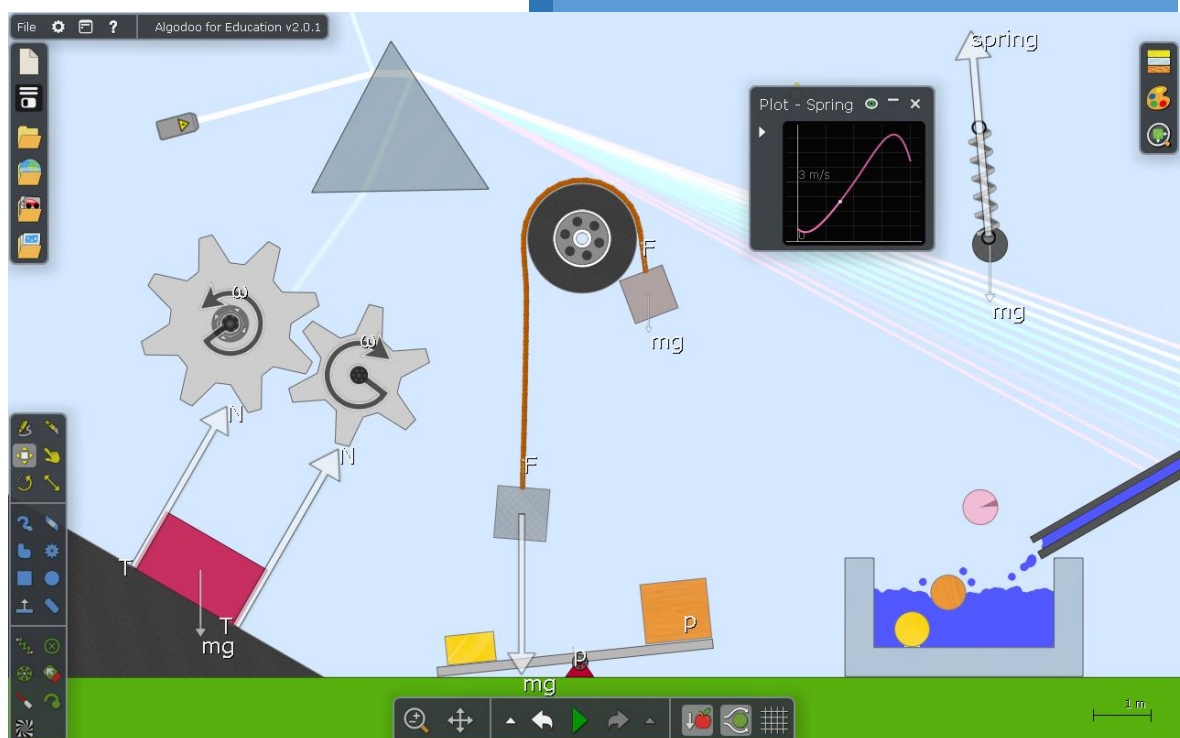


Investigando as Leis de Newton no Algodoo



Mestrando:

Magno Augusto Corrêa Queiroz

Orientador:

Dr. Ronaldo Barros Ripardo

APRESENTAÇÃO

Este livreto, INVESTIGANDO AS LEIS DE NEWTON NO ALGODOO, foi desenvolvido no intuito de estimular o aprendizado de alunos no que se diz respeito aos conceitos das Leis de Newton. Para isso, é utilizada a metodologia de ensino por investigação, aplicada na criação e simulação de experimentos via computador. Sendo dividido em seções, iniciando com a seção “introdução” que aborda os conceitos de massa, inércia e força resultante, que são assuntos de pré-requisitos para o estudo. Em seguida, há seção “conhecendo algodoo” que é um tutorial sobre o Algodoo e as suas principais ferramentas e comandos. Por fim, são apresentadas três seções destinadas à realização de atividades sobre as Leis de Newton, que são a essência do livreto, pois é onde se aplica a metodologia de investigação e o Algodoo: a “atividade 1” aborda a primeira Lei de Newton; a “atividade 2” a segunda Lei de Newton; e a “atividade 3” trabalha com a terceira Lei de Newton.

O livreto é um produto educacional que faz parte da dissertação, com o título ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE LABORATÓRIO ABERTO NO ALGODOO PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON, do Mestrado Profissional Nacional de Ensino de Física (MPNEF). O mestrado é realizado em vários polos no Brasil, o polo referente a este produto educacional é a Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), e é organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), e tem por finalidade de capacitar professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula. O produto educacional pode ser reproduzido livremente para fins didáticos, deste que citada a fonte.

Espero ao término da aplicação deste livreto, que os estudantes possam ter um entendimento significativo e as habilidades de identificar, analisar e refletir sobre os conceitos abordados.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	07
CONHECENDO O ALGODOO	11
ATIVIDADE 1	20
ATIVIDADE 2	26
ATIVIDADE 3	33
EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

INTRODUÇÃO

Aprendemos a descrever o movimento de corpos utilizando conceitos, equações e gráficos, com a finalidade de determinar a distância percorrida, a velocidade e a aceleração alcançadas ao fim de qualquer intervalo de tempo com as devidas orientações. Mas não discutimos a relação entre o movimento e as causas para produzir ou modificá-lo. Para entender tal relação é necessário acrescentar ao conjunto de conceitos já estudados, aqueles de *massa* e *força*.

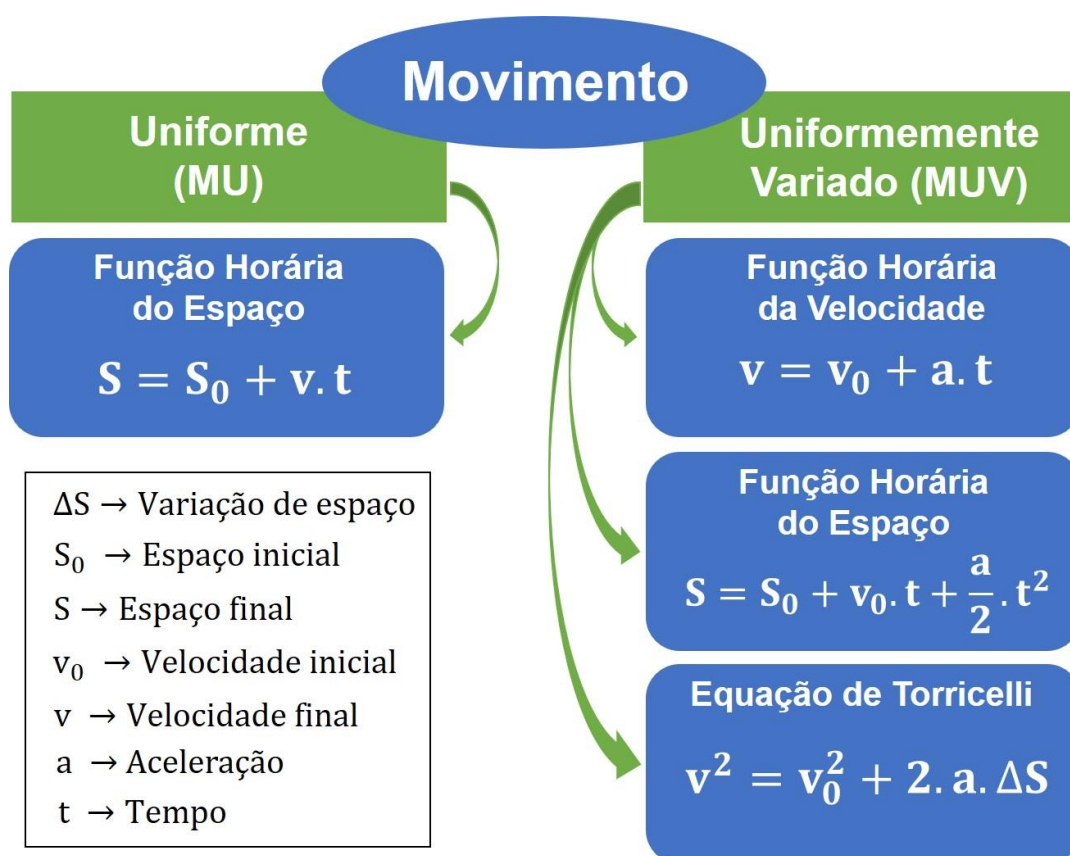


Figura 1: as equações dos movimentos uniforme e uniformemente variado.

Massa é uma grandeza fundamental, no Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida é o quilograma (kg).

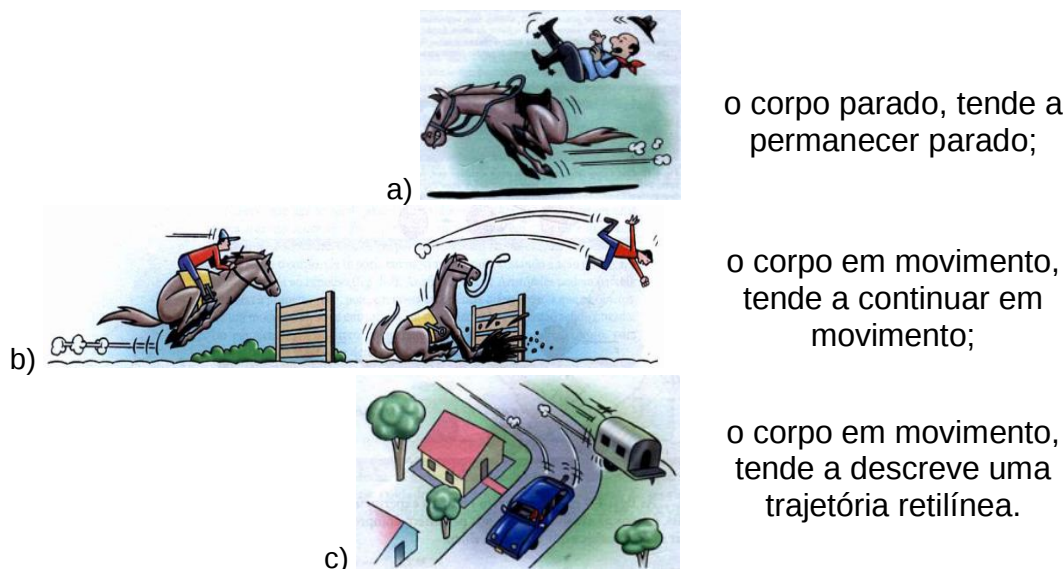
Conceitos de massa:

1º - massa é uma medida da capacidade que o corpo tem de exercer atração de determinada natureza sobre outros corpos;



Figura 2: A Terra e o seu satélite natural, a Lua. A Lua orbita ao redor da Terra devido à atração gravitacional.

2º - massa é uma medida da inércia de um corpo. A inércia é a uma característica da matéria de conservar a velocidade vetorial. Em outras palavras, a matéria tende a permanecer com a intensidade, a direção e o sentido da velocidade constantes.



Fonte: LUZ, 2006.

Figura 3: Exemplos das características da inércia.

Força é uma grandeza suplementar (derivada de outras grandezas) que tem como unidade de medida, no SI, o Newton (N) - homenagem ao famoso cientista inglês *Sir Isaac Newton* (1642 - 1727) – e é o resultado da interação entre corpos que pode produzir *equilíbrio*, *variação de velocidade* e *deformação*.

A interação dos corpos pode ser de duas maneiras:

a) Contato: é o caso que há contato direto entre os corpos. Como exemplos temos a força de atrito, força de tração e força normal.



Figura 4: O ato de chutar uma bola é uma interação de contato entre o pé e a bola.

b) Campo: é o caso que não há contato direto entre os corpos (ação à distância). Como exemplos temos a força gravitacional, força elétrica e força magnética.



Figura 5: A queda de uma maçã demonstra a interação à distância (gravidade) do planeta Terra sobre a maçã.

A força tem intensidade, direção e sentido, ou seja, ela é uma grandeza vetorial. Existem muitos tipos de forças, vamos analisar algumas dessas forças:

Força Peso

A atração gravitacional que a Terra exerce sobre os objetos.

**Força Normal**

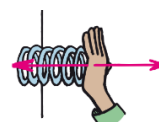
A força normal é exercida sobre um objeto por qualquer superfície com a qual ele tenha contato.

**Força Tensão**

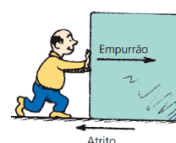
A força de puxar que uma corda esticada exerce sobre um objeto ao qual ela está amarrada.

**Força Elástica**

As molas exercem força quando são comprimidas ou esticadas.

**Força de Atrito**

A força de atrito exercida sobre um objeto por uma superfície é sempre oposto ao sentido do movimento.

**Força de Arraste**

A força arraste é análoga a força de atrito, mas ocorre nos fluidos.



Fonte: HEWITT, 2015.

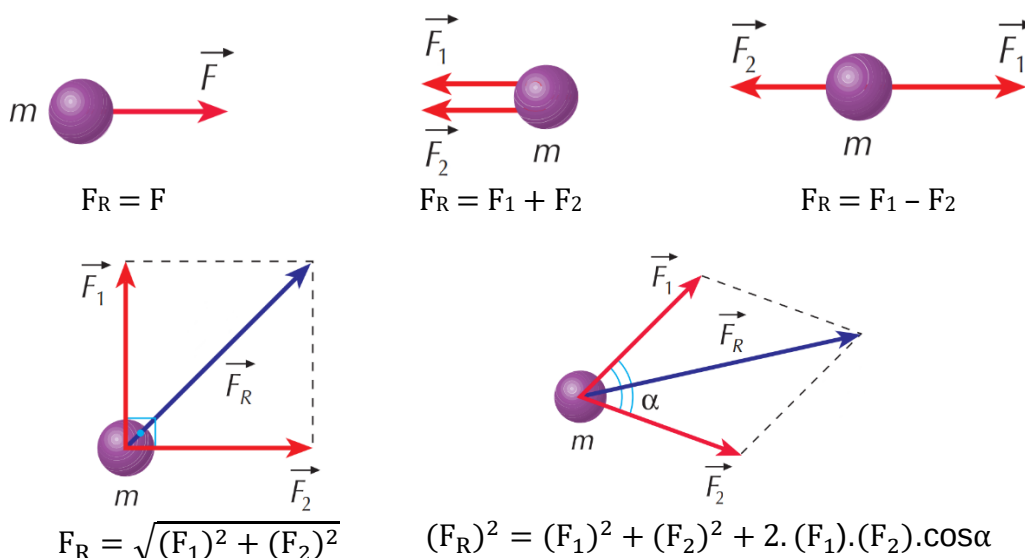
Um sistema de forças atuantes em um corpo pode ser substituído por uma única força, a *força resultante*, que é capaz de produzir no corpo o mesmo efeito que todas as forças aplicadas. Para determinar a força resultante é necessário efetuar operações vetoriais.

Forças aplicadas	Forças resultantes

Fonte: HEWITT, 2015.

Figura 6: exemplos de forças aplicadas com as respectivas forças resultantes.

A seguir, temos alguns exemplos de cálculos do módulo da força resultante.



Fonte: JUNIOR, 2009.

Figura 7: Exemplos de cálculos de forças resultantes aplicadas em uma massa.

O conceito de força é mais abrangente o que foi aqui exposto. Portanto, vamos investigar a relação entre a *força resultante* e o *movimento* dos corpos; o livreto vai analisar apenas os casos de movimentos de trajetórias retilíneas. Para isso, realizaremos três atividades. As três atividades terão um problema em forma de pergunta, a montagem de um experimento no *software* Algodoo. No próximo tópico (Conhecendo o Algodoo), vamos conhecer as principais ferramentas e comandos do *software*, e, por fim, ocorrerá a análise e discussão dos dados obtidos no experimento. No final das três atividades será realizado um exercício de fixação.

CONHECENDO O ALGODOO

Algodoo é um *software* gratuito, desenvolvido pela *Algoryx Simulation AB*, que apresenta compatibilidade com os sistemas operacionais *Windows* (Microsoft) e *macOS* (Apple) e tem a finalidade de criar simulações de Física em duas dimensões. O *software* é de fácil manuseio e com aparência de desenho animado. A criação dos cenários para simulação é feita por ferramentas de desenhos simples (caixas, círculos, polígonos, engrenagens, cordas e correntes) e a exibição de gráficos e vetores (velocidade, forças e momentum).

Os links para o site oficial, *download* e tradução em português (Brasil) do *software* Algodoo são, respectivamente:

<<http://www.algodoo.com>>;

<<http://www.algodoo.com/download>>; e

<<http://www.algodoo.com/forum/viewtopic.php?f=30&t=10211>>.

Ao iniciar o Algodoo, a janela “bem-vindo” abre automaticamente, para orientar o usuário com as opções de ajustes, tutoriais e lições. O *software* tem uma interface simples para a criação dos cenários com cinco barras (menus) de trabalho, onde o usuário pode mudar as posições das barras livremente, estão apresentados na figura 8.

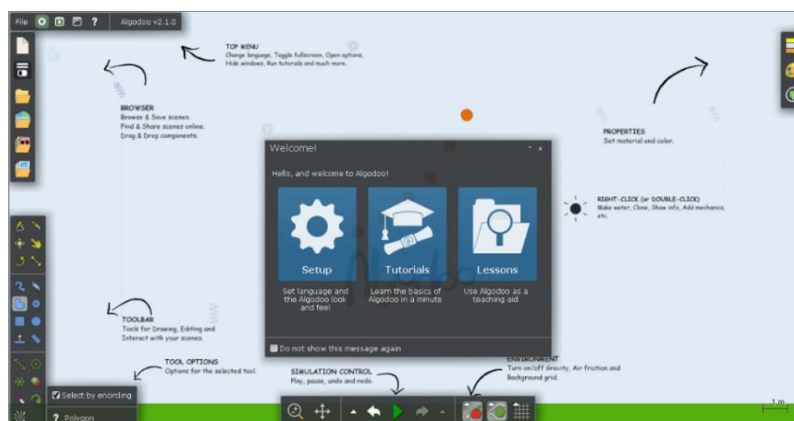


Figura 8: Software Algodoo, área de trabalho com a janela bem-vindo aberta.

Barra de Arquivo

A barra de arquivo é a barra que permite acessar configurações e preferências do *software* Algodoo.

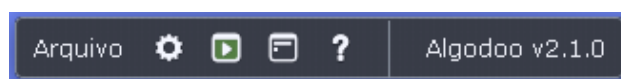


Figura 9: Barra de arquivo.

Barra de Navegação

A barra de navegação é a barra que permite abrir, salvar e efetuar *downloads* de arquivos.



Figura 10: Barra de navegação.

Os três primeiros ícones são atalhos para **novo arquivo** , **salva arquivo**  e **abrir arquivo** .



Botão Algotbox – abre o serviço da Algoryx, onde os usuários do Algodoo podem carregar cenas e disponibilizá-las para outros.



Botão componentes - carregar componentes pré-fabricados em sua cena.



Botão aulas - abre lições pré-fabricadas pela Algoryx para o ensino.

Barra de Ferramentas

A barra de ferramentas contém todas as ferramentas necessárias para criar objetos de uma cena. Na primeira parte (ferramentas de cor amarela), existem várias ferramentas para manipular objetos. Na segunda parte (ferramentas de cor azul), estão as ferramentas de desenho com as quais você pode desenhar. Na última parte, estão objetos adicionais que podem ser anexados às figuras geométricas.



Figura 11: Barra de ferramentas.



Esboço – Para esboçar um desenho.



Mover - Mover objetos e água.



Rotacionar - Girar objetos e água.



Cortar - Cortar ou dividir objetos através do desenho de uma linha através deles. Mantenha pressionado *SHIFT* para um corte direto.



Arrastar - Arraste e aplique forças aos objetos durante a simulação.



Tamanho - Mude o tamanho e faça objetos menores ou maiores. Para manter a escala proporcional mantenha pressionado a tecla *SHIFT*.



Pincel - Funciona como um pintor.



Polígono - Desenhe arbitrariamente formas. Mantenha *SHIFT* pressionando para desenhar linhas retas.



Retângulo - Faz uma caixa. Pressione *SHIFT* para um quadrado.



Plano Infinito - Cria planos infinitos. Útil para fazer um terreno plano, parede.



Apagador – Funciona como apagador.



Engrenagem - Criar engrenagens com eixos.



Círculo - Criar círculos.



Corrente - Criar correntes ou *link* entre objetos ou fundo.



Mola - Conecta dois objetos com uma mola.



Eixo - Conecta dois objetos por um eixo. Um eixo depois poderá ser configurado como motor na tela de opções do mesmo.



Laser - Cria um raio laser.



Textura – Move e ajusta as texturas dos objetos.



Fixador - Soldar dois objetos juntos ou um ao fundo.



Propulsor – Aplica uma constante força (pode ser configurado) para o objeto.



Traçador - Coloca um traçador em um objeto e vai desenhar a sua trajetória.

Ao selecionar uma determinada ferramenta, automaticamente abrirá a janela de **opções de ferramenta**. Essa janela apresenta as opções de configuração da ferramenta escolhida. A seguir, na figura 12, estão os exemplos de janelas de configuração das ferramentas arrastar, corda e engrenagem, respectivamente.



Figura 12: Exemplos de janelas de opções das ferramentas: a) arrastar; b) corrente; c) engrenagem.

Barra de Propriedades

A barra que configura a propriedade do material, a aparência e visualização de propriedade físicas do objeto.



Figura 13: Barra de propriedades.



Botão material - Apresenta as propriedades de um objeto.



Botão aparência – Consegue ajustar a cor, visibilidade, rotação e similares, e atribui uma textura especial a um objeto.



Botão Visualização – Consegue exibir e modificar tamanhos dos vetores velocidade, forças, momentum e momentum rotacional.

Barra de Simulação

A simulação pode ser controlada com essa barra.



Figura 14: Barra de simulação.



Botão zoom – Controla o zoom do cenário.



Botão mover a visualização – Mover o cenário.



Botão inicia e pausa – Inicia e pausa a simulação (tecla espaço).



Botão desfazer – Desfaz uma ação.



Botão restaurar – Refaz uma ação.



Botão gravidade – Liga e desliga a gravidade.



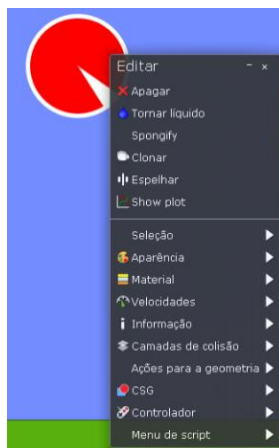
Botão atrito do ar – Liga e desliga os efeitos do ar sobre os objetos.



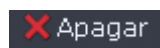
Botão grade – Insere linhas vertical e horizontal para orientação.

Janela de edição para objetos

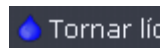
Podemos acessar e modificar as propriedades de qualquer objeto após a sua criação utilizando a janela **editar**. Para isso, temos que clicar com o botão direito do *mouse* sobre o objeto desejado.



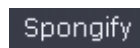
As opções para selecionar na janela editar, são:



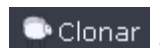
Apagar - Apaga o objeto.



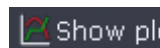
Tornar líquido - Transforma o objeto sólido em líquido.



Spongify - Transforma o objeto rígido em flexível

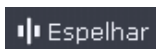


Clonar - Copia o objeto.



Show plot - Mostra o gráfico.

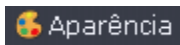
Figura 15: Janela editar.



Espelhar - Inverte o objeto.



Seleção - Agrupar ou desagrupar, envia para trás ou para frente e segue o objeto.



Aparência - Alterar a cor e a borda, transformar em círculo, transferidor ou régua, visualizar os vetores velocidade, força e momento de um objeto.

 **Material** - Muda o tipo de material (padrão, vidro, ouro, hélio, gelo, borracha, ferro, pedra e madeira) e a suas propriedades (densidade, massa, atrito, elasticidade e atração).

 **Velocidades** - Controla a velocidade do objeto.

 **Informação** - Informa todas as propriedades do objeto.

 **Camadas de colisão** - Muda a camada de colisão de um objeto.

Ações para a geometria - Cola na tela de fundo, adiciona eixo central, propulsor e traçador, transforma em engrenagem, caixa ou círculo os objetos.

 **CSG** - (*Constructive Solid Geometry*) pode cortar, interseccionar, remover e adicionar objetos selecionados ao objeto da trás.

 **Controlador** - Adiciona botão de destruição, espalhamento e controlador geométrico (aceleração via teclado).

Menu de script - Adiciona ou muda funções, via códigos, do objeto. Essa opção é para usuários avançados e é recurso sem suporte técnico.

A seguir, são apresentadas as janelas das opções selecionar, ações para a geometria, CGS, controlador, aparência, material, velocidade e camadas de colisão respectivamente.



Figura 16: Exemplos de janelas correspondentes às opções presentes na janela editar: a) seleção; b) ações para geometria; c) CSG; d) controlador; e) aparência; f) material; g) velocidade; h) camadas de colisão.

Praticando no Algodoo

Agora treinaremos a utilização de algumas ferramentas e propriedades do Algodoo em forma de exemplos.

Exemplo 1: Régua

Passo 1: Utilize a ferramenta **retângulos** para criar um retângulo de comprimento maior do que a altura.

Passo 2: Sobre o objeto, abra a janela **editar** e escolha a opção **aparência** (será aberta uma nova janela). Na nova janela, marque a opção **régua**.

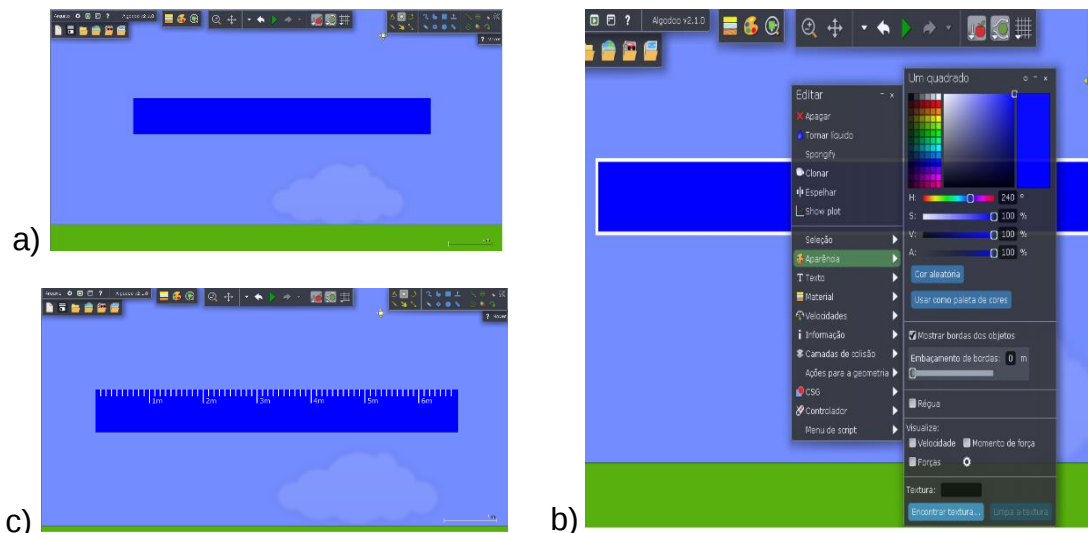


Figura 17: a) retângulo criado; b) janela editar e janela da opção aparência; c) régua.

Exemplo 2: Carro remoto

Passo 1: Utilizando a **barra de ferramentas**, crie a estrutura de um carro.

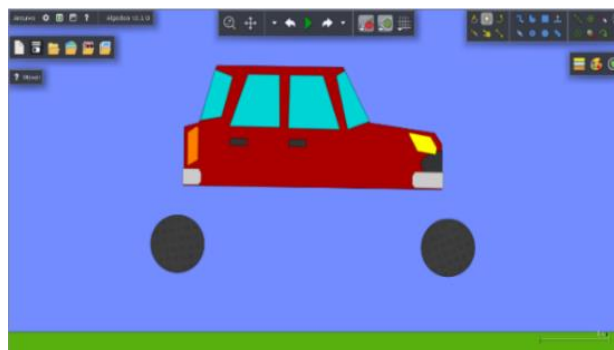


Figura 18: Lataria e as rodas de um carro construídos utilizando a barra de ferramentas.

Passo 2: Para fixar a roda no veículo, arraste as rodas para o local desejado do carro. Sobre a roda, abra a janela **editar** e escolha a opção **ação para geometria** e após escolha a opção **eixo**. Essa escolha permite que a roda fique fixa no veículo e possa girar livremente.

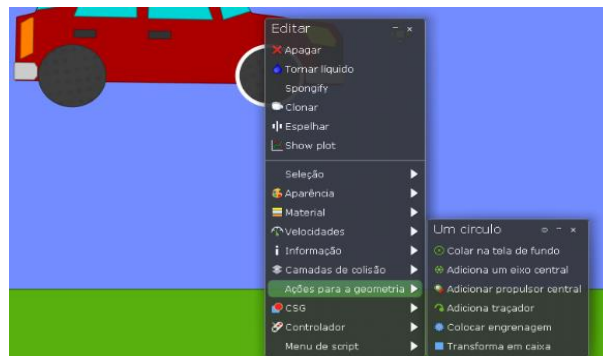


Figura 19: Fixação das rodas no carro utilizando a ferramenta eixo.

Passo 3: Sobre o eixo da roda, abra a janela **editar** e escolha a opção **eixo** (abrirá uma nova janela). Na nova janela, escolha a opção **botão para frente** e em seguida aperte a tecla **seta para direita** do teclado, e faça o processo também para o **botão para trás** utilizando a tecla **seta para esquerda** e **botão freio** utilizando a tecla **seta para baixo** do teclado. Agora o veículo pode ir para frente, para trás e frear.

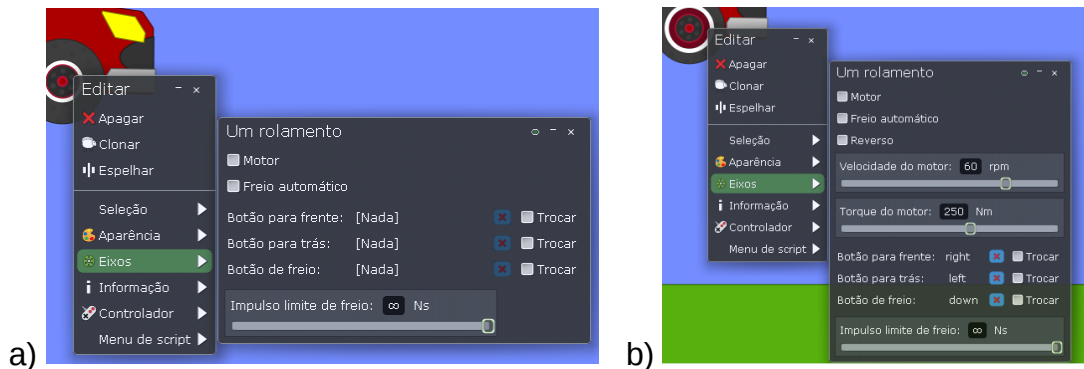


Figura 20: a) Adicionando comandos via teclado no eixo; b) configurando a rotação do eixo.

Passo 4: No veículo, abra a janela **editor** e escolha a opção **velocidade** (abrirá uma nova janela). No final da nova janela, marque a opção **velocidade** para ativar a visualização do vetor velocidade.

Passo 5: Continuando na mesma janela anterior, aperte a opção **engrenagem** para abrir a janela **visualização** na **barra propriedades** e marque as opções **mostrar nomes**, **mostrar componentes** e **mostrar valor** na aba velocidade.

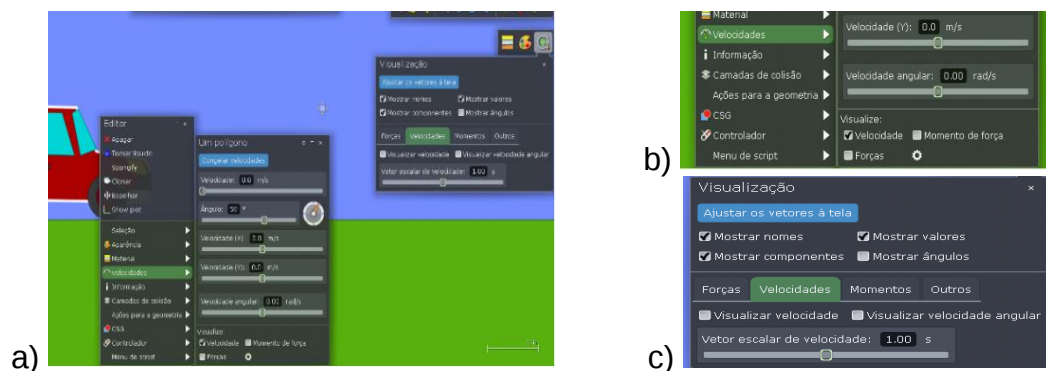


Figura 21: a) Janelas editar, velocidade e visualização; b) Detalhe da janela velocidade; c) Detalhe da janela visualização.

Passo 6: Para acompanhar o movimento do veículo, abra a janela **editar** sobre o veículo e escolha a opção **seleção** (será aberta uma nova janela). Na nova janela, marque a opção **seguir**.

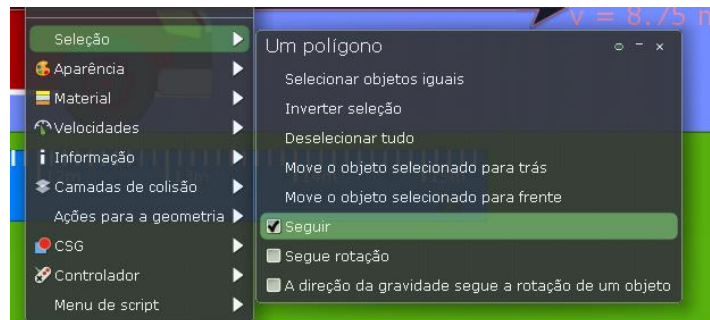


Figura 22: Janela seleção com a opção seguir marcada.

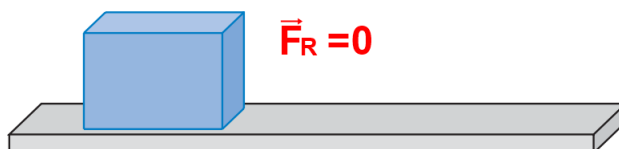
Passo 7: Feita a montagem, inicie a simulação utilizando a opção **inicia a simulação**, na **barra simulação**.

ATIVIDADE 1

Questão Problematizadora



A resultante das forças exercidas sobre um bloco apoiado sobre um plano é nulo.



Você pode afirmar que esse bloco está parado em relação a esse plano?

Procurando a Solução

Para encontrar uma solução à questão problematizadora é necessário, de início, o levantamento de hipóteses utilizando os conceitos físicos já estudados e conhecimentos obtidos em suas experiências no cotidiano.

Hipóteses

Agora, vamos investigar se as hipóteses são válidas ou não. Para isso, montaremos um experimento no Algodoo para obter tais evidências.

Experimento

Siga as instruções para montagem e execução do experimento, e, no caso de dúvidas, solicite ajuda aos colegas ou ao professor.

Montagem

Passo 1: Na **barra de simulação**, deixe as opções **gravidade** e **grade** marcadas e o **atrito do ar** desmarcado.



Figura 23: Barra de simulação com as opções de gravidade e grade marcados.

Passo 2: Crie um bloco, objeto em formato de retângulo.

Passo 3: Sobre o bloco, abra a janela **editar** e escolha a opção **material**, uma nova janela abrirá. Deixe o valor **0** (zero) na opção **atrito** na nova janela.

Passo 4: Continuando na janela **editar**, escolha a opção **ações para a geometria** para abrir uma nova janela. Marque a opção **adicionar traçador** e configure o traçador para a melhor visualização no experimento.



Figura 24: Janela editar do bloco. a) opção material; b) opção ações para a geometria.

Passo 5: Continuando na janela **editar**, escolha a opção **velocidade** para abrir uma nova janela. Marque as opções **velocidade** e **força**.

Passo 6: Na janela velocidade, aperte a opção de **engrenagem** para abrir a janela **visualização** na **barra propriedades**. Na barra de propriedades, marque as opções **mostrar nomes** e **mostrar valor**.

Passo 7: Na janela visualizar, escolha a aba velocidade, ajuste a opção **veto escalar de velocidade**, e logo após a aba força, ajuste a opção **escala dos vetores força** e deixe, apenas, as opções **total** e **propulsor** marcadas.



Figura 25: Janela editar com a janela da opção velocidade e a janela visualização da barra de propriedades.

Passo 8: Adicione dois propulsores no bloco, os quais terão que ser posicionados de tal forma que formem um ângulo de 180° entre eles na horizontal, com a ferramenta **propulsor**. Mude a cor dos propulsores para diferenciá-los. Para isso, abra a janela **editar** sobre cada propulsor e escolha a opção **aparência**.

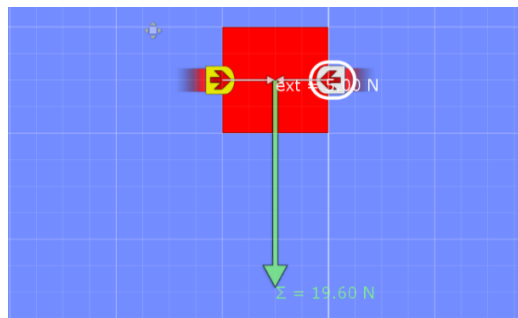


Figura 26: Bloco com propulsores. Janela editar para os propulsores.

Passo 9: Abra a janela **editar** para cada propulsor e escolha a opção **propulsor** para abrir uma nova janela. Fixe as novas janelas no cenário de simulação e renomeie as janelas para identificá-las. Nas janelas dos propulsores, acrescente uma tecla de ativação na opção **chave de ativação**. Utilize a mesma tecla para os dois propulsores.

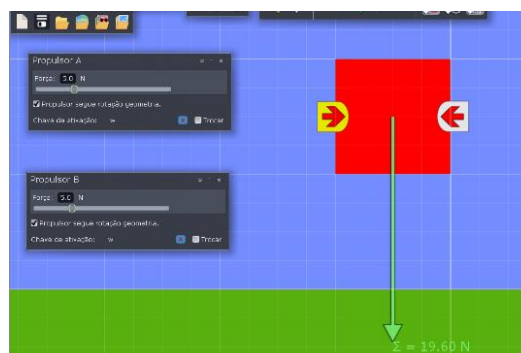


Figura 27: As janelas editar dos propulsores fixas com a tecla de ativação.

Passo 10: Para visualizar o movimento do bloco, abra a janela **editar** sobre o bloco e escolha a opção **seleção** para abrir uma nova janela. Marque a opção **seguir** na nova janela.

Passo 11: Ajuste o bloco para ficar apoiado no plano infinito (chão).

Realização

Cada propulsor tem como finalidade aplicar determinada quantidade de força sobre o bloco. Os propulsores terão que ser posicionados de tal forma que formem um ângulo de 180° entre eles. Portanto, os vetores forças terão a mesma direção e sentidos opostos. No bloco, será possível visualizar a trajetória e os vetores força, força resultante e velocidade com os respectivos valores.

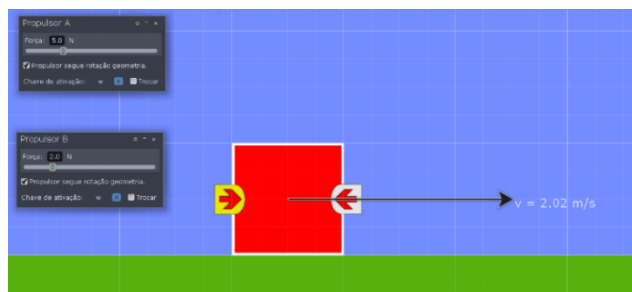


Figura 27: Esquema da posição do bloco e dos propulsores para realizar o experimento.

Para realizar o experimento, preencha os quadros 1.1 e 1.2. No quadro 1.1, insira os dados, escolhidos pelo usuário, dos vetores forças ($\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ e $\vec{F}_4$). Os vetores $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ terão que apresentar o mesmo módulo e sentidos opostos e os vetores $\vec{F}_3$ e $\vec{F}_4$ terão que apresentar os módulos diferentes e os sentidos opostos.

	$\vec{F}_1$	$\vec{F}_2$	$\vec{F}_R$
$F_1 = F_2$	Intensidade	Intensidade	Intensidade
			0
	Direção	Direção	Direção

	Sentido	Sentido	Sentido
$F_3 \neq F_4$			_____
	$\vec{F}_3$	$\vec{F}_4$	$\vec{F}_R$
	Intensidade	Intensidade	Intensidade
	Direção	Direção	Direção
	Sentido	Sentido	Sentido

Quadro 1.1: Os vetores forças $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ e $\vec{F}_4$ e resultante.

Os valores das quatro forças devem ser adicionados em pares ($\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$; $\vec{F}_3$ e $\vec{F}_4$), nos propulsores. Adicionando as forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ nos propulsores, o bloco

apresentará a força resultante nula e para as forças $\vec{F}_3$ e $\vec{F}_4$, resultará em uma força resultante diferente de zero.

No quadro 1.2, ao realizar o experimento, descreva o movimento do bloco utilizando os conceitos básicos da cinemática (repouso, movimento, trajetória, velocidade e aceleração), para quatro situações distintas:

- 1ª Situação: $F_R = 0$ com o bloco inicialmente em repouso;
- 2ª Situação: $F_R = 0$ com o bloco iniciando com velocidade constante;
- 3ª Situação: $F_R \neq 0$ com o bloco inicialmente em repouso;
- 4ª Situação: $F_R \neq 0$ com o bloco iniciando com velocidade constante.

Descrição do movimento do bloco		
	Bloco inicialmente em repouso	Bloco inicialmente em MRU
$F_R = 0$		
$F_R \neq 0$		

Quadro 1.2: Descrição do movimento do bloco para força resultante igual e diferente de zero.

Analizando as Informações

Marque com **X** os espaços em branco no quadro 1.3 que associam a força resultante e o estado de movimento do corpo observado no experimento.

Experimento		Força Resultante	
		Igual a zero ($F_R = 0$)	Diferente de zero ($F_R \neq 0$)
Velocidade constante	Igual à zero ($v = 0$)		
	Diferente de zero ($v \neq 0$)		
Velocidade variada (aceleração)			

Quadro 1.3: Os dados obtidos no experimento.



Observando os quadros 1.2 e 1.3, qual conclusão podemos obter?



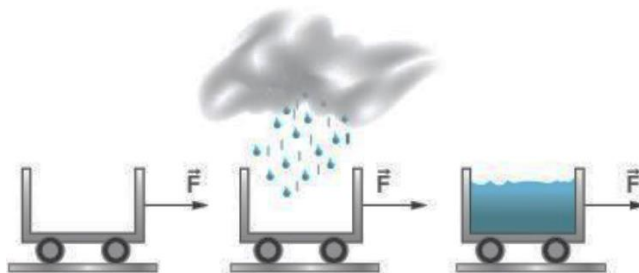
Formalize uma resposta à questão problematizadora, discutindo a validade ou não das hipóteses sugeridas, com base nas evidências obtidas no experimento.

ATIVIDADE 2

Questão Problematizadora



Um carrinho está sob a ação de uma força resultante $\vec{F}$ constante, como mostra a figura.



A partir de dado instante e durante um certo intervalo de tempo, chove verticalmente sobre o carrinho. Descreva a aceleração do carrinho antes e depois da chuva.

Procurando a Solução

Para encontrar uma solução à questão problematizadora é necessário, de início, o levantamento de hipóteses utilizando os conceitos físicos já estudados e conhecimentos obtidos em suas experiências no cotidiano.

Hipóteses

Agora, vamos investigar se as hipóteses são válidas ou não. Para isso, montaremos um experimento no Algodoo para obter tais evidências.

Experimento

Siga as instruções para montagem e execução do experimento, e, no caso de dúvidas, solicite ajuda aos colegas ou ao professor.

Montagem

Passo 1: Na **barra de simulação**, deixe as opções **gravidade** e **grade** marcadas e o **atrito do ar** desmarcado.



Figura 29: Barra de simulação com as opções de gravidade e grade marcados.

Passo 2: Crie um bloco, objeto em formato de retângulo.

Passo 3: Sobre o bloco, abra a janela **editar** e escolha a opção **material**, e uma nova janela abrirá. Deixe o valor **0** (zero) na opção **atrito** na nova janela e escolha um valor entre 2 a 10 kg na opção **massa** para bloco.

Passo 4: Na janela **editar**, escolha a opção **ações para a geometria** para abrir uma nova janela. Marque a opção **adicionar traçador** e configure o traçador para a melhor visualização no experimento.



Figura 30: Janela editar do bloco. a) opção material; b) opção ações para a geometria.

Passo 5: Abra novamente a janela **editar**, escolha a opção **velocidade** para abrir uma nova janela. Na nova janela, marque as opções **velocidade** e **força**.

Passo 6: Ainda na janela velocidade, pressione a opção de **engrenagem** para abrir a janela **visualização** na **barra propriedades**. Na barra de propriedades, marque as opções **mostrar nomes** e **mostrar valor**.

Passo 7: Ainda na janela visualização, escolha a aba velocidade, ajuste a opção **vettor escalar de velocidade**, e logo após a aba força, ajuste a opção **escala dos vetores força** e deixe apenas as opções **total** e **controlador** marcadas.

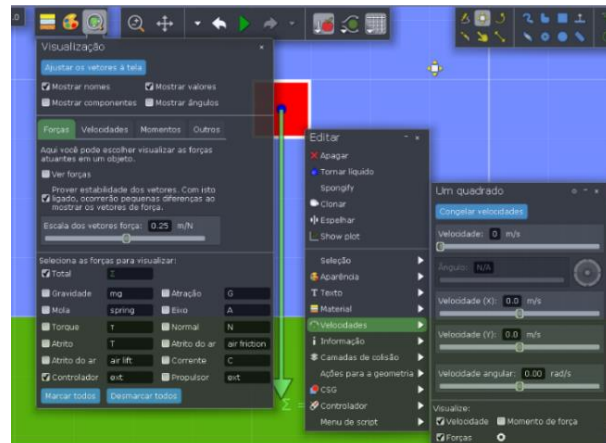


Figura 31: Janela editar com a janela da opção velocidade e a janela visualização da barra de propriedades.

Passo 8: Adicione um propulsor no bloco com a **ferramenta propulsor**.

Passo 9: Abra a janela **editar** sobre propulsor e escolha a opção **propulsor** para abrir uma nova janela. Fixe a nova janela no cenário de simulação.

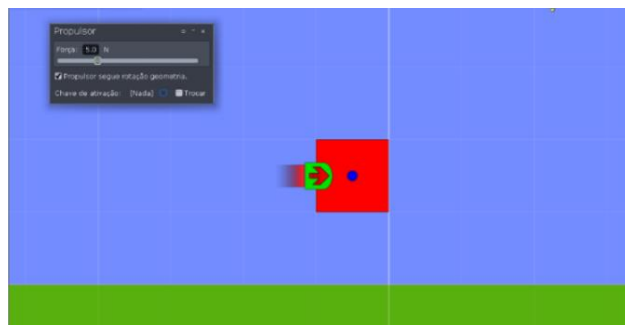


Figura 32: Anexando a janela propulsor na área de trabalho para utiliza, na simulação.

Passo 10: Construa uma régua de 50 metros.

Passo 11: Um pouco abaixo do **plano infinito** (chão) fixe a régua com a ferramenta **fixador**.

Passo 12: Ajuste o bloco para ficar na marcação zero (origem) da régua e para que o propulsor fique na horizontal no sentido de ir para a régua.

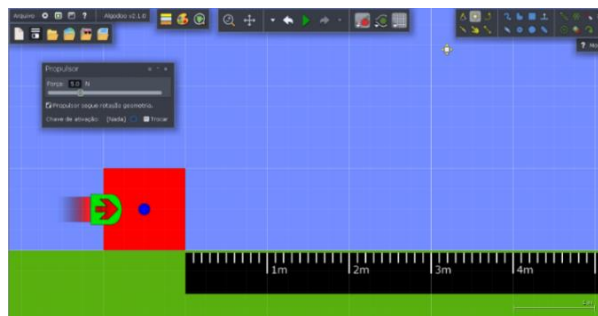


Figura 33: As posições corretas do bloco e da régua fixada.

Passo 13: Para visualizar o movimento do bloco, abra a janela **editar** sobre o bloco e escolha a opção **seleção** para abrir uma nova janela. Marque a opção **seguir** na nova janela.

Realização

O propulsor tem como finalidade aplicar determinada quantidade de força sobre o bloco para movimentá-lo na horizontal. Adote a força observada como a força resultante aplicada no bloco. No bloco, será possível visualizar a trajetória e os vetores força e velocidade com os respectivos valores.

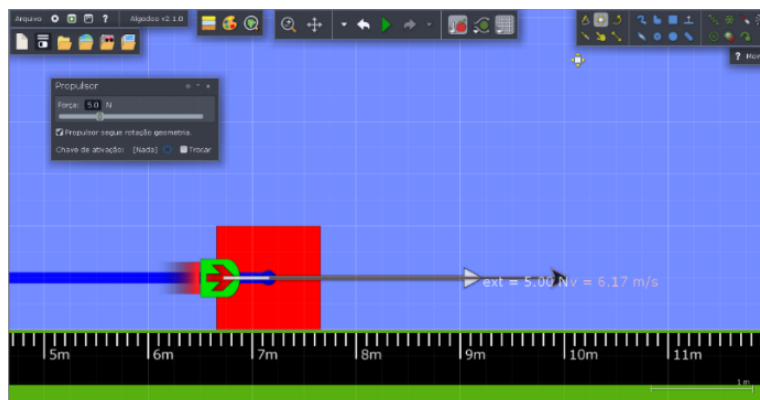


Figura 34: Demonstração do experimento em execução.

Para o experimento, preencha o quadro 2.1 com os valores da massa, força (que serão escolhidos pelo usuário) e aceleração. A aceleração será calculada utilizando uma das três equações (função horária da velocidade, função horária do espaço e a equação de Torricelli) do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) que melhor descreva o experimento.

	Massa (kg)	Força (N)	Aceleração (m/s ²)
Valores			
Equação do MRUV			
Demonstração do cálculo da aceleração			

Quadro 2.1: Os valores da massa e força escolhidos e o valor da aceleração com a demonstração do cálculo.

Utilizando os valores da força e massa do quadro 2.1, determine o valor da aceleração, novamente, para as seguintes situações:

1ª Situação: A força com o *dobro* de seu valor e a massa com o mesmo valor. Logos após isso, refaça o cálculo utilizando a *metade* do valor da força;

	Massa (kg)	Força (N)	Aceleração (m/s ²)
Valores		Dobro	
		Metade	
Demonstração do cálculo da aceleração			
Dobro da força		Metade da força	

Quadro 2.2: Os valores da massa e força e aceleração para o primeiro caso.

2ª Situação: A massa com o *dobro* de seu valor e a força com o mesmo valor. Logos após isso, refaça o cálculo utilizando a *metade* do valor da massa;

	Massa (kg)	Força (N)	Aceleração (m/s ²)
Valores	Dobro		
	Metade		
Demonstração do cálculo da aceleração			
Dobro da massa		Metade da massa	

Quadro 2.3: Os valores da massa e força e aceleração para o segundo caso.

3ª Situação: A força e a massa com o *dobro* de seus valores. Logos após isso, refaça o cálculo utilizando a *metade* dos valores da força e a massa.

	Massa (kg)		Força (N)		Aceleração (m/s ²)
Valores	Dobro		Dobro		
	Metade		Metade		
Demonstração do cálculo da aceleração					
Dobro da massa e força			Metade da massa e força		

Quadro 2.4: Os valores da massa e força e aceleração para o terceiro caso.

Analisando as Informações

Utilizando os quadros 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, marque com **X** os espaços em branco no quadro 2.5, para relacionar se os pares de grandezas massa e aceleração; força resultante e aceleração; e massa e força resultante, são diretamente proporcionais (**DP**) ou inversamente proporcionais (**IP**).

Grandezas	DP	IP
Massa e Aceleração		
Força Resultante e Aceleração		
Massa e Força Resultante		
DP → Diretamente Proporcional; IP → Inversamente Proporcional		

Quadro 2.5: As grandezas utilizadas no experimento (massa, força e aceleração) são diretamente ou inversamente proporcionais.



Analisando os dados obtidos no experimento, há uma expressão matemática que relaciona massa, força resultante e aceleração. Deduza a equação que relaciona as três grandezas.



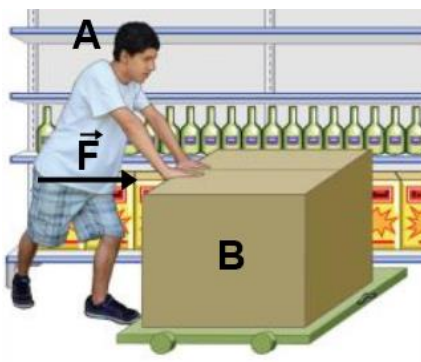
Formalize uma resposta à questão problematizadora, discutindo a validade ou não das hipóteses sugeridas, com base nas evidências obtidas no experimento.

ATIVIDADE 3

Questão Problematizadora



Quando um corpo A exerce uma força sobre outro corpo B, o que ocorre com o corpo A no momento dessa interação?



Procurando a Solução

Para encontrar uma solução à questão problematizadora é necessário, de início, o levantamento de hipóteses utilizando os conceitos físicos já estudados e conhecimentos obtidos em suas experiências no cotidiano.

Hipóteses

Agora, vamos investigar se as hipóteses são válidas ou não. Para isso, montaremos um experimento no Algodoo para obter tais evidências.

Experimento

Siga as instruções para montagem e execução do experimento, e, no caso de dúvidas, solicite ajuda aos colegas ou ao professor.

Montagem

Passo 1: Na **barra de simulação**, deixe as opções **gravidade** e **grade** marcadas e o **atrito do ar** desmarcado.



Figura 35: Barra de simulação com as opções de gravidade e grade marcados.

Passo 2: Crie dois blocos, objetos em formato de retângulos, de tamanhos diferentes.

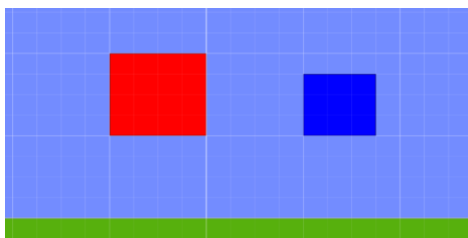


Figura 36: Blocos de diferentes tamanhos.

Passo 3: Em cada bloco, abra a janela **editar** e escolha a opção **material**, e uma nova janela abrirá. Deixe o valor **0** (zero) na opção **atrito** e escolha um valor para massa, em kg, para os blocos na opção **massa**.

Passo 4: Em cada bloco, abra, novamente, a janela **editar** e escolha a opção **velocidade** para abrir uma nova janela. Na nova janela, marque as opções **velocidade** e **força**.

Passo 5: Ainda na janela velocidade, aperte a opção de **engrenagem** para abrir a janela **visualização** na **barra propriedades**. Na barra de propriedades, marque as opções **mostrar nomes** e **mostrar valor**.

Passo 6: Ainda na janela visualização, escolha a aba velocidade, ajuste a opção **vetor escalar de velocidade**, e logo após a aba força, ajuste a opção **escala dos vetores força** e deixe na opção **seleciona as forças para visualizar** marcado apenas o **propulsor**.

Passo 7: Adicione um propulsor em um dos blocos utilizando a ferramenta **propulsor** e organize-os para ficar juntos no chão, como esquematizado na figura 37.

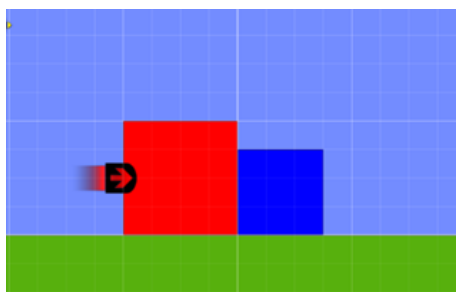


Figura 37: Esquema de posição dos blocos e propulsor.

Passo 8: Para visualizar o movimento dos blocos, abra a janela **editar** sobre cada bloco e escolha a opção **seleção** para abrir uma nova janela. Marque a opção **seguir** na nova janela.

Realização

O propulsor tem como finalidade aplicar determinada quantidade de força sobre o primeiro bloco (*bloco A*) para movimenta-lo na horizontal e o segundo

bloco (*bloco B*) adquire movimento por ser empurrado pelo primeiro bloco. Adote a força observada como a força resultante quando se considera os blocos **A** e **B** como um único bloco. Nos blocos, será possível visualizar o vetor velocidade com os respectivos valores.

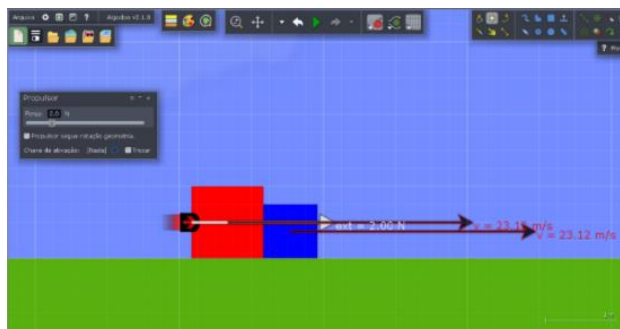


Figura 38: Demonstração do experimento em execução.

Escolha o valor da intensidade e o sentido do vetor força do propulsor. A direção é definida na horizontal. Escolha também os valores das massas dos blocos **A** e **B**, e efetue a soma dos mesmos, para preencher o quadro 3.1.

Força (N)		Massa (kg)	
Módulo		Bloco A	
Direção		Bloco B	
Sentido		Bloco A+B	

Quadro 3.1: Características do vetor força e as massas dos blocos **A** e **B**, também a soma das massas dos blocos **A** e **B**, escolhidos pelo usuário para o experimento.

O experimento será analisado, apenas na horizontal, de três formas: a primeira, utilizando os blocos **A** e **B** como se fosse único bloco, bloco **AB**; a segunda, apenas o bloco **A**; e a terceira, apenas o bloco **B**.

Bloco AB

Utilizando a equação encontrada na **Atividade 2**, determine a aceleração adquirida pelo bloco **AB**. Considere os blocos **A** e **B** apenas como um único bloco, e as características do vetor aceleração para preencher o quadro 3.2, utilizando os dados do quadro 3.1.

Cálculo do módulo da Aceleração $ \vec{a}_{AB} $	Característica do $\vec{a}_{AB}$	
	Módulo	
	Direção	
	Sentido	

Quadro 3.2: Cálculo do módulo da aceleração e as características do vetor aceleração obtidos no experimento.

A aceleração adquirida pelo bloco **A** e pelo bloco **B**, se forem analisados isoladamente, é a mesma adquirida pelo bloco **AB** ($\vec{a}_{AB} = \vec{a}_A = \vec{a}_B$).

Bloco A

Analisando apenas o bloco **A**, sabemos que a aceleração do bloco **A** é a mesma do bloco **AB**. Utilizando a aceleração e a massa do bloco **A**, determine a força resultante que atua no bloco para preencher o quadro 3.3.

Cálculo do F_{RA}	Característica do $\vec{F}_{RA}$	
	Módulo	
	Direção	
	Sentido	

Quadro 3.3: Cálculo do módulo da força resultante e as características do vetor força resultante atuante no bloco **A**.

Observe que o módulo do vetor força resultante do bloco **A** é menor que o módulo do vetor força, $F_{RA} < F$. Para ocorrer tal situação é necessário a existência de outro vetor força ($\vec{F}_X$) atuando no bloco **A**. Utilizando os vetores $\vec{F}$, $\vec{F}_{RA}$ e $\vec{F}_X$, determine a expressão matemática que relaciona os três vetores e as características do vetor $\vec{F}_X$ para preencher o quadro 3.4.

Cálculo do F_X	Característica do $\vec{F}_X$	
	Módulo	
	Direção	
	Sentido	

Quadro 3.4: Cálculo do módulo da força X e as características do vetor força X atuante no bloco **A**.

Bloco B

Analisando apenas o bloco **B**, sabemos que a aceleração do bloco **B** é a mesma do bloco **AB**. Utilizando a aceleração e a massa do bloco **B**, determine a força resultante que atua no bloco para preencher o quadro 3.5.

Calculo do F_{RB}	Característica do $\vec{F}_{RB}$	
	Módulo	
	Direção	
	Sentido	

Quadro 3.5: Cálculo do módulo da força resultante e as características do vetor força resultante atuante no bloco **B**.

Analisando as Informações

Preencha o quadro 3.6 com as características dos vetores $\vec{F}$, $\vec{F}_{RA}$, $\vec{F}_X$ e $\vec{F}_{RB}$.

	$\vec{F}$	$\vec{F}_{RA}$	$\vec{F}_X$	$\vec{F}_{RB}$
Módulo				
Direção				
Sentido				

Quadro 3.6: Os vetores força, força resultante atuante no bloco **A**, força X atuante no bloco **A** e força resultante atuante no bloco **B**.



Observando o quadro 3.6, qual conclusão podemos obter?



Formalize uma resposta a questão problematizadora, discutindo a validade ou não das hipóteses sugeridas com base nas evidências obtidas no experimento.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

Introdução

1) Preencha os espaços em branco: A unidade do Sistema Internacional utilizado para massa é _____. A unidade do Sistema Internacional utilizado para força é _____.

2) Para permanecer em movimento, um corpo tem que, necessariamente, interagir com outro?

a. () Sim; b. () Não.

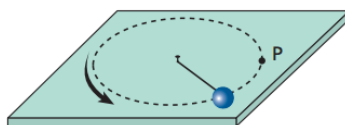
3) (Unirio).



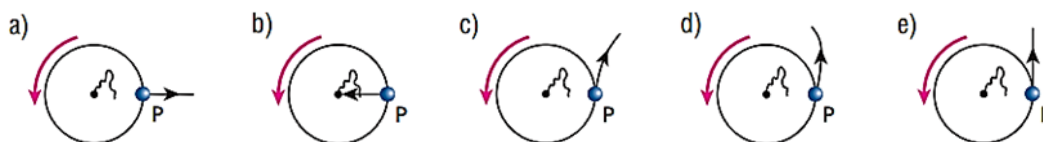
A análise sequencial da tirinha e, especialmente, a do quadro final nos leva imediatamente ao (à):

- a. () Princípio da conservação da Energia Mecânica.
- b. () Propriedade geral da matéria denominada Inércia.
- c. () Princípio da conservação da Quantidade de Movimento.
- d. () Segunda Lei de Newton.
- e. () Princípio da Independência dos Movimentos.

4) (Cesgranrio-RJ) Uma bolinha descreve uma trajetória circular sobre uma mesa horizontal sem atrito, presa a um prego por um cordão (figura seguinte).



Quando a bolinha passa pelo ponto P, o cordão que a prende ao prego arrebenta. A trajetória que a bolinha então descreve sobre a mesa é:



5) É possível que um corpo mude o seu estado de movimento sem interagir com outro corpo?

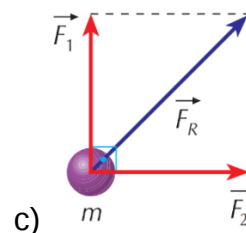
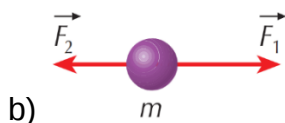
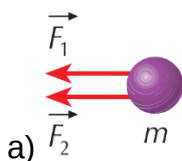
a. () Sim; b. () Não.

6) O que deve ser feito para que a velocidade de um corpo aumente, diminua ou mude de direção?

7) Qual é a força resultante sobre um carrinho de mão empurrado por duas forças, uma de 100 unidades do SI para a direita e outra de 30 unidades do SI para a esquerda?

--

8) $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ são vetores força e tendo, respectivamente, os módulos 4 N e 3 N. Calcule o módulo da força resultante para cada caso abaixo:



--

Atividade 1

9) Que tipo(s) de movimento um corpo tende a executar em virtude da força resultante aplicada for igual a zero?

--

--

10) Que tipo(s) de movimento um corpo tende a ter em virtude da força resultante aplicada for diferente a zero?

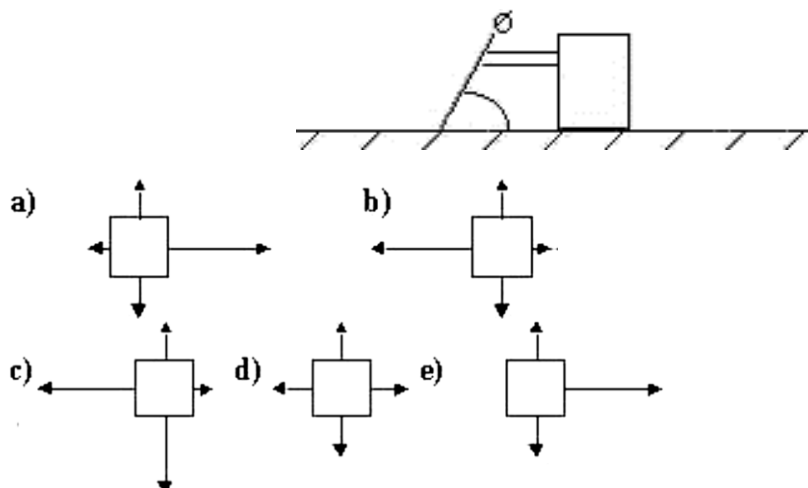
11) Um corpo está em MRU. Podemos afirmar que o corpo está recebendo ação de:

- a. ☐ forças responsáveis por seu movimento;
- b. ☐ forças que, somadas, são nulas;
- c. ☐ uma aceleração constante;
- d. ☐ apenas uma força.

12) Uma força constante é aplicada em um objeto apoiado sobre um plano perfeitamente liso e horizontal, imprimindo-lhe determinada aceleração. No momento em que esta força é retirada, o corpo:

- a. ☐ para após diminuição gradual da velocidade;
- b. ☐ adquire aceleração negativa até parar;
- c. ☐ adquire movimento acelerado;
- d. ☐ continua movimentando-se com velocidade igual à do momento em que a força foi retirada.

13) Um homem empurra um caixote para a direita, com **velocidade constante**, sobre uma superfície horizontal. Desprezando-se a resistência do ar, o diagrama que melhor representa as forças que atuam no caixote é:



14) A respeito de uma partícula em equilíbrio, examine as proposições abaixo:

I. Não recebe a ação de forças.

II. Descreve trajetória retilínea.

III. Pode estar em repouso.

IV. Pode ter altas velocidades.

São corretas:

a. () todas; b. () apenas I e II; c. () apenas I e III;

d. () apenas III e IV; e. () apenas I, III e IV.

15) Quando a resultante das forças que atuam sobre um ponto material é nula, podemos afirmar corretamente que o mesmo está:

a. () necessariamente em repouso.

b. () em movimento circular uniforme.

c. () em movimento com aceleração vetorial constante e não nula.

d. () em repouso ou em movimento com velocidade vetorial constante.

e. () em repouso ou em movimento com aceleração vetorial constante e não nulo.

Atividade 2

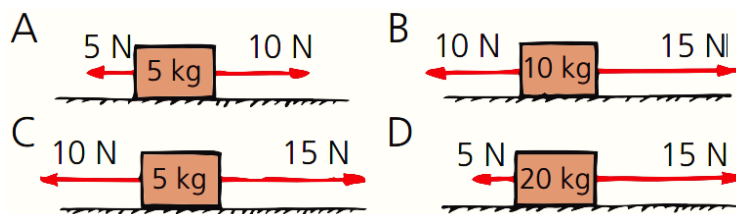
16) Se a força resultante que atua sobre um bloco que desliza é de algum modo triplicada, em quanto aumenta a aceleração?

17) Se a massa de um bloco que desliza é triplicada enquanto a força resultante aplicada mantém-se constante, em quanto diminui a aceleração?

18) A direção e sentido dos vetores força resultante e aceleração são:

a. () Iguais; b. () Diferentes.

19) Caixotes de massas variadas encontram-se sobre uma mesa nivelada e desprovida de atrito. Determine, na respectiva ordem a seguir, os módulos:



a) das forças resultantes sobre os caixotes.

b) das acelerações dos caixotes.

20) Um corpo de massa 5 Kg, **inicialmente em repouso**, sofre a ação de uma força constante de 30N. Qual a velocidade do corpo (em m/s) depois de 5 s?

Atividade 3

21) (Ufrn) Mestre Shinohara, instrutor de artes marciais, demonstra uma técnica de Karatê em uma de suas aulas. A figura ilustra um chute conhecido tecnicamente como yoko-tobi-geri. Nesse chute, o mestre dá um salto projetando-se na direção de seu auxiliar e, num determinado instante, libera o golpe atingindo o alvo (uma tábua).



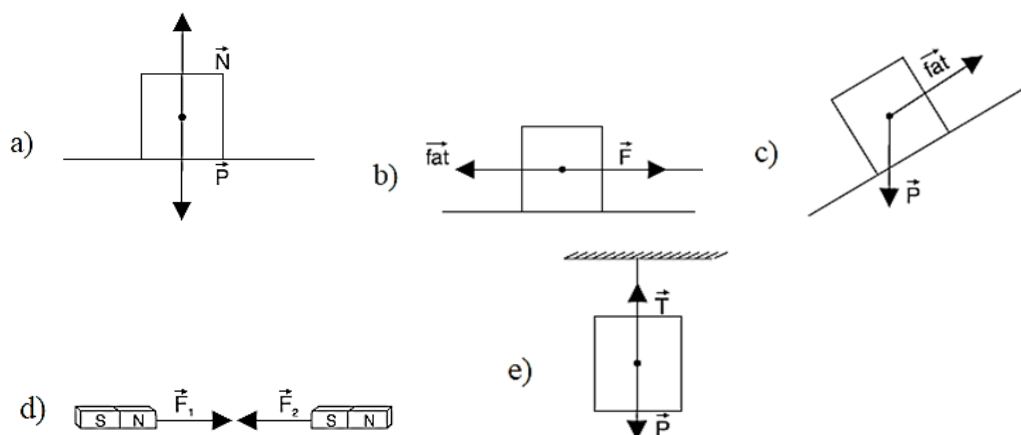
Face ao ilustrado na figura, podemos afirmar que

- a. () a força que o pé do mestre faz no alvo é maior do que a exercida pelo alvo sobre seu pé, fato evidenciado pela quebra da tábua.
- b. () a força que o pé do mestre exerce na tábua é igual, em intensidade, ao aplicado pela tábua no seu pé.
- c. () o centro de massa e de gravidade do mestre não coincidem devido ao movimento que ele imprime às diferentes partes do seu corpo.
- d. () a energia mobilizada pelo mestre, para arrebentar a tábua durante o golpe, é a energia potencial gravitacional no instante do contato do pé com o alvo.

22) Sabemos que a Terra puxa a Lua. Isso significa que a Lua também puxa a Terra?

- a. () Sim;
- b. () Não;

23) (UESC-BA) De acordo com a 3ª Lei de Newton, tem-se um par ação-reação representado em:



24) Se as forças que atuam sobre uma bala e sobre a arma que a disparou e que recua são iguais, por que a bala e a arma têm acelerações muito diferentes?

25) Dois garotos, **A** e **B**, de massas respectivamente iguais a 40 kg e 60 kg, encontram-se sobre a superfície plana, horizontal e perfeitamente lisa de um grande lago congelado, em repouso. Em dado instante, **A** empurra **B**, que sai com velocidade de 4,0 m/s. Supondo desprezível a influência do ar, determine o módulo da velocidade de **A** após o empurrão.

--

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGODOO. Disponível em <<http://www.algodoo.com>> Acesso em 12 de abril de 2018.

AZEVEDO, M. C. P. S.; **Ensino Por Investigação**: As Atividades em Sala de Aula. In: BANCHI, H; BELL, R. The many levels of inquiry. Science and children, v. 46, n. 2, p. 26, 2008.

CARVALHO, A. M. P., et al. **Ensino de Ciências**: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Editora Thompson, 2004.

CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação**: Condições para a implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências**: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DOCA, Ricardo Helou. **Tópicos de física**: volume 1 / Ricardo Helou Doca, Gualter José Biscuola, Newton Villas Bôas. Edição 21. São Paulo: Saraiva, 2012.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual** [recurso eletrônico] / Paul G. Hewitt; tradução: Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. Edição 12. Porto Alegre: Bookman, 2015.

INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Projeto de Ensino de Física**: Guia do Professor. Rio de Janeiro: Editora FENAME, 1980.

INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Projeto de Ensino de Física**: Mecânica. Rio de Janeiro: Editora FENAME, 1980.

KNIGHT, Radall. **Física 1** [recurso eletrônico]: uma abordagem estratégica / Randall Knight; tradução Trieste Freire Ricci. Edição 2. Dados eletrônicos. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LUZ, A.M.R. **Física Ensino Médio**, Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Volume 1. Edição 1. São Paulo: Scipione, 2006.

RAMALHO JUNIOR, Francisco. **Os Fundamentos da Física** / Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares. Edição 10. São Paulo: Moderna, 2009.

YOUNG, Hugh D. **Física I, Sears e Zemansky**: mecânica / Hugh D. Young, Roger A. Freedman; colaborador A. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moysés Luiz. Edição 14. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.