIAIS EM SIMULAÇÕES VIRTUAIS DE MECÂNICA PELO INTERACTIVE PHYSICS

• BRUNO GAEDE DE ALMEIDA  
CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR •

Vol.3

\* Plano Inclinado com e sem atrito



## **SOBRE OS AUTORES**

### **BRUNO GAEDE DE ALMEIDA**

Professor de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC) Campus Cruzeiro do Sul. Possui graduação em Licenciatura em Física pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) (2011). Professor desde 2012, lecionou Física em diversos níveis como Educação de Jovens e Adultos, Ensino Médio e Ensino Superior. Atualmente é mestrando em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Sociedade Brasileira de Física – SBF pelo Polo 05 (UNIR) cujo orientador é coautor desta obra.

### **CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR**

Professor permanente nível associado lotado no Departamento de Física de Ji-Paraná (DEFIJI) da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Graduado em Física pela Universidade de São Paulo (1990), mestre em Física pela Universidade de São Paulo (1993) e doutor em Física pela Universidade de São Paulo (1997). Possui experiência na área de Física Teórica e na área de Ensino de Física voltado para formação de professores, atuando principalmente no seguinte tema: uso de novas metodologias no ensino de Física. Atua como professor de nível superior desde o ano de 2000. Pertence ao quadro funcional como docente de nível superior da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) desde o ano de 2002.

## **AGRADECIMENTO**

Este trabalho foi realizado com auxílio de uma bolsa de estudos apoiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## **SOBRE O PRODUTO**

Este produto educacional disponibilizará uma metodologia de aplicação de um manual, que contém tutoriais de criação e aplicação de simulações virtuais com o software Interactive Physics, sendo destinado a professores de Física do ensino médio. Esta ferramenta de ensino será inserida em conjunto aos conteúdos que fazem parte do início da ementa curricular do 1º ano do ensino médio em 4 aulas de 100 minutos cada, sendo eles, o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, lançamento oblíquo plano inclinado com e sem atrito, com uma avaliação na última aplicação. O simulador em questão, tem propósito de melhorar a compreensão dos conteúdos e estimular o poder de abstração dos fenômenos físicos.

Para a aplicação do produto educacional foi utilizado o método construcionista de Seymour Papert, no qual o aluno irá ter o poder de ser o artista e condutor de sua aprendizagem, mediante a manipulação do simulador, afim de que se possa obter novas conexões e habilidades, ocorrendo de uma maneira participativa e interativa do processo de ensino-aprendizagem.

Importante destacar que na concepção construcionista, o professor não decreta seu conhecimento ao aluno, ele conduz, aconselha e encoraja.

## **SOBRE O INTERACTIVE PHYSICS**

É um software de propriedade da Design Simulation Technologies, uma empresa americana com sede na cidade de Canton, estado de Michigan, que comercializa e suporta produtos de software utilizados por estudantes, educadores e profissionais para aprender e ensinar princípios de Física e usar esses princípios para construir modelos virtuais de projetos mecânicos. O software tem o perfil de cooperar diretamente na docência por proporcionar uma instrução sobre princípios abstratos, através de suas ferramentas que permitem a modificação das propriedades da natureza presente na simulação, como a gravidade e a resistência do ar, ou até mesmo a massa e o tipo de material a ser usado.

Para a criação do produto educacional foi utilizado a versão 9.0, sendo esta uma versão paga, que foi comprada para desenvolver este trabalho. Para aquisição, é necessário entrar em contato pelo e-mail [ip.support.support@design-simulation.com](mailto:ip.support.support@design-simulation.com) com a empresa Design Simulation Technologies.

É possível utilizar uma versão demonstração ao preencher o formulário no site <http://www.design-simulation.com/IP/demo.php>, no qual um representante entrará em contato para enviá-lo.

# SIMULAÇÃO 1 – PLANO INCLINADO COM E SEM ATRITO (TRIÂNGULO DESLIZANTE)

Passos desenvolvidos pelo professor

1º Passo – Aplicar a área de trabalho com coordenadas, régua, linhas de grade e eixos e aceleração gravitacional terrestre.

2º Passo – Criar um plano inclinado de dimensão (80x48) que servirá como solo para o experimento, este deverá ser fixado com a âncora. Sua posição deverá ser (40.712644; 23.022989), tais valores poderão ser alterados nas propriedades do objeto, para isto basta realizar duplo clique sobre o retângulo. Neste plano inclinado deverá ter seus valores de atrito estático e cinético para valores 1, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Valores dos atritos

atri. estat	1.000000
atri. cin	1.000000

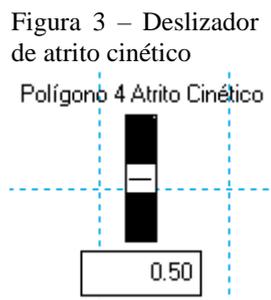
3º Passo – Criar um triângulo de dimensão (5x3), este será nosso objeto de análise do experimento que “escorregará” pelo plano inclinado feito no passo anterior. Sua posição deverá ser (3,333 ; 47).

Conforme os passos 1º a 3º, o experimento irá estar representado conforme a Figura 2.

Figura 2 – Triângulo e o plano inclinado

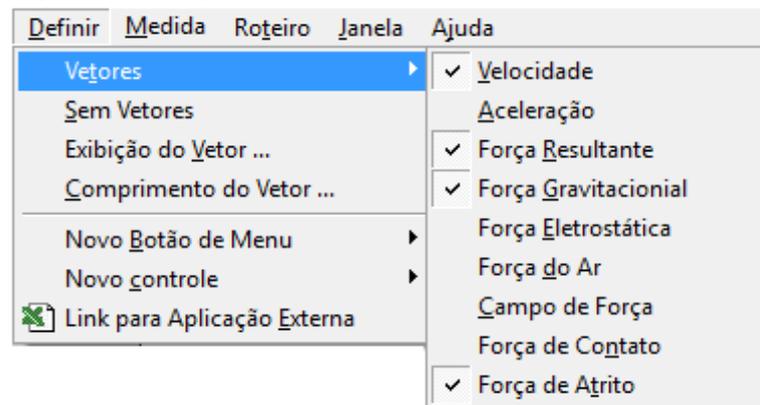


4º Passo – Neste passo iremos fazer ajustes necessários para a inserção do atrito entre o triângulo e o plano inclinado no qual ele está disposto. Primeiramente, clique simples sobre o triângulo, após isto ir no menu superior (Definir), depois em (Novo Controle), por fim em (Atrito Cinético). Feito isto, surgirá um menu de deslizamento, no qual será possível ajustar o valor do atrito cinético, conforme a Figura 3. Nesse caso, iremos inserir o valor de 0,5, para o valor do coeficiente do atrito cinético.



5º Passo – Algo importante a se incluir neste experimento serão os vetores de definição no triângulo, dentre os quais serão incluídos (velocidade, força resultante, força gravitacional, força de atrito), vide na Figura 4.

Figura 4 – Definição de vetores



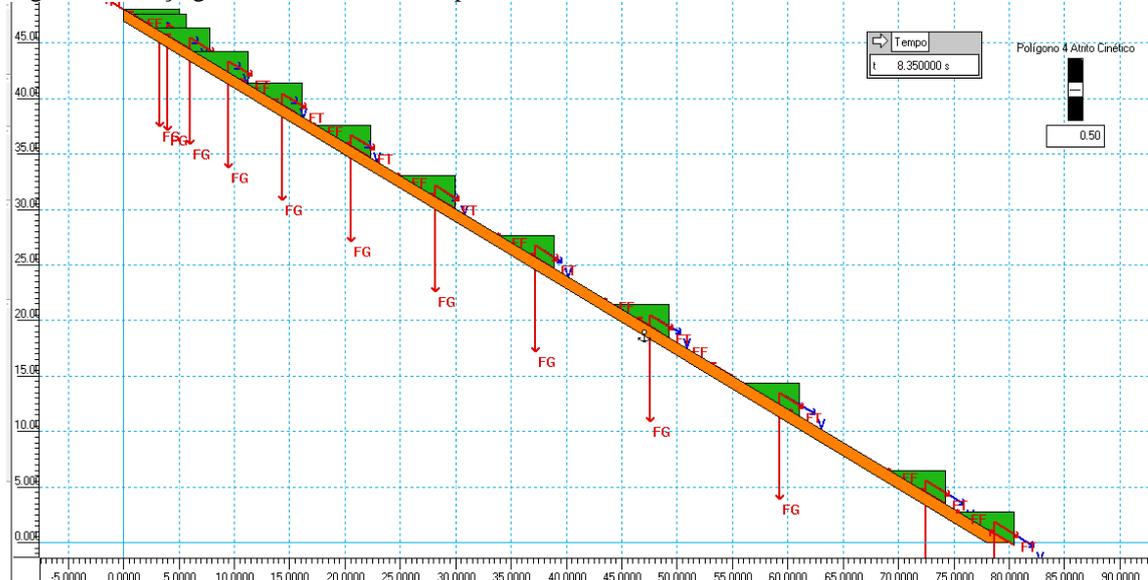
6º Passo – Se iniciarmos a simulação neste instante, os valores de cada vetor irão se sobrepor, logo, na seção (Exibição de Vetor) iremos eliminar tais valores, desmarcando todas as caixinhas da última coluna da direita (Figura 5).

Figura 5 – Exibição dos vetores



7º Passo – Agora, o triângulo será posto em movimento, para isto basta clicar em (Executar). Para uma melhor análise do experimento recomenda-se inserir um rasto de a cada 16 molduras. O movimento registrado será conforme expresso na Figura.

Figura 6 – Força gravitacional e atrito no plano inclinado



8º Passo – Este passo será de adquirir informações a respeito do entendimento dos alunos sobre o experimento até agora. Para isto será feito as seguintes perguntas:

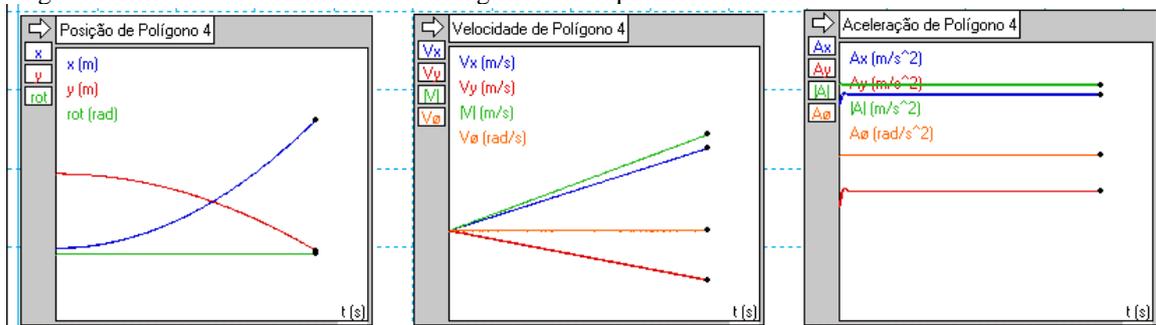
- 1) O que se observou até agora?
- 2) O triângulo alterou sua velocidade, se sim de que forma?
- 3) Alterando-se o valor do atrito cinético, resulta em qual ou quais mudanças no experimento?

- 4) O que aconteceria com o movimento se alterarmos os valores do atrito, aumentando ou diminuindo?

Tais informações irão dar ao professor o entendimento prévio que os alunos terão.

9º Passo – Abordará a análise gráfica do experimento. Para tal, iremos dar clique simples no triângulo, e então iremos clicar no menu (Medida), e adicionaremos os itens (Posição, Velocidade e Aceleração) em (X, Y, ROT) e então iremos iniciar o experimento onde o mesmo ficará da maneira exibida na Figura 7.

Figura 7 – Gráficos do movimento do triângulo sobre o plano inclinado



Desta vez o professor irá deixar com que os alunos comentem primeiramente sobre os gráficos. Após as opiniões serem proferidas, o professor irá comentar sobre os gráficos mencionando as semelhanças e diferenças entre este movimento e o MUV estudado anteriormente.

10º Passo – Será finalizado o experimento virtual com as informações finais do professor quanto a Física envolvida no mesmo, assim como as análises dos rastros e gráficos desenvolvidos.

## DESAFIO 1 – FAÇA VOCÊ MESMO!

Desta vez você será o responsável por criar o experimento! Mãos à obra!

Crie seu próprio plano inclinado com as medidas que desejar. Em cima do plano que criou coloque algum objeto e analise seu movimento com os recursos do software.

O professor deverá relatar sobre as criações realizadas pelos alunos.

## SIMULAÇÃO 2 – PLANO INCLINADO COM E SEM ATRITO (POLIA)

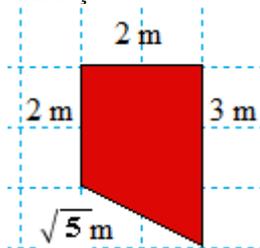
Passos desenvolvido pelo professor

1º Passo – Aplicar a área de trabalho com coordenadas, régua, linhas de grade e eixos e aceleração gravitacional terrestre.

2º Passo – Criar um polígono 1 de 30 m de comprimento com uma altura de 15m que servirá como nosso plano inclinado para o experimento, este deverá ser fixado com a âncora. Sua posição deverá ser próxima da origem do plano cartesiano, tal posição poderá ser ajustada, ou através da criação inicial do polígono, ou com clique fixo do mouse sobre o polígono e assim ajustá-lo. Sabe-se que se tendo este formato, o plano inclinado irá ter um ângulo de queda com valor  $26,56^\circ$ . Por fim, ao dar clique duplo neste polígono iremos remover os atritos estáticos e cinéticos, para tal basta inserir o valor 0 (zero) em ambas. Neste plano inclinado deverá ter seus valores de atrito estático e cinético para valores 1.

3º Passo – Criar um polígono 2 de dimensão de dimensões  $2 \times 2 \times 3 \times \sqrt{5}$  que servirá como um corpo que irá se mover no plano inclinado, onde tal configuração será igual da Figura 8. Sua posição deverá ser (1,067 ; 15,733), desta forma ele estará situado bem no início superior do plano inclinado. Por fim, ao dar clique duplo neste polígono iremos remover os atritos estáticos e cinéticos, para tal basta inserir o valor 0 (zero) em ambas, assim como iremos inserir neste polígono um valor de massa de 10 kg.

Figura 8 – Polígono da simulação



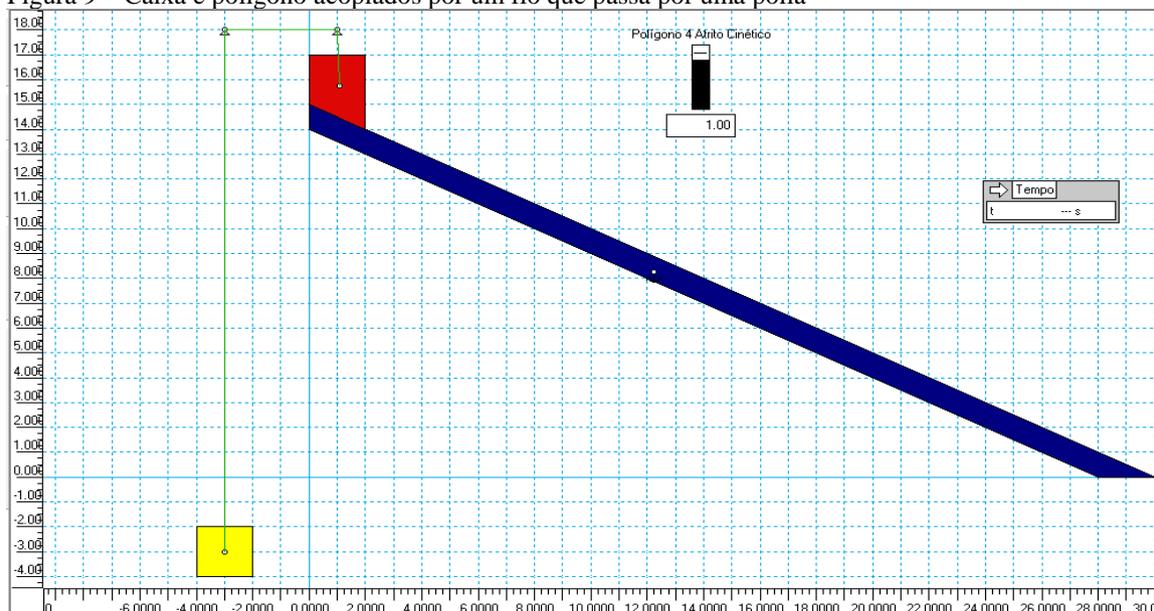
4º Passo – Criar um quadrado 1 de dimensões  $2 \times 2$ . Ele deve estar posicionado na coordenada (-3 ; -3) e nos servirá como outro corpo a se mover, porém na vertical, devido sua conexão com o polígono 2 por um fio através de uma polia. Iremos inserir neste polígono um valor de massa de 10 kg, para isto basta clique duplo sobre o quadrado.

5º Passo – Inserir uma polia que está situada no painel de ferramentas, e iremos adicioná-la da seguinte maneira e ordem,

- 1- após selecionar a ferramenta polia, clicar no centro do quadrado 1, (*o centro de qualquer objeto criado será evidenciado com um pequeno círculo no próprio objeto*), ao mover-se o mouse pela tela percebe-se que um fio o acompanha, este fio é o que irá fazer a conexão entre o outro corpo (polígono 2) a se movimentar.
- 2- Clicar na coordenada (-3 ; 18)
- 3- Clicar na coordenada (1 ; 18)
- 4- Clicar no centro do polígono 2.

6º Passo – Agora iremos fazer ajustes necessários para a inserção do atrito entre o polígono e o plano inclinado no qual ele está disposto. Primeiramente, clique simples sobre o triângulo, após isto, ir no menu superior (Definir), depois em (Novo Controle), por fim em (Atrito Cinético). Feito isto, surgirá um menu de deslizamento, no qual será possível ajustar o valor do atrito cinético a bom grado, conforme Figura 9. Contudo, iremos inserir os diversos valores, (0; 0,4; 0,8; 1).

Figura 9 – Caixa e polígono acoplados por um fio que passa por uma polia



7º Passo – Este passo será para adquirir informações a respeito do entendimento dos alunos sobre a visualização do experimento em movimento.

- 1) Quais tipos de movimentos se observou até agora, MRU ou MRU, ou ambos?
- 2) O que se observou no movimento dos corpos?

- 3) Qual dos dois que se movimentam mais rápido?
- 4) O que aconteceria com o movimento de ambos os corpos se alterarmos o atrito presente no plano inclinado?

Tais informações irão dar ao professor o entendimento prévio que os alunos terão.

8º Passo – Este passo será para adquirir informações a respeito do entendimento dos alunos sobre a visualização do experimento em movimento, similar ao passo anterior, porém o professor irá instruí-los a inserir gráficos em cada um dos corpos que se movimentam, refazendo as questões do passo anterior.

## **DESAFIO 2 – FAÇA VOCÊ MESMO!**

Desta vez você será o responsável por criar o experimento! Mãos à obra!

Crie uma situação onde há uma polia presa a dois corpos que se encontram sobre um plano inclinado, e analisando a Física do experimento criado com as ferramentas do software.

O professor deverá relatar sobre as criações realizadas pelos alunos.

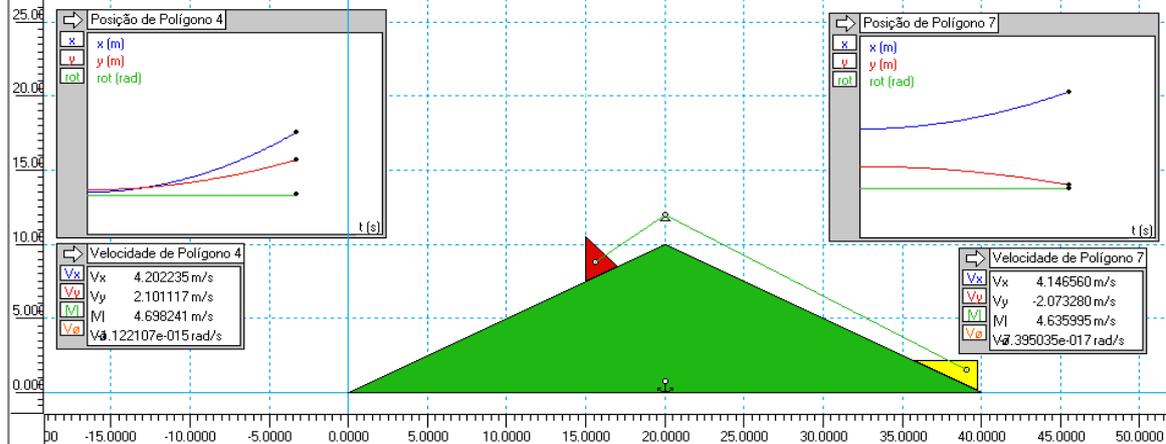
## **EXERCÍCIO 1 – SUPER TRIÂNGULO**

Tais exercícios serão realizados pelos alunos:

- 1º Passo – Ao iniciar o software, aplicar todos os elementos fundamentais da área de trabalho.
- 2º Passo – Criar um super triângulo de dimensões (40 x 10), fixa-lo na área de trabalho na posição (20 ; 3,33)
- 3º Passo – Criar dois triângulos, um deverá ser inserido na ponta esquerda e o outro na ponta direita do super triângulo.
- 4º Passo – Inserir vetores nos triângulos menores.
- 5º Passo – Inserir um sistema de polia fazendo conexão entre os dois triângulos. Neste caso é sugerido inserir a polia na coordenada  $x = 20\text{m}$ , já na coordenada  $y$  entre 11 e 13 metros. Isto servirá para que ocorra o movimento dos triângulos de forma contínua sem elevações sobre a superfície do triângulo.
- 6º Passo – Inserir rasto na simulação
- 7º Passo – Criar gráficos nos triângulos.

A Figura 10 mostra como ficará a simulação.

Figura 10 – Representação da simulação do exercício 1



Com base nesta configuração dos triângulos, responda:

- 1) Ao serem postos em movimento, qual o tipo de movimento que os triângulos desempenham?
- 2) Qual triângulo movimenta-se mais rapidamente, o da esquerda ou o da direita?
- 3) Você consegue mencionar quais são as forças que estão sendo empregadas em ambos os triângulos?
- 4) O que acontece quando se altera a massa de um dos dois triângulos?
- 5) Argumentar sobre as análises feitas através dos gráficos produzidos.

O professor deverá relatar sobre as criações realizadas pelos alunos.

## EXERCÍCIO 2 – (PLANO RADIANO)

Tais exercícios serão realizados pelos alunos.

1º Passo – Ao iniciar o software, aplicar todos os elementos fundamentais da área de trabalho.

2º Passo – Criar um triângulo retângulo que será utilizado como plano inclinado de maneira que o ângulo reto fique no canto esquerdo inferior, no qual a altura será de 7 metros e o comprimento 15 metros para a direita. Ainda neste plano inclinado criado, alterar os valores de atrito estático e cinético para o valor 1.

3º Passo – Criar um quadrado que será o objeto a ser posto em movimento.

4º Passo – No quadrado criado, inserir a angulação que ele deverá estar para ficar com sua superfície inferior totalmente em contato com o plano inclinado, de modo que ele deve estar no ponto mais alto possível do plano inclinado.

5º Passo – Inserir neste quadrado um novo controle de atrito cinético de modo (deslizador). Adicionar a aceleração gravitacional terrestre de  $9,81 \text{ m/s}^2$  e rasto com valor a desejar.

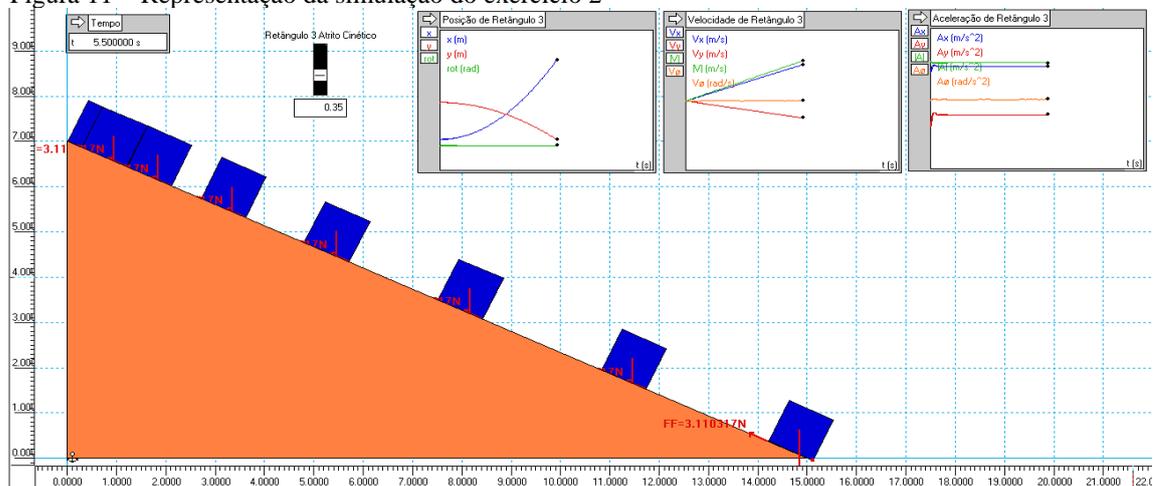
6º Passo – Inserir vetores no quadrado.

7º Passo – Criar gráficos de posição, velocidade e aceleração no quadrado.

8º Passo – Por o quadrado em movimento em Executar.

A Figura 11 apresenta o aspecto da simulação construída.

Figura 11 – Representação da simulação do exercício 2



Com base nesta simulação, responda:

- 1) Qual é o tipo de movimento que o quadrado desempenha durante seu movimento? Explique.
- 2) Quanto tempo leva para o quadrado percorrer todo o plano inclinado?
- 3) O que acontece de diferente no movimento do quadrado quando se insere um valor de atrito em 0,1 e depois um valor de 0,3?
- 4) O que acontece quando se insere um valor de atrito em acima de 0,5?
- 5) Com valores de atrito acima de 0,5, se aumentarmos a massa do corpo significativamente, ele irá deslizar sobre o plano inclinado? Comente.
- 6) Argumentar sobre as análises feitas através dos gráficos produzidos.

# TUTORIAIS EM SIMULAÇÕES VIRTUAIS DE MECÂNICA PELO INTERACTIVE PHYSICS

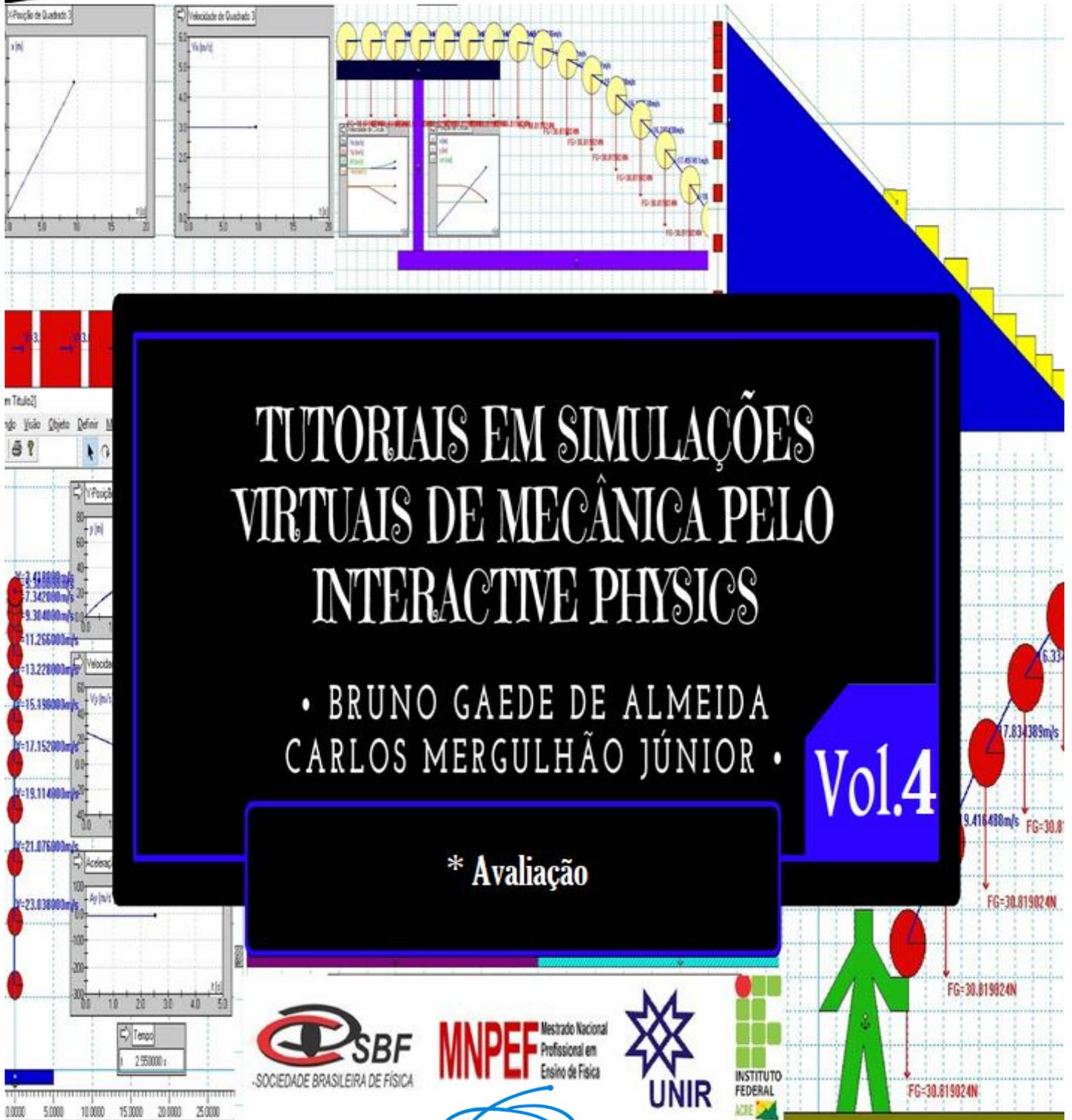
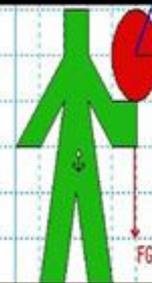
• BRUNO GAEDE DE ALMEIDA  
CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR •

Vol.4

\* Avaliação



MNPEF  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



### **BRUNO GAEDE DE ALMEIDA**

Professor de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC) Campus Cruzeiro do Sul. Possui graduação em Licenciatura em Física pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) (2011). Professor desde 2012, lecionou Física em diversos níveis como Educação de Jovens e Adultos, Ensino Médio e Ensino Superior. Atualmente é mestrando em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Sociedade Brasileira de Física – SBF pelo Polo 05 (UNIR) cujo orientador é coautor desta obra.

### **CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR**

Professor permanente nível associado lotado no Departamento de Física de Ji-Paraná (DEFIJI) da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Graduado em Física pela Universidade de São Paulo (1990), mestre em Física pela Universidade de São Paulo (1993) e doutor em Física pela Universidade de São Paulo (1997). Possui experiência na área de Física Teórica e na área de Ensino de Física voltado para formação de professores, atuando principalmente no seguinte tema: uso de novas metodologias no ensino de Física. Atua como professor de nível superior desde o ano de 2000. Pertence ao quadro funcional como docente de nível superior da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) desde o ano de 2002.

### **AGRADECIMENTO**

Este trabalho foi realizado com auxílio de uma bolsa de estudos apoiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## **SOBRE O PRODUTO**

Este produto educacional disponibilizará uma metodologia de aplicação de um manual, que contém tutoriais de criação e aplicação de simulações virtuais com o software Interactive Physics, sendo destinado a professores de Física do ensino médio. Esta ferramenta de ensino será inserida em conjunto aos conteúdos que fazem parte do início da ementa curricular do 1º ano do ensino médio em quatro aulas de 100 minutos cada, sendo eles, o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, lançamento oblíquo plano inclinado com e sem atrito, com uma avaliação na última aplicação. O simulador em questão, tem propósito de melhorar a compreensão dos conteúdos e estimular o poder de abstração dos fenômenos físicos.

Para a aplicação do produto educacional foi utilizado o método construcionista de Seymour Papert, no qual o aluno irá ter o poder de ser o artista e condutor de sua aprendizagem, mediante a manipulação do simulador, afim de que se possa obter novas conexões e habilidades, ocorrendo de uma maneira participativa e interativa do processo de ensino-aprendizagem.

Importante destacar que na concepção construcionista, o professor não decreta seu conhecimento ao aluno, ele conduz, aconselha e encoraja.

## **SOBRE O INTERACTIVE PHYSICS**

É um software de propriedade da Design Simulation Technologies, uma empresa americana com sede na cidade de Canton, estado de Michigan, que comercializa e suporta produtos de software utilizados por estudantes, educadores e profissionais para aprender e ensinar princípios de Física e usar esses princípios para construir modelos virtuais de projetos mecânicos. O software tem o perfil de cooperar diretamente na docência por proporcionar uma instrução sobre princípios abstratos, através de suas ferramentas que permitem a modificação das propriedades da natureza presente na simulação, como a gravidade e a resistência do ar, ou até mesmo a massa e o tipo de material a ser usado.

Para a criação do produto educacional foi utilizado a versão 9.0, sendo esta uma versão paga, que foi comprada para desenvolver este trabalho. Para aquisição, é necessário entrar em contato pelo e-mail [ip.support.support@design-simulation.com](mailto:ip.support.support@design-simulation.com) com a empresa Design Simulation Technologies.

É possível utilizar uma versão demonstração ao preencher o formulário no site <http://www.design-simulation.com/IP/demo.php>, no qual um representante entrará em contato para enviá-lo.

## AVALIAÇÃO A SER REALIZADA NO INTERACTIVE PHYSICS

### Questão 1 – Atletismo!

O velocista correndo uma prova de 100 m rasos, desloca-se com uma velocidade de 12 m/s de maneira constante.

- a) Qual tempo que ele leva para chegar ao final na pista?
- b) Se dobrarmos a distância da prova para 200 m, qual seria o tempo gasto se nos primeiros 100 m ele percorre a 12 m/s e na segunda metade ele cai para metade sua velocidade?

### Questão 2 – Pênalti!

Um jogador de futebol irá cobrar um pênalti, sendo a distância da marca do pênalti até o gol é de 8 metros, e que o gol tem dimensões 3 m de altura por 16 m de comprimento. O jogador cobra um chute rasteiro empregando na bola uma velocidade inicial e constante de 50 m/s sendo que ela é direcionada à 2 m do canto direito da trave visto de sua visão. O goleiro pula para a sua esquerda com uma velocidade de 30 m/s constante exatamente no instante em que a bola entra em movimento.

- a) O goleiro irá conseguir defender a bola, sendo que sua envergadura é de 2m?
- b) Se você dobrar a massa da bola, o goleiro irá conseguir efetuar a defesa?

### Questão 3 – Ultrapassagem!

Um carro A com 5 m/s encontra-se na origem dos espaços. Ele persegue um carro B que tem velocidade 2 m/s que está na posição 30m.

- a) Quanto tempo levará para o carro encontrar o carro que está mais lento?
- b) Qual será a posição do encontro entre os carros.

### Questão 4 – A maçã!

Uma maçã de 100 g está em uma macieira a 3 m do chão. Suponha que Isaac Newton tenha 1,7 m.

- a) Com que velocidade a maçã irá tocar a cabeça de Newton?
- b) Disserte sobre os gráficos de posição, velocidade e aceleração da maçã.

### Questão 5 – Bolinha de papel!

Um menino observa uma bolinha de 10 cm de 0,05 kg de papel no chão. Ele então a chuta sob um ângulo de  $45^\circ$  com velocidade vertical de 3 m/s em direção a um lixeiro que está a 3 metros de distância. Admita que o lixeiro tenha 0,2 m de diâmetro por 0,2 m de altura.

- a) O menino acertará o lixeiro?
- b) Disserte sobre os gráficos de posição, velocidade e aceleração da bolinha de papel.

### Questão 6 – Guerra!

Uma tropa inimiga está a uma distância de 300 m e a munição que você dispara tem velocidade inicial 30 m/s no eixo x e 40 m/s no eixo y.

- a) A munição irá conseguir acertar a tropa inimiga?
- b) Qual é o módulo da velocidade inicial da munição?

### Questão 7 – Superfícies!

Crie duas superfícies que se conectem uma a outra. A primeira deverá ser feita de gelo, e a segunda de borracha. Um bloco de madeira deverá ser posto em movimento constante em cima da superfície de gelo indo em direção à superfície conectada feita de borracha. Analisando a simulação responda:

- a) O que acontece com o bloco de madeira quando ele atinge a superfície de borracha?
- b) Quais conclusões você consegue obter, analisando graficamente a velocidade, aceleração, e posição do bloco durante o movimento de uma superfície para a outra?

### Questão 8 – Inclinação!

Uma caixa de 5kg é solta sobre uma prancha de 20 m feita de madeira que tem  $30^\circ$  de inclinação.

- a) Quanto tempo leva para a caixa chegar ao final da prancha?
- b) Qual a velocidade máxima atingida pela caixa?