

Gabriel Gonçalves da Silva // 20201físic0152

Luiz Fernando Altoè Apolinário // 20201físic0411

PRODUTO DIDÁTICO BASEADO EM VÍDEOS.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: **Física**

Tema: **Colisões**

Turma: **1º Ano do Ensino Médio**

Data: **a definir**

Duração da aula: **2 h/aula**

1. OBJETIVOS

1.1. Geral

Ensinar a física do momento linear de corpos em colisão – elástica, parcialmente elástica, e inelástica – nas condições frontal e lateral, a partir da apresentação de vídeos-experimentos que gerem discussão construtiva em sala de aula na forma de pequenos grupos.

1.2. Específicos

Para tanto serão usados vídeos-experimentos, e simuladores (quando couber), para promoverem discussões entre estudantes, inicialmente, individualmente nos grupos e posteriormente entre os grupos. Verificar a conservação da quantidade de movimento em colisões frontais: para esferas no pêndulo, corpos deslizando sobre um trilho de ar com atrito reduzido; e colisões laterais: para discos (*pucks*) sobre mesa de *air hockey* com atrito reduzido. Representar vetorialmente a quantidade de movimento de um corpo nas situações descritas, com uso de simuladores on-line.

2. Conhecimentos prévios

É interessante que os estudantes tenham conhecimento sobre centro de massa, o conceito físico de posição e partícula, o conceito matemático de eixo e plano, princípios de simetria, linearidade, um objeto bidimensional ou tridimensional, a segunda lei de Newton para um sistema de partículas, o que é grandeza vetorial e escalar (as diferenças entre elas), dentre outros conhecimentos da linguagem matemática que envolvam resoluções de aritmética e álgebra para o nível de ensino relativo ao da turma.

3. Conteúdos

Bolas que colidem; colisões de massas iguais e desiguais; colisões elásticas e inelásticas; coeficiente de restituição; colisões na mesa sem atrito (massas iguais); colisões na mesa sem atrito (massas desiguais); e colisões na mesa sem atrito (inelásticas).

4. Metodologia

Apresentação de sete vídeos-experimentos do DVD da *The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations* (Enciclopédia de Física com Demonstrações), capítulo 11 colisões do material didático produzido, conforme listado no item Conteúdos.

Nos vídeos-experimentos que não possuem simuladores (ou tenham, porém seja definido não se usar), serão realizados a metodologia POE (predizer, observar e explicar), baseada no conflito cognitivo, isto é, para cada assunto abordado, os alunos são estimulados a expor seus conhecimentos e posteriormente, confrontá-los.

Para os vídeos-experimentos que possuem simuladores, serão realizados a metodologia PIE (predizer, interagir e explicar), criada por Dorneles (2010), como uma adaptação à metodologia POE, já existente, com o objetivo de ensinar colisões de forma mais palpável onde cada discente participe mais ativamente no processo de aprendizagem.

A sequência é apresentar o vídeo dos experimentos primeiro, em seguida, realizar a simulação (quando o vídeo tiver simulação possível), e gerar discussões entre integrantes de grupos, e também entre grupos.

5. Recursos didáticos

Sala de aula com recursos comuns: quadro branco, pincel atômico e apagador.

Sala de aula com recursos eletrônicos: computador, projetor, internet.

6. Avaliação

Observado a interação comportamental dos discentes em sala de aula durante a apresentação dos vídeos-experimentos seguidos de discussões sobre os mesmos.

Discussões intergrupos (formação de grupos de pelo menos três participantes).

REFERÊNCIAS

- ALONSO, Marcelo; FINN, Edward J. **Física: um curso universitário, volume 1 – mecânica**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2014.
- BONJORNO, Regina A [et al.]. **Física**, 2º grau – livro único: mecânica, eletricidade, termologia, ondulatória, óptica geométrica. São Paulo: FTD, 1988.
- DORNELES, Pedro F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/60658>>. Acesso em: 17, nov. 2020.
- GAGNO JUNIOR, Fernando. **Aprendizagem ativa associada ao uso de smartphones no contexto de sala de aula: uma proposta de atividades investigativas para o ensino da cinemática no 1o ano do Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. Instituto Federal do Espírito Santo, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2018>>. Acesso em: 17, nov. 2020.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**, volume 1: mecânica. 10. ed. [reimpr.]. LTC, 2018.
- HERSKOWICZ, Gerson; PENTEADO, Paulo Cesar M.; SCOLFARO, Valdemar. **Curso completo de Física**, volume único. 1. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1991.
- KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe; SHIGEKIYO, Carlos T. Os alicerces da Física, volume 1 – mecânica. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1991.
- KNIGHT, Randall D. **Física: uma abordagem estratégica**, volume 1 – mecânica newtoniana, gravitação, oscilações e ondas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- MAIA, L. P. M. **Problemas de Mecânica**. Rio de Janeiro: Editora Latino-americana, 1965.
- MOREIRA, Marco A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. [ampl.] [reimpr.]. São Paulo: E.P.U., 2017.
- NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica**, volume 1: mecânica. 5. ed. [rev.]. Blucher, 2013.

ANEXO I – ROTEIROS DE ATIVIDADES

11-01 BOLAS QUE COLIDEM

Esta demonstração ilustra diferentes colisões de bolas. Primeiro, vê-se colisões entre massas iguais, e, depois, colisões entre massas desiguais, ora com a massa maior inicialmente em movimento, ora com menor. Finalmente, são mostradas as colisões de uma fileira de bolas iguais.

Usa-se esses conjuntos de pêndulos para mostrar colisões entre várias massas.

Aqui está um par de bolas com massas iguais. Quando se faz colidir uma bola com a outra, elas trocam suas velocidades.

A bola que estava vindo para, e a bola estacionária sai com a mesma velocidade que a primeira tinha.

Aqui tem-se um par de bolas com razão de massas de 3 para 1. Quando a bola menor bate na maior, a pequena recua e a grande sai lentamente.

O que acontecerá se a última colisão for revertida?

Agora a bola pequena sai com grande velocidade e a bola grande continua na mesma direção com velocidade mais baixa.

Aqui temos um par de bolas com a razão de massas de 80 para 1.

Quando a bola menor bate na maior, ela recua com velocidade igual à que tinha antes, enquanto a bola maior praticamente não se move.

Eis o que acontece quando a última colisão é revertida.

Finalmente, tem-se um conjunto de 11 bolas de sinuca penduradas em fila. Quando se puxa e solta-se uma bola, uma única bola sai na outra ponta. Se soltar um número maior de bolas juntas, o mesmo número sai na outra ponta.

Lista de materiais utilizados no experimento:

1. Par de massas iguais: duas bolas de sinuca com massa idêntica – ambas com ganchos parafusados e suspensas por dois fios, em um suporte.
2. Razão de massas de 3 para 1: o mesmo que acima, exceto que uma bola tem um terço da massa da bola de sinuca que a acompanha.
3. Razão de massas de 80 para 1: o mesmo que acima, exceto que a bola maior tem massa oitenta vezes maior.
4. Conjunto de onze bolas: onze bolas de sinuca, de massas iguais, preparadas e suspensas como acima, com a bola nº 11 ao centro, para facilitar a visualização do exemplo “5 dentro” e “5 fora”.

Simuladores on-line

link do simulador 1: <https://javalab.org/en/newtons_cradle_en/>

link do simulador 2: <<https://www.myphysicslab.com/engine2D/newtons-cradle-en.html>>

11-02 COLISÕES DE MASSAS IGUAIS E DESIGUAIS

Esta demonstração ilustra diferentes colisões usando um colchão de ar. É possível obter dados das colisões no vídeo para estudar a conservação do momento linear e a conservação da energia em colisões elásticas. Primeiro, são observadas colisões entre blocos de massas iguais, onde um dos blocos que deslizam está inicialmente em repouso. O movimento resultante pode ser usado para estudar colisões, com várias outras condições iniciais. A seguir, são observadas colisões entre blocos de massas desiguais, cada vez com um dos blocos em movimento, para blocos com razão das massas 1:2 e 1:3.

Ilustra-se diferentes tipos de colisões usando blocos que flutuam num colchão de ar. Estes dois blocos têm massas iguais. Quando um bloco que se move bate no outro, estacionário, eles trocam as velocidades, depois da colisão.

O que acontecerá se a massa do bloco estacionário for maior do que a massa do que se move?

Neste caso, o bloco de massa menor se move para trás depois da colisão. O bloco de massa maior avança com uma velocidade mais baixa que a velocidade inicial do bloco de massa menor.

O que acontece se trocarmos os blocos, de forma que o de massa maior colida com o de massa menor, estacionário?

Desta vez, o bloco que se movia continua na mesma direção depois da colisão, enquanto o bloco estacionário sai com uma velocidade maior.

Por último, experimenta-se com um bloco estacionário de massa ainda maior.

Lista de materiais utilizados no experimento:

1. Colchão de ar, nivelado.
2. Compressor de ar.
3. Dois blocos que deslizam no trilho, de massas iguais.
4. Um bloco que desliza, com o dobro da massa de um dos blocos do item 3.
5. Um bloco que desliza, com o triplo da massa de um dos blocos do item 3.

Simuladores on-line

link do simulador 1: <<https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Momentum-and-Collisions/Collision-Carts/Collision-Carts-Interactive>>

link do simulador 2: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/collision-lab>

11-03 COLISÕES ELÁSTICAS E INELÁSTICAS

Esta demonstração usa um trilho de ar para estudar colisões elásticas e inelásticas entre blocos que deslizam em um trilho de ar. Depois de uma breve revisão da colisão elástica entre blocos de massas iguais, com um deles inicialmente em repouso, é mostrada uma colisão inelástica entre blocos de mesma massa, ainda com um deles inicialmente em

repouso. É possível obter dados no vídeo para estudar a conservação do momento linear e a conservação da energia durante colisões inelásticas.

Essa demonstração usa blocos num trilho de ar para mostrar dois diferentes tipos de colisões.

Na primeira colisão, dois blocos iguais têm molas que voltam à forma original depois de deformadas. Quando os blocos colidem, eles trocam de velocidade.

Virando-se os blocos, eles ficarão unidos depois de colidir.

Depois da colisão, qual a razão entre a velocidade dos blocos combinados e a velocidade inicial do primeiro bloco?

Os dois blocos unidos se movem com metade da velocidade do bloco original.

Lista de materiais utilizados no experimento:

1. Trilho de ar, nivelado.
2. Compressor de ar.
3. Dois blocos que deslizam no trilho de ar, com para-choques idênticos em uma ponta (para colisões elásticas) e contendo, na outra ponta de um deles, um parafuso; no outro bloco, há um cilindro oco pequeno, quase completamente cheio de massa de modelas, para proporcionar uma colisão perfeitamente inelástica.

Simuladores on-line

link do simulador 1: <<https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Momentum-and-Collisions/Collision-Carts/Collision-Carts-Interactive>>

link do simulador 2: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/collision-lab>

11-04 COEFICIENTE DE RESTITUIÇÃO

Pode-se determinar o coeficiente de restituição de vários materiais deixando cair, sobre uma placa de aço, bolas feitas com esses materiais. O coeficiente de restituição é a raiz quadrada da razão entre a altura até a qual elas voltam e a altura inicial da qual foram soltas. Os materiais de que são feitas as bolas incluem vidro, aço, borracha, latão e chumbo. Os resultados são mostrados rapidamente no vídeo.

Alguns materiais quicam bem quando caem, outros não quicam tão bem.

Solta-se bolas de cinco materiais diferentes por esse tubo de vidro, sobre uma placa de aço, para determinar a que altura cada bola retorna.

Em ordem: uma bola de vidro, uma de aço, uma de borracha, uma de latão e uma bola de chumbo.

Lista de materiais utilizados no experimento:

1. Tubo de vidro, colocado sobre uma chapa sólida de aço, que tem a superfície superior polida.

2. Bola de vidro.
3. Bola de aço.
4. Bola de borracha.
5. Bola de latão.
6. Bola de chumbo.

Nota: as bolas têm diâmetros aproximadamente iguais.

11-06 COLISÕES NA MESA SEM ATRITO (MASSAS IGUAIS)

Esta demonstração mostra colisões elásticas entre um *puck* – um disco especial para mesa sem atrito – que se move, e outro disco, de mesma massa, parado. As colisões variam de uma colisão direta, onde toda a energia e o momento linear são transferidos ao disco estacionário, até um choque de raspão, onde muito pouca energia e momento linear são transferidos para o segundo disco. No vídeo, são traçadas linhas que indicam as trajetórias dos discos após a colisão, para facilitar a comparação do momento linear e energia antes e depois da colisão.

Mostram-se colisões bidimensionais usando estes discos na mesa sem atrito.

Os discos têm massas iguais. Fazendo colidir de diferentes maneiras e olhar como eles se movem após a colisão. Aqui está uma colisão frontal.

As linhas na tela mostram a trajetória dos discos.

Esta é uma colisão em que os discos se chocam ligeiramente fora do centro.

Desta vez os discos se chocam ainda mais fora do centro. Note que, após uma colisão não frontal, os discos se afastam mantendo um ângulo de aproximadamente 90° entre si.

Lista de materiais utilizados no experimento:

1. Mesa sem atrito, nivelada.
2. Compressor de ar.
3. Dois discos para mesa sem atrito (*pucks*), de massas iguais.

Simulador on-line

link do simulador: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/collision-lab>

11-07 COLISÕES NA MESA SEM ATRITO (MASSAS DESIGUAIS)

Nesta demonstração, temos colisões elásticas entre um *puck* – um disco para mesa sem atrito – que se move, e outro disco, estacionário, de massa diferente. A razão das massas é de aproximadamente 2 para 1. Cada disco é usado alternadamente como o objeto que se move e como o objeto estacionário. No vídeo, são traçadas linhas que indicam as trajetórias dos discos após a colisão, para que possamos comparar o momento linear e a energia antes e depois da colisão.

Mostraremos colisões bidimensionais entre massas desiguais usando esses discos que flutuam na mesa sem atrito. Esses pares de discos têm razão entre as massas de 2 para 1. Fazendo-os colidir de várias maneiras e observar como se movem após a colisão.

Eis uma colisão frontal.

Linhas na tela vão seguir os discos pra mostrar suas trajetórias.

Eis uma colisão ligeiramente fora de centro.

Agora, repete-se as duas últimas colisões como o disco pesado batendo no mais leve.

Lista de materiais utilizados no experimento:

1. Mesa sem atrito.
2. Compressor de ar.
3. Dois discos para mesa sem atrito (*pucks*), um com o dobro da massa do outro, mas com as mesmas dimensões.

Simulador on-line

link do simulador: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/collision-lab>

11-08 COLISÕES NA MESA SEM ATRITO (INELÁSTICA)

Nesta demonstração, vemos colisões inelásticas entre dois discos para mesa sem atrito – um que se move, e outro, parado – com a mesma massa ou com massas diferentes. As colisões variam entre colisões frontais e choques de raspão. Pode-se notar o parâmetro de impacto maior das colisões de raspão através da rápida rotação dos discos acoplados, após a colisão. Portanto, a análise dessas colisões deve levar em conta momento angular e energia cinética de rotação.

Usa-se a mesa sem atrito para mostrar colisões inelásticas entre discos que flutuam sobre a mesa.

Os discos têm fitas velcro em torno da borda para que grudem um no outro. Fazendo colidir de várias maneiras e observá-los após a colisão.

Este par de discos tem massa igual e colide ligeiramente fora de centro.

Este é o mesmo par de discos, colidindo bastante fora de centro.

Lista de materiais utilizados no experimento:

1. Mesa sem atrito.
2. Compressor de ar.
3. Dois discos para mesa sem atrito (*pucks*), de mesma massa, com fitas velcro, para que se possa obter colisões perfeitamente inelásticas.

Simulador on-line

link do simulador: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/collision-lab>

ANEXO II – ROTEIROS DAS PERGUNTAS

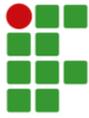
Possíveis perguntas, a se fazer, ao longo de cada vídeo-experimento.

11-01 Bolas que colidem

- Par de bolas com massas iguais: **Na colisão de uma bola com a outra, o que acontece? Explique.**
 - As bolas trocam velocidades, a bola que estava vindo para e a bola estacionária sai com a mesma velocidade que a primeira tinha.
- Par de bolas com a razão de massas 3 para 1: **Quando a bola menor bate na maior, o que acontece? Explique.**
 - A bola pequena recua após a colisão, e a grande sai lentamente.
- Continuando a situação de cima: **O que acontecerá se a colisão for revertida? Explique.**
 - Na colisão a bola pequena sai com grande velocidade, e a bola grande continua na mesma direção com velocidade mais baixa.
- Par de bolas com a razão de massas 80 para 1: **O que ocorre quando a bola menor bate na maior? Explique.**
 - Ao colidir com a bola de massa maior, a bola de massa menor recua com velocidade igual a que tinha antes, enquanto a bola maior praticamente não se move.
- Conjunto de 11 bolas penduradas em fila (experimento conhecido como Pêndulo de Newton): **Ao puxar e soltar uma bola da extremidade dessa fileira, então o que acontece?**
 - Uma única bola sai na outra ponta.
- Continuando a situação de cima: **Soltando um número maior de bolas juntas, qual será o resultado?**
 - O mesmo número de bolas sai na outra ponta.

11-02 Colisões de massas iguais e desiguais

- Blocos com massas iguais, que flutuam num colchão de ar: **O que acontece quando um bloco que se move bate no outro estacionário? Explique.**
 - Eles trocam velocidades depois da colisão.
- Blocos com massas diferentes, que flutuam num colchão de ar: **O que acontece quando um bloco de menor massa, que se move, bate no outro, de maior massa, estacionário? Explicar.**



- O bloco de massa menor se move para trás, depois da colisão. E, o bloco de massa maior avança com uma velocidade mais baixa que a velocidade inicial do bloco de massa menor.
- Blocos com massas diferentes, que flutuam num colchão de ar: **O que acontece quando um bloco de maior massa, que se move, bate no outro, de maior massa, estacionário? Explique.**
 - O bloco de massa maior continua se movendo na mesma direção, depois da colisão. E, o bloco de massa menor sai com uma velocidade maior.

11-03 Colisões elásticas e inelásticas

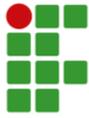
- Blocos iguais, com molas nas extremidades de impacto (que voltam à forma original depois de deformadas), que deslizam num trilho ar para um tipo de colisão: **O que acontece quando esses blocos colidem? Explique.**
 - Após a colisão eles trocam de velocidade. O bloco estacionário entra em movimento, e o que estava em movimento tende a manter-se em repouso.
- Blocos iguais, com molas nas extremidades de impacto (que voltam à forma original depois de deformadas), exceto na colisão entre blocos, que deslizam num trilho ar para dois tipos de colisões: **O que acontece quando esses blocos colidem, qual a razão entre a velocidade dos blocos, e a velocidade inicial do primeiro bloco? Explique.**
 - Depois da colisão, os blocos se combinam (permanecem juntos, unidos), movem-se com a metade da velocidade do bloco originalmente em movimento.

11-04 Coeficiente de restituição

- Bolinhas de 5 materiais diferentes, que quicam ao cair sobre uma placa de aço: **Determine a que altura cada bolinha retornar ao quicar: vidro, aço, borracha, latão e chumbo (as bolas possuem diâmetros aproximadamente iguais).**
 - Na ordem de retorno, mais alto para mais baixo, estão as bolinhas de: vidro, aço, borracha, latão e a de chumbo.

11-06 Colisões na mesa sem atrito (massas iguais)

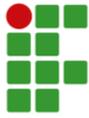
- Colisões bidimensionais entre discos de massas iguais: **Após uma colisão frontal, ao centro, qual seria a trajetória dos discos? Explique.**
 - O disco estacionário tende a ir para frente com velocidade, seguindo o mesmo sentido e direção do disco em movimento. E, o disco em movimento tende a reduzir bastante a velocidade e mudar pouco a direção.



- Colisões bidimensionais entre discos de massas iguais: **Após uma colisão frontal, ligeiramente fora do centro, qual seria a trajetória dos discos? Explique.**
 - O disco estacionário tende a ir para frente com velocidade, seguindo o mesmo sentido e direção um pouco diferentes do disco em movimento. E, o disco em movimento tende a reduzir pouco a velocidade e mudar consideravelmente a direção.
- Colisões bidimensionais entre discos de massas iguais: **Após uma colisão não frontal, bem fora do centro, qual seria a trajetória dos discos?**
 - O disco estacionário tende a ir para frente com velocidade, seguindo o mesmo sentido e direção bem diferente do disco em movimento. E, o disco em movimento tende a reduzir muito pouco a velocidade e mudar bastante a direção. Os discos se afastam com um ângulo de aproximadamente 90° entre si.

11-07 Colisões na mesa sem atrito (massas desiguais)

- Colisões bidimensionais entre discos de massas desiguais (razão de 2 para 1): **Após uma colisão frontal, ao centro, com o disco de maior massa em repouso e de menor massa em movimento, qual seria a trajetória deles? Explique.**
 - O disco estacionário, de maior massa, tende a ir para frente com velocidade, seguindo o mesmo sentido e direção do disco em movimento. E, o disco em movimento, de menor massa, tende a reduzir bastante a velocidade, mudando completamente seu sentido e direção.
- Colisões bidimensionais entre discos de massas desiguais (razão de 2 para 1): **Após uma colisão frontal, ligeiramente fora do centro, com o disco de maior massa em repouso e de menor massa em movimento, qual seria a trajetória deles? Explique.**
 - O disco estacionário, de maior massa, tende a ir para frente com velocidade, seguindo o mesmo sentido e direção um pouco diferentes do disco em movimento. E, o disco em movimento, de menor massa, tende a reduzir muito pouco a velocidade, mudando bastante seu sentido e direção, aproximadamente 90° do original.
- Colisões bidimensionais entre discos de massas desiguais (razão de 2 para 1): **Após uma colisão frontal, ao centro, com o disco de menor massa em repouso e de maior massa em movimento, qual seria a trajetória deles? Explique.**
 - O disco estacionário, de menor massa, tende a ir para frente com velocidade, seguindo o mesmo sentido e direção do disco em movimento. E, o disco em movimento, de maior massa, tende a reduzir pouco a velocidade, mudando muito pouco a direção e mantendo o sentido.



- Colisões bidimensionais entre discos de massas desiguais (razão de 2 para 1): **Após uma colisão frontal, ligeiramente fora de centro, com o disco de menor massa em repouso e de maior massa em movimento, qual seria a trajetória deles? Explique.**
 - O disco estacionário, de menor massa, tende a ir para frente com velocidade, seguindo o mesmo sentido e direção diferente do disco em movimento. E, o disco em movimento, de maior massa, tende a reduzir pouco a velocidade, mudando pouco o sentido e direção originais.

11-08 Colisões na mesa sem atrito (inelástica)

- Colisões inelásticas bidimensionais entre discos de massas iguais: **Sabendo que os discos têm fita Velcro colada em torno das bordas, para grudarem ao se encostar. Então, após uma colisão frontal, ligeiramente fora de centro, qual seria a trajetória deles? Explique.**
 - O disco estacionário e o disco em movimento se combinam (permanecem juntos, unidos), conforme já sugere o enunciado da pergunta. Ao se grudar, os discos tendem a ir para frente com velocidade bem reduzida, em relação ao disco com movimento antes da colisão. Eles rotacionam perpendicular ao plano de deslizamento, e seguem no mesmo sentido e quase na mesma direção do disco de movimento original.
- Colisões inelásticas bidimensionais entre discos de massas iguais: **Sabendo que os discos têm fita Velcro colada em torno das bordas, para grudarem ao se encostar. Então, após uma colisão não frontal, bastante fora de centro, qual seria a trajetória deles? Explique.**
 - O disco estacionário e o disco em movimento se combinam (permanecem juntos, unidos), conforme já sugere o enunciado da pergunta. Ao se grudar, os discos tendem a ir para frente com velocidade pouco reduzida, em relação ao disco com movimento antes da colisão. Eles rotacionam bastante, perpendicular ao plano de deslizamento, e seguem no mesmo sentido e saem um pouco mais da mesma direção inicial do disco de movimento original.

ANEXO III – ROTEIROS DAS SIMULAÇÕES

11-01 BOLAS QUE COLIDEM

Vídeos:

- Caso onde há um par de bolas com massas iguais;

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel e faça a simulação (parte 1) para ajudar em sua explicação.

- Caso onde um par de bolas com razão de massas de 3 para 1. Após assistir ao vídeo, considere os seguintes casos;

- Quando a bola menor bate na maior;
- Quando a maior bate na menor.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel.

- Caso onde temos um par de bolas com a razão de massas de 80 para 1. Após assistir ao vídeo, considere os seguintes casos;

- Quando a bola menor bate na maior;
- Quando a bola maior bate na menor.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel

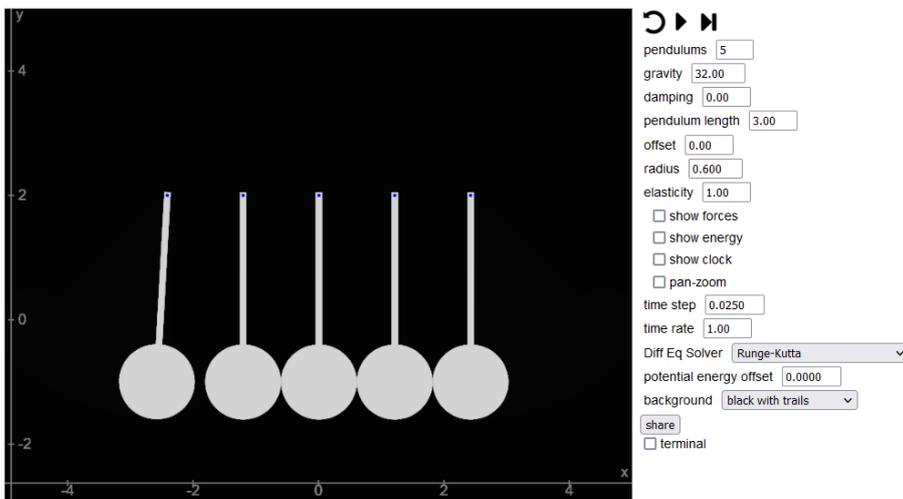
- Caso onde tem-se um conjunto de 11 bolas de sinuca penduradas em fila. Após assistir ao vídeo, considere os seguintes casos;

- Quando se puxa e solta-se uma bola;
- Se soltar um número maior de bolas juntas.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel e faça a simulação (parte 2) para ajudar em sua explicação.

Simulações:

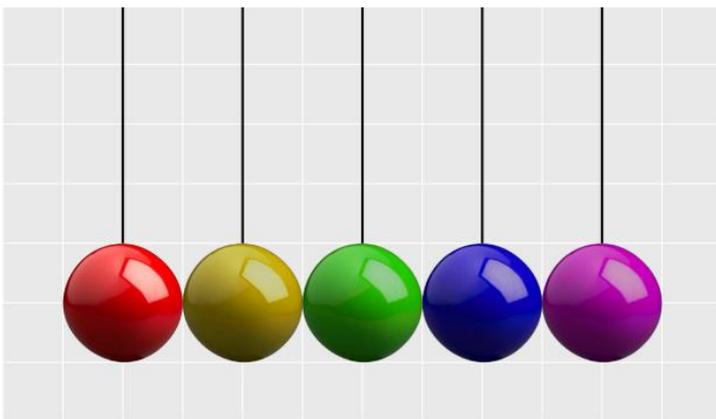
Parte 1 - Aqui está um par de bolas com massas iguais;



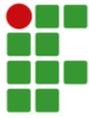
1. Acesse ao link <https://www.myphysicslab.com/engine2D/newtons-cradle-en.html>
2. Na parte “pendulums” modifique para 2 a quantidade de pêndulos;
3. Na parte “gravity” mude para 9.81, que é o valor da gravidade para a Terra;
4. Dê início a simulação.

Quando se faz colidir uma bola com a outra o que você observa no simulador? Está de acordo com o que foi pensado e discutido no vídeo?

Parte 2- Temos um conjunto de 5 bolas penduradas e enfileiradas em um experimento chamado Pêndulo de Newton;



5. Acesse ao link [https://javalab.org/en/newtons cradle en/](https://javalab.org/en/newtons%20cradle%20en/);
6. Clique pressione com o mouse qualquer uma das bola;
7. Mova o mouse para a direita ou esquerda para conhecer a funcionalidade da simulação;



8. Clique somente na bola vermelha, mova ela para a esquerda e selecione a opção “Amount of Energy”;
9. Clique somente na bola amarela, mova ela para a esquerda e selecione a opção “Amount of Energy”;
10. Clique somente na bola verde, mova ela para a esquerda e selecione a opção “Amount of Energy”;
11. Na parte “gravity” mude para 9.81, que é o valor da gravidade para a Terra;
12. Dê início a simulação.

11-02 COLISÕES DE MASSAS IGUAIS E DESIGUAIS

Vídeos:

- Caso onde há um par de carrinhos de massas iguais;

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel e faça a simulação (parte 1) para ajudar em sua explicação.

- Caso onde um par de carrinhos com razão de massas de 2 para 1. Após assistir ao vídeo, considere os seguintes casos;

- Quando a bola menor bate na maior;
- Quando a maior bate na menor.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel e faça a simulação (parte 2) para ajudar em sua explicação.

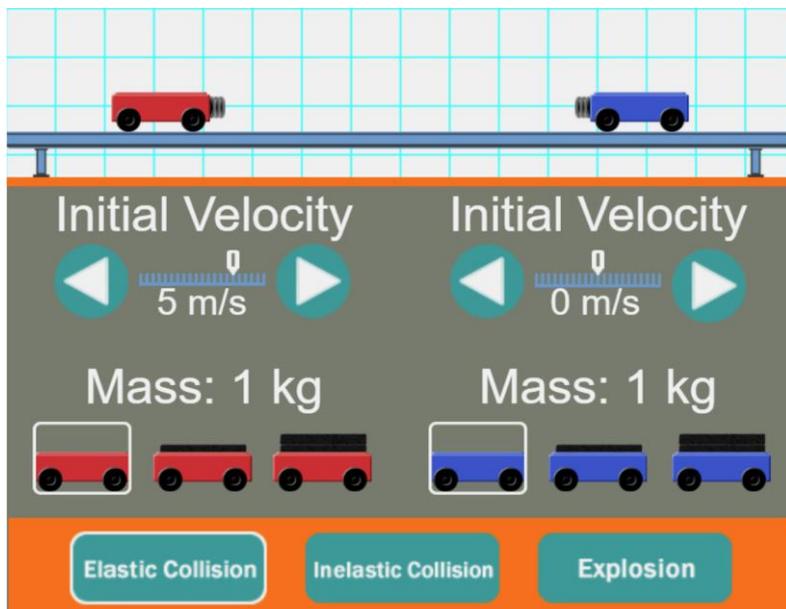
- Caso onde um par de carrinhos com razão de massas de 3 para 1. Após assistir ao vídeo, considere os seguintes casos;

- Quando a bola menor bate na maior;
- Quando a maior bate na menor.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel e faça a simulação (parte 3) para ajudar em sua explicação.

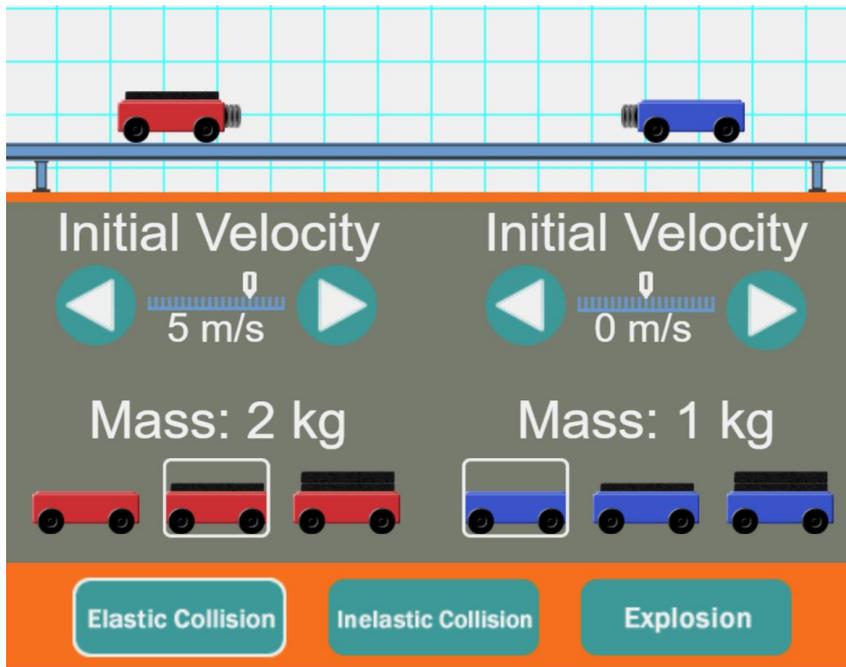
Simulações:

Parte 1 - par de carrinhos de massas iguais;



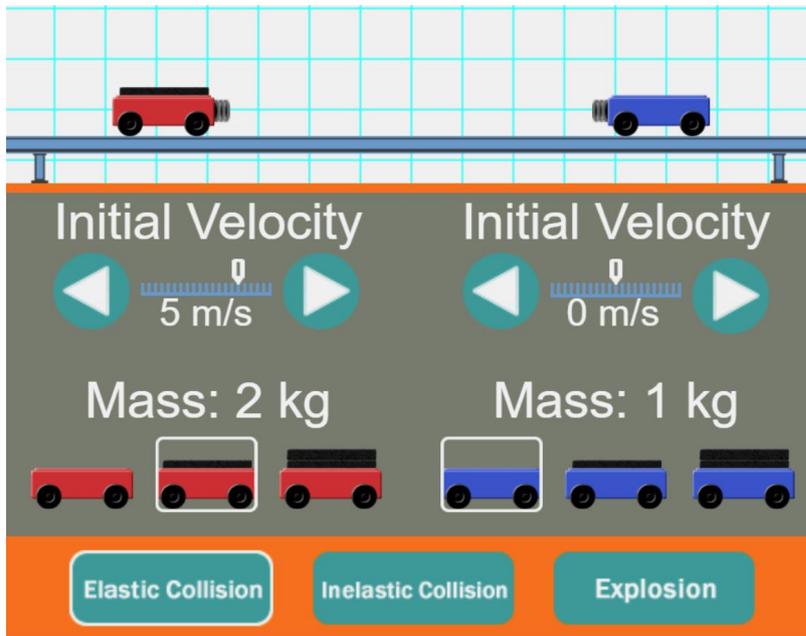
13. Acesse ao link <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Momentum-and-Collisions/Collision-Carts/Collision-Carts-Interactive>;
14. Na parte “initial velocity” coloque 5 m/s para o carrinho vermelho e 0 m/s para o carrinho azul;
15. Na parte “mass” deixe selecionado 1 kg para ambos;
16. Deixe selecionado na parte “elastic collision”;
17. Inicie a simulação clicando em “start”;
18. Registre o que você observou e repita a simulação, porém alterando a velocidade. Colocando 0 m/s para o carrinho vermelho e 5 m/s para o carrinho azul.

Parte 2 - Par de carrinhos com razão de massas de 2 para 1.



19. Acesse ao link <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Momentum-and-Collisions/Collision-Carts/Collision-Carts-Interactive>;
20. Na parte “initial velocity” coloque 5 m/s para o carrinho vermelho e 0 m/s para o carrinho azul;
21. Na parte “mass” deixe selecionado 2 kg para o carrinho vermelho e 1 kg para o carrinho azul;
22. Deixe selecionado na parte “elastic collision”;
23. Inicie a simulação clicando em “start”;
24. Registre o que você observou e repita a simulação, porém alterando a velocidade. Colocando 0 m/s para o carrinho vermelho e 5 m/s para o carrinho azul.

Parte 3 - Par de carrinhos com razão de massas de 3 para 1



25. Acesse ao link <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Momentum-and-Collisions/Collision-Carts/Collision-Carts-Interactive>;
26. Na parte “initial velocity” coloque 5 m/s para o carrinho vermelho e 0 m/s para o carrinho azul;
27. Na parte “mass” deixe selecionado 3 kg para o carrinho vermelho e 1 kg para o carrinho azul;
28. Deixe selecionado na parte “elastic collision”;
29. Inicie a simulação clicando em “start”;
30. Registre o que você observou e repita a simulação, porém alterando a velocidade. Colocando 0 m/s para o carrinho vermelho e 5 m/s para o carrinho azul.

11-03 COLISÕES ELÁSTICAS E INELÁSTICAS

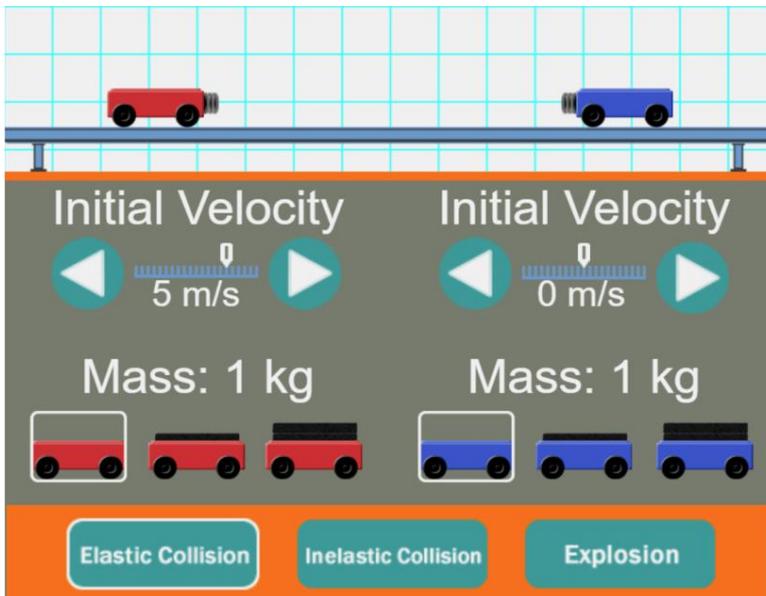
Vídeos:

- Caso onde há um par de carrinhos com massas iguais;
 - Colisões elásticas;
 - Colisões inelásticas

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel e faça a simulação (parte 1) para ajudar em sua explicação.

Simulações:

Parte 1 - par de carrinhos de massas iguais;



31. Acesse ao link <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Momentum-and-Collisions/Collision-Carts/Collision-Carts-Interactive>;
32. Na parte “initial velocity” coloque 5 m/s para o carrinho vermelho e 0 m/s para o carrinho azul;
33. Na parte “mass” deixe selecionado 1 kg para ambos;
34. Deixe selecionado na parte “elastic collision”;
35. Inicie a simulação clicando em “start”;
36. Registre o que você observou e repita a simulação, porém alterando a opção de “elastic collision” para “inelastic collision”.

11-04 COEFICIENTE DE RESTITUIÇÃO

Vídeos:

- Caso onde solta-se bolas de cinco materiais diferentes por esse tubo de vidro, sobre uma placa de aço. Os materiais usados são:
- Uma bola de vidro;
 - Uma de aço;
 - Uma de borracha;
 - Uma de latão;
 - Uma bola de chumbo.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel. Será que elas irão quicar da mesma forma? Quicam na mesma altura? Ou em alturas diferentes

11-06 COLISÕES NA MESA SEM ATRITO (MASSAS IGUAIS)

Vídeos:

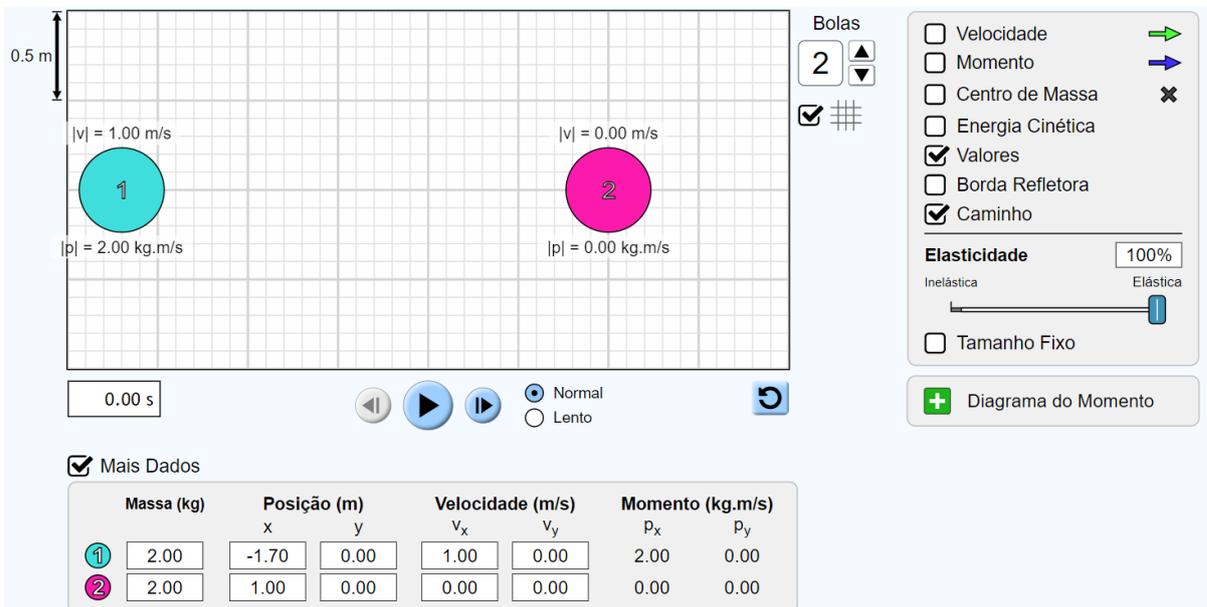
→ Caso onde há uma colisão inelástica bidimensional entre massas iguais. Considere os seguintes casos:

- Caso massas iguais frontal;
- Caso massas iguais ligeiramente raspando;
- Caso massas iguais raspão.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel e faça a simulação para ajudar em sua explicação.

Simulações:

Parte 1 - Caso massas iguais em uma colisão frontal



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 2.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

Bolas
2

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Elasticidade 100%
Inelástica Elástica

Tamanho Fixo

+ Diagrama do Momento

0.00 s

Normal Lento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	2.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00
2	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

37. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

38. Selecione a opção explorar em 2D;

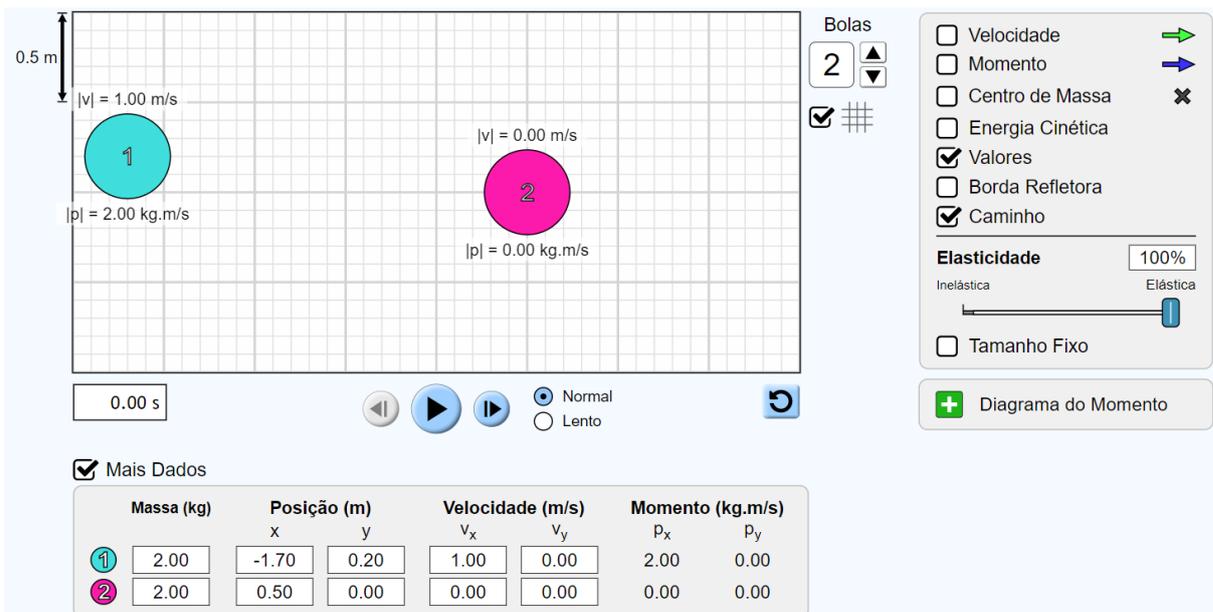
39. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
①	2.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00
②	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

40. Selecione para remover a borda refletora;
41. Selecione para remover a velocidade
42. Selecione a parte valores;
43. Selecione a parte caminho;
44. Mantenha a elasticidade em 100%;
45. Selecione a opção grade;
46. Inicie a simulação.

Parte 2 - Caso massas iguais em uma colisão ligeiramente raspando



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$

1

$|p| = 2.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$

2

$|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

Bolas

2

Velocidade 

Momento 

Centro de Massa 

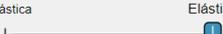
Energia Cinética

Valores

Borda Refletora

Caminho

Elasticidade 100%

Inelástica  Elástica

Tamanho Fixo

 Diagrama do Momento

0.00 s

Normal Lento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
①	2.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	2.00	0.00
②	2.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

47. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

48. Selecione a opção explorar em 2D;

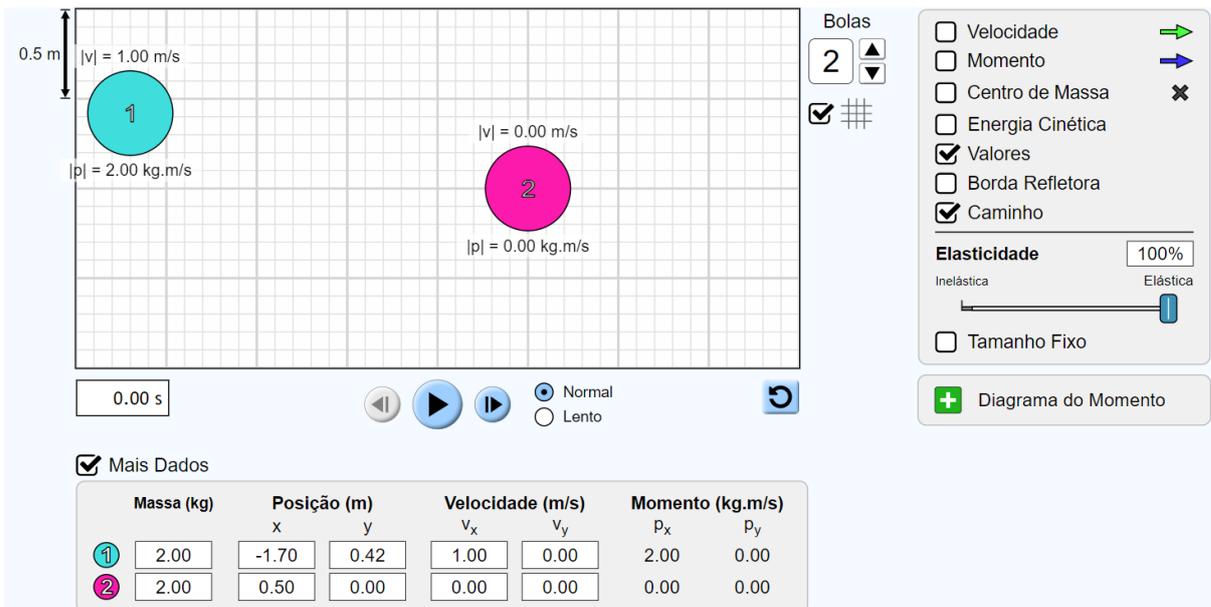
49. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
①	2.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	2.00	0.00
②	2.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

50. Selecione para remover a borda refletora;
51. Selecione para remover a velocidade
52. Selecione a parte valores;
53. Selecione a parte caminho;
54. Mantenha a elasticidade em 100%;
55. Selecione a opção grade;
56. Inicie a simulação.

Parte 3 - Caso massas iguais em uma colisão raspando



Bolas
2

Grade

- Velocidade
- Momento
- Centro de Massa
- Energia Cinética
- Valores
- Borda Refletora
- Caminho

Elasticidade 100%
Inelástica ————— Elástica

Tamanho Fixo

Diagrama do Momento

0.00 s

Normal
Lento

Mais Dados

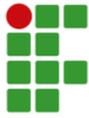
	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
①	2.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	2.00	0.00
②	2.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

57. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

58. Selecione a opção explorar em 2D;

59. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;



Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	2.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	2.00	0.00
2	2.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

60. Selecione para remover a borda refletora;
61. Selecione para remover a velocidade
62. Selecione a parte valores;
63. Selecione a parte caminho;
64. Mantenha a elasticidade em 100%;
65. Selecione a opção grade;
66. Inicie a simulação.

11-07 COLISÕES NA MESA SEM ATRITO (MASSAS DESIGUAIS)

Vídeos:

→ Caso onde há uma colisão elástica bidimensional entre uma massa maior e uma massa menor. Considere os seguintes casos:

- Massa maior colide com a menor frontal;
- Massa maior colide com a menor ligeiramente raspando;
- Massa maior colide com a menor raspão.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel.

→ Caso onde há uma colisão elástica bidimensional entre uma massa menor e uma massa maior. Considere os seguintes casos:

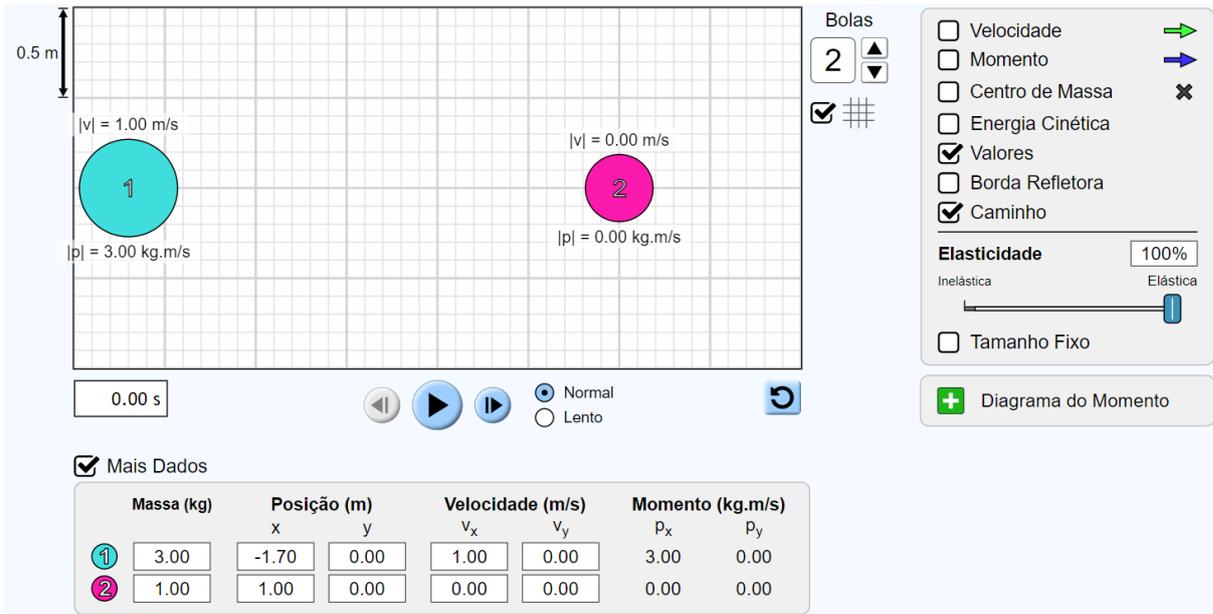
- Massa menor colide com a maior frontal;
- Massa menor colide com a maior ligeiramente raspando;
- Massa menor colide com a maior raspão.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel.

Simulações:

Caso onde há uma colisão elástica bidimensional entre uma massa maior e uma massa menor.

Parte 1 - Caso massa maior colide com a menor frontal



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$

1

$|p| = 3.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$

2

$|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

Bolas
2

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Elasticidade 100%
Inelástica Elástica

Tamanho Fixo

Diagrama do Momento

0.00 s

Normal
Lento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

67. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

68. Selecione a opção explorar em 2D;

69. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

70. Selecione para remover a borda refletora;

71. Selecione para remover a velocidade

72. Selecione a parte valores;

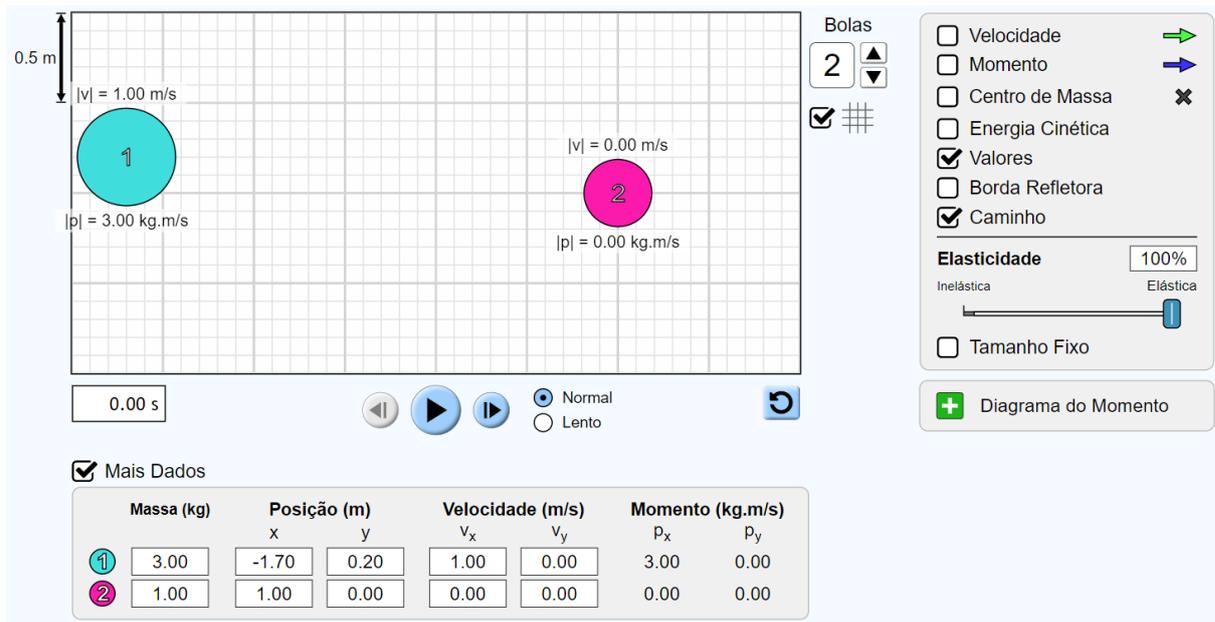
73. Selecione a parte caminho;

74. Mantenha a elasticidade em 100%;

75. Selecione a opção grade;

76. Inicie a simulação.

Parte 2 - Caso massa maior colide com a menor ligeiramente raspando



Bolas
2

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Elasticidade 100%
Inelástica Elástica

Tamanho Fixo

Diagrama do Momento

0.00 s

Normal Lento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

77. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

78. Selecione a opção explorar em 2D;

79. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

80. Selecione para remover a borda refletora;

81. Selecione para remover a velocidade

82. Selecione a parte valores;

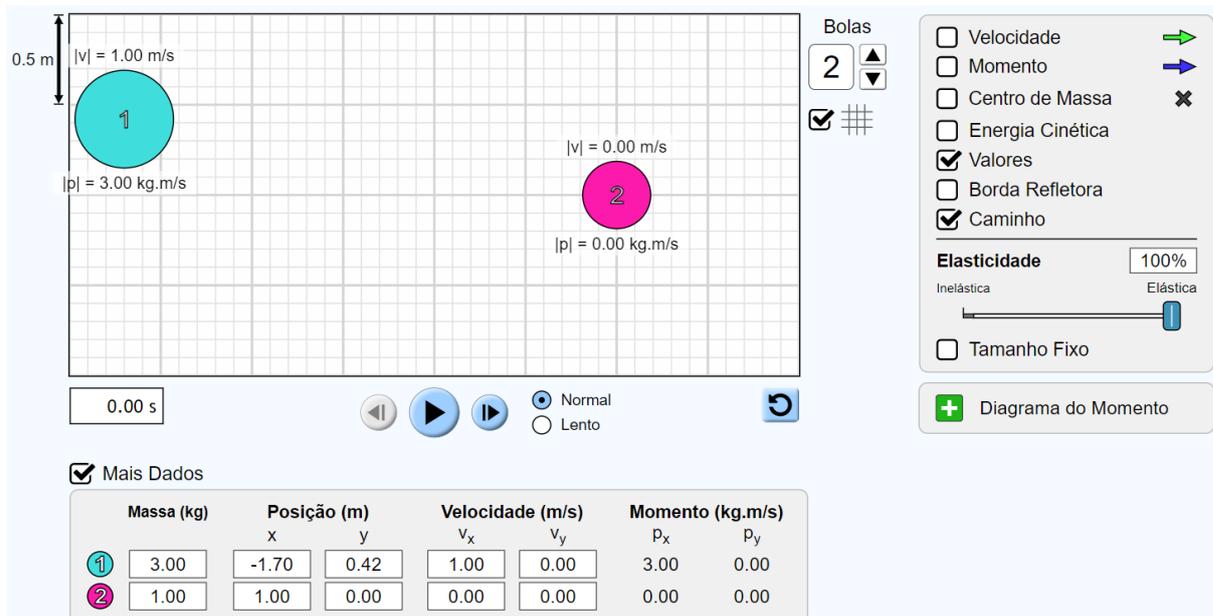
83. Selecione a parte caminho;

84. Mantenha a elasticidade em 100%;

85. Selecione a opção grade;

86. Inicie a simulação.

Parte 3 - Caso massa maior colide com a menor raspão



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$

$|p| = 3.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$

$|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

Bolas
2

Velocidade 
 Momento 
 Centro de Massa 
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Elasticidade 100%
Inelástica Elástica

Tamanho Fixo

 Diagrama do Momento

0.00 s

Normal
 Lento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
①	3.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	3.00	0.00
②	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

87. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

88. Selecione a opção explorar em 2D;

89. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
①	3.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	3.00	0.00
②	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

90. Selecione para remover a borda refletora;

91. Selecione para remover a velocidade

92. Selecione a parte valores;

93. Selecione a parte caminho;

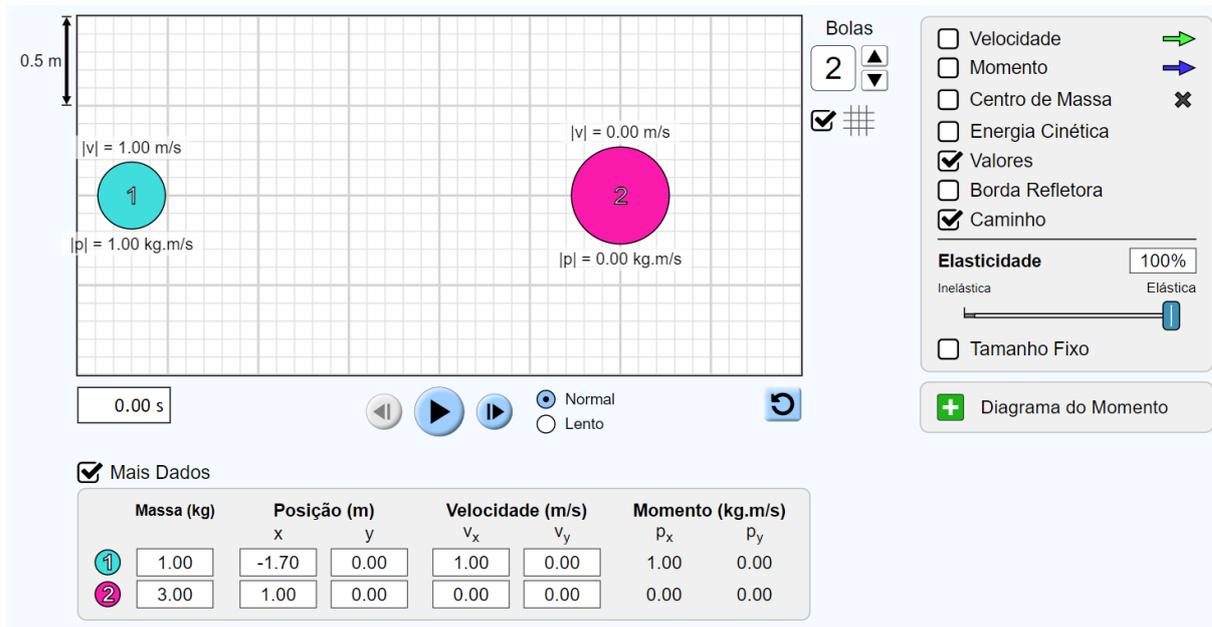
94. Mantenha a elasticidade em 100%;

95. Selecione a opção grade;

96. Inicie a simulação.

Caso onde há uma colisão elástica bidimensional entre uma massa menor e uma massa maior. Considere os seguintes casos:

Parte 1 - Caso Massa menor colide com a maior frontal



Bolas
2

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Elasticidade 100%
 Inelástica ————— Elástica

Tamanho Fixo

+ Diagrama do Momento

0.00 s

Normal
 Lento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

97. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

98. Selecione a opção explorar em 2D;

99. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

100. Selecione para remover a borda refletora;

101. Selecione para remover a velocidade

102. Selecione a parte valores;

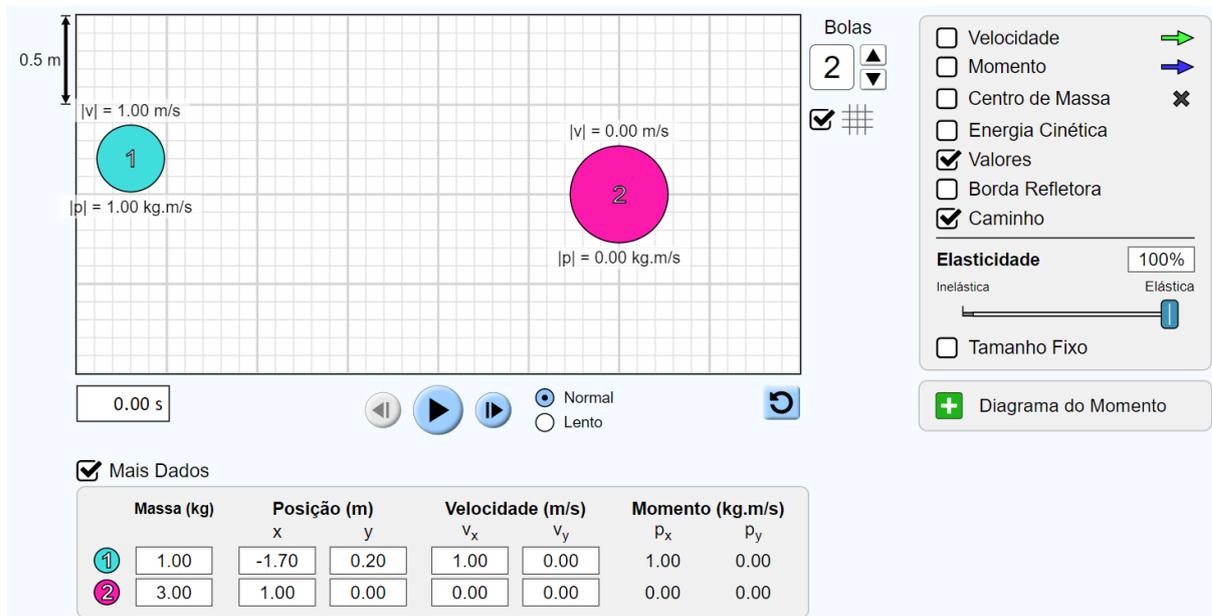
103. Selecione a parte caminho;

104. Mantenha a elasticidade em 100%;

105. Selecione a opção grade;

106. Inicie a simulação.

Parte 2 - Caso massa menor colide com a maior ligeiramente raspando



Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

107. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

108. Selecione a opção explorar em 2D;

109. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

110. Selecione para remover a borda refletora;

111. Selecione para remover a velocidade

112. Selecione a parte valores;

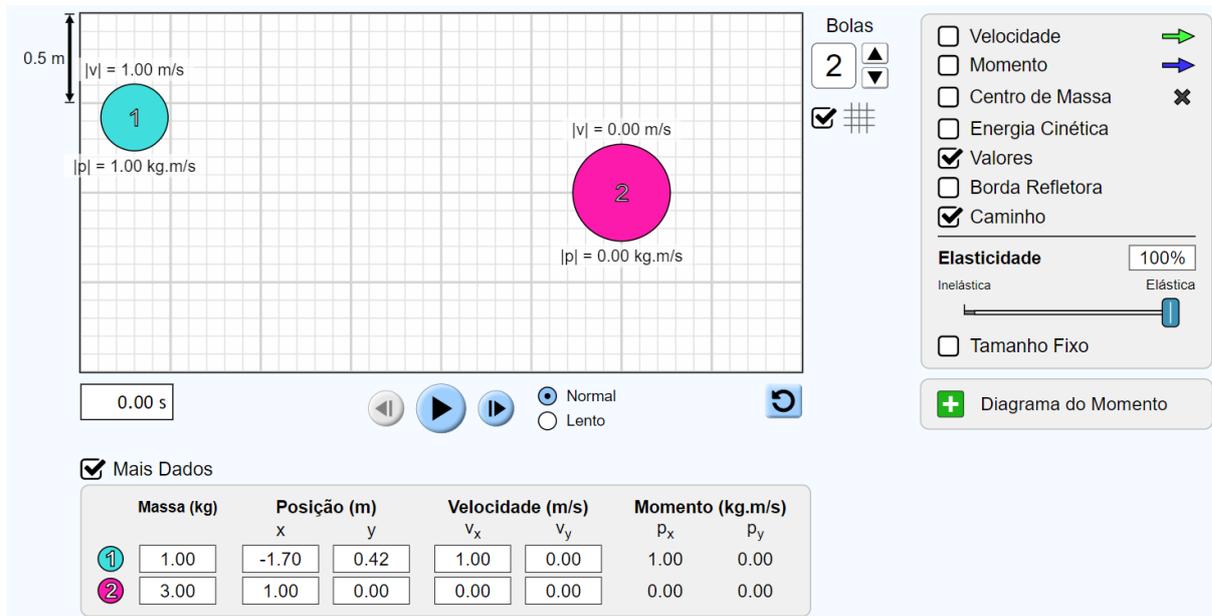
113. Selecione a parte caminho;

114. Mantenha a elasticidade em 100%;

115. Selecione a opção grade;

116. Inicie a simulação.

Parte 3 - Caso massa menor colide com a maior raspão



Bolas
2

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Elasticidade 100%
 Inelástica ————— Elástica

Tamanho Fixo

Diagrama do Momento

0.00 s

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

117. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

118. Selecione a opção explorar em 2D;

119. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

120. Selecione para remover a borda refletora;

121. Selecione para remover a velocidade

122. Selecione a parte valores;

123. Selecione a parte caminho;

124. Mantenha a elasticidade em 100%;

125. Selecione a opção grade;

126. Inicie a simulação.

11-08 COLISÕES NA MESA SEM ATRITO (INELÁSTICA)

Vídeos:

→ Caso onde há uma colisão inelástica bidimensional entre massas iguais. Considere os seguintes casos:

- Caso de massas iguais em uma colisão inelástica frontal;
- Caso de massas iguais em uma colisão inelástica ligeiramente raspando;
- Caso de massas iguais em uma colisão inelástica raspão.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel e faça a simulação para ajudar em sua explicação.

→ Caso onde há uma colisão inelástica bidimensional entre uma massa maior e uma massa menor. Considere os seguintes casos:

- Massa maior colide com a menor frontal;
- Massa maior colide com a menor ligeiramente raspando;
- Massa maior colide com a menor raspão.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel.

→ Caso onde há uma colisão inelástica bidimensional entre uma massa menor e uma massa maior. Considere os seguintes casos:

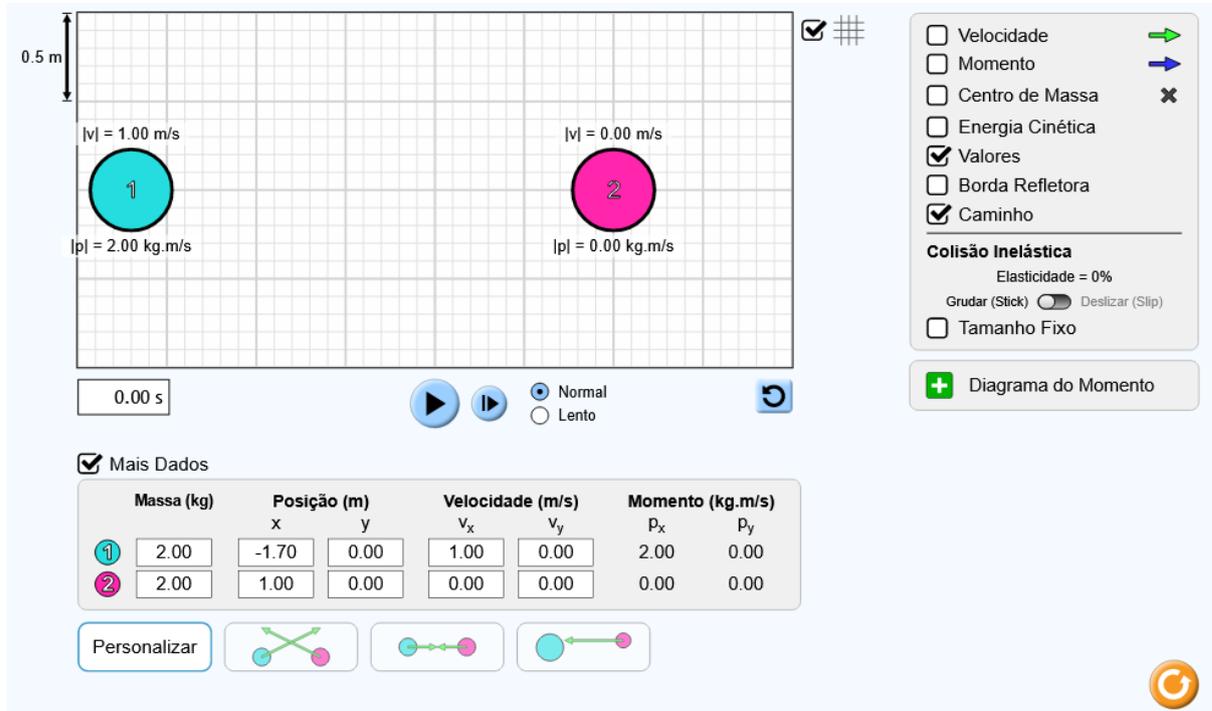
- Massa menor colide com a maior frontal;
- Massa menor colide com a maior ligeiramente raspando;
- Massa menor colide com a maior raspão.

Discuta o que vocês imaginam que irá acontecer, destacando a diferença entre os casos. Escreva suas ideias em um papel.

Simulações:

Caso onde há uma colisão inelástica bidimensional entre massas iguais.

Parte 1 - Caso de massas iguais em uma colisão inelástica frontal



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 2.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

0.00 s

Normal
Lento

Velocidade
 Momento
 Centro de Massa
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Colisão Inelástica
Elasticidade = 0%
Grudar (Stick) Deslizar (Slip)
 Tamanho Fixo

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	2.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00
2	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Personalizar

Diagrama do Momento

127. Acesse o link https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

128. Selecione a opção inelástica

129. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	2.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00
2	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

130. Selecione para remover a borda refletora;

131. Selecione para remover a velocidade

132. Selecione a parte valores;

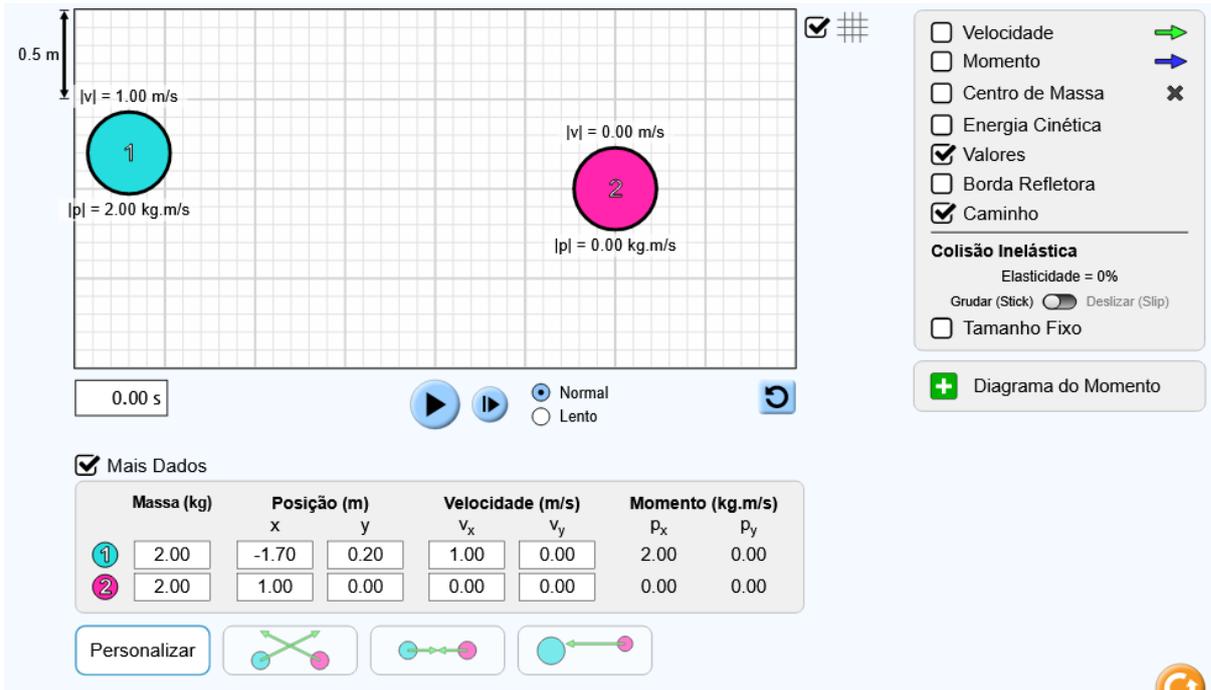
133. Selecione a parte caminho;

134. Mantenha a elasticidade em 0%;

135. Selecione a opção grade;

136. Inicie a simulação.

Parte 2 - Caso de massas iguais em uma colisão inelástica ligeiramente raspando



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$

$|p| = 2.00 \text{ kg.m/s}$

1

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$

$|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

2

0.00 s

Normal

Lento

Velocidade

Momento

Centro de Massa

Energia Cinética

Valores

Borda Refletora

Caminho

Colisão Inelástica

Elasticidade = 0%

Grudar (Stick) Deslizar (Slip)

Tamanho Fixo

Diagrama do Momento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	2.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	2.00	0.00
2	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Personalizar

137. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

138. Selecione a opção inelástica;

139. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	2.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	2.00	0.00
2	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

140. Selecione para remover a borda refletora;

141. Selecione para remover a velocidade

142. Selecione a parte valores;

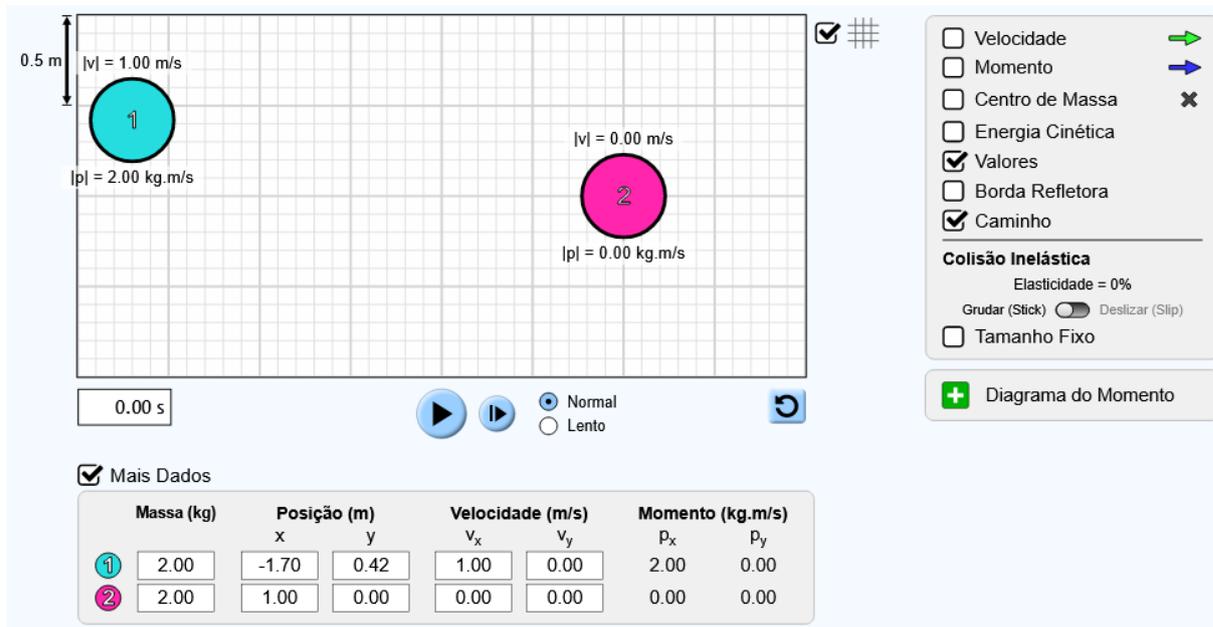
143. Selecione a parte caminho;

144. Mantenha a elasticidade em 0%;

145. Selecione a opção grade;

146. Inicie a simulação.

Parte 3 - Caso de massas iguais em uma colisão inelástica raspando



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$

$|p| = 2.00 \text{ kg.m/s}$

1

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$

$|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

2

0.00 s

Normal

Lento

Velocidade

Momento

Centro de Massa

Energia Cinética

Valores

Borda Refletora

Caminho

Colisão Inelástica

Elasticidade = 0%

Grudar (Sticky) Deslizar (Slip)

Tamanho Fixo

+ Diagrama do Momento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	2.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	2.00	0.00
2	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

147. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

148. Selecione a opção inelástica;

149. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	2.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	2.00	0.00
2	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

150. Selecione para remover a borda refletora;

151. Selecione para remover a velocidade

152. Selecione a parte valores;

153. Selecione a parte caminho;

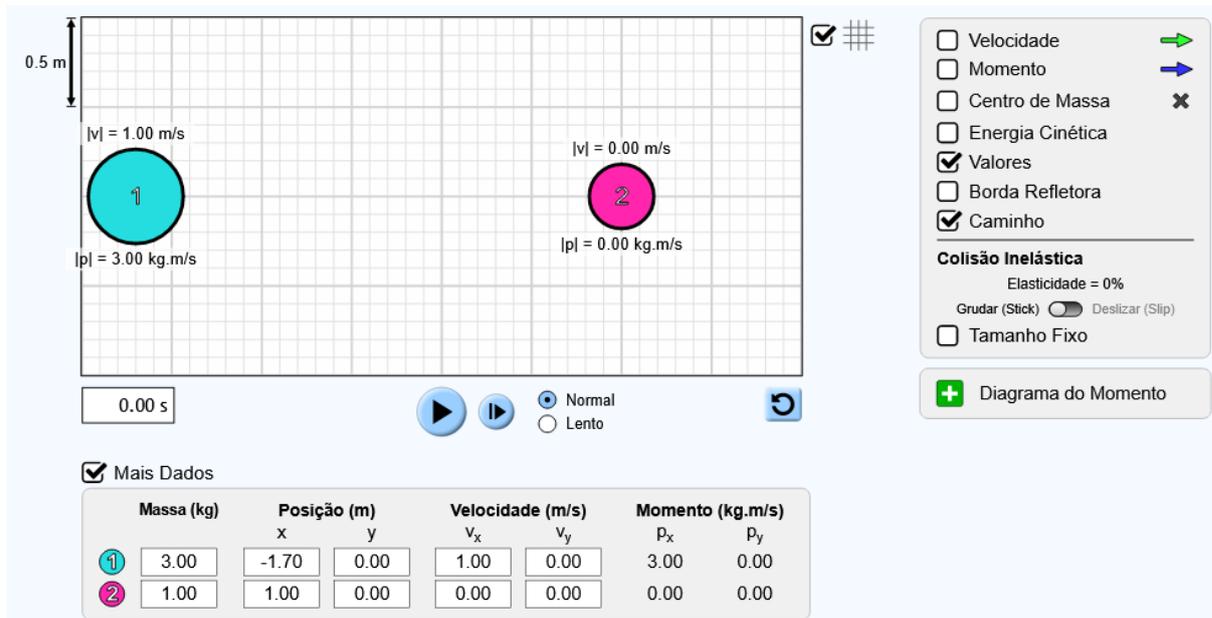
154. Mantenha a elasticidade em 0%;

155. Selecione a opção grade;

156. Inicie a simulação.

Caso onde há uma colisão inelástica bidimensional entre uma massa maior e uma massa menor.

Parte 1 - Caso de colisão inelástica frontal entre uma massa maior e uma massa menor



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 3.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

0.00 s

Normal
Lento

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Colisão Inelástica
Elasticidade = 0%
Grudar (Stick) Deslizar (Slip)
 Tamanho Fixo

Diagrama do Momento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

157. Acesse o link https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

158. Selecione a opção inelástica

159. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

160. Selecione para remover a borda refletora;

161. Selecione para remover a velocidade

162. Selecione a parte valores;

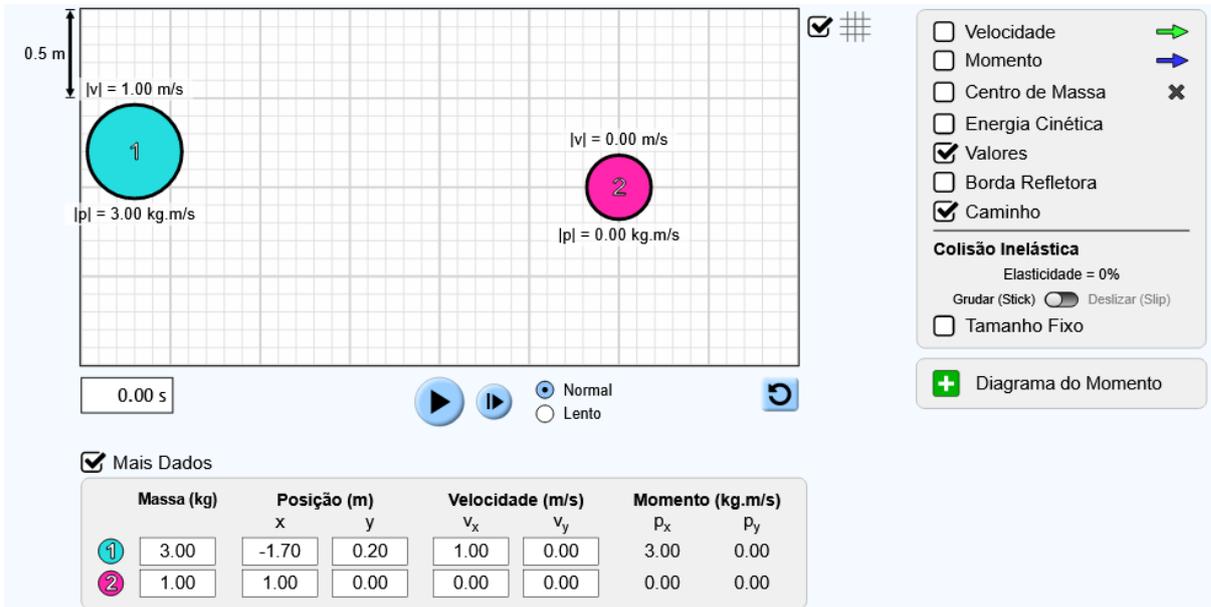
163. Selecione a parte caminho;

164. Mantenha a elasticidade em 0%;

165. Selecione a opção grade;

166. Inicie a simulação.

Parte 2 - Caso de colisão inelástica ligeiramente raspando entre uma massa maior e uma massa menor



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$

$|p| = 3.00 \text{ kg.m/s}$

1

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$

$|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

2

0.00 s

Normal
Lento

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Colisão Inelástica
Elasticidade = 0%
Grudar (Stick) Deslizar (Slip)
 Tamanho Fixo

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Diagrama do Momento

167. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

168. Selecione a opção inelástica;

169. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

170. Selecione para remover a borda refletora;

171. Selecione para remover a velocidade

172. Selecione a parte valores;

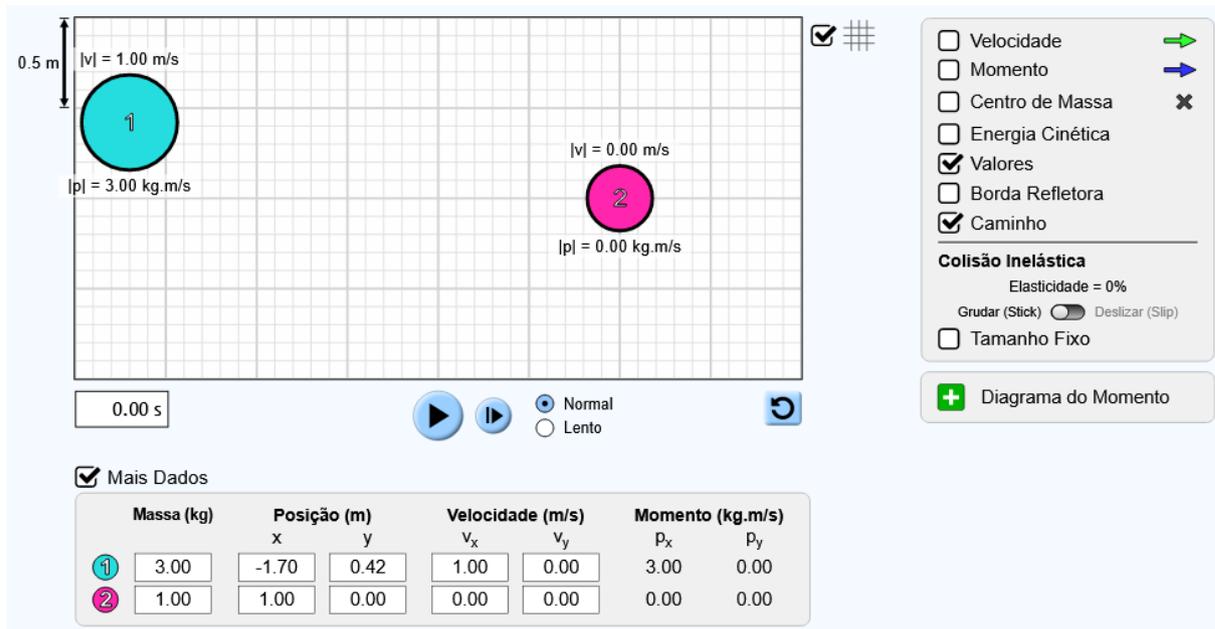
173. Selecione a parte caminho;

174. Mantenha a elasticidade em 0%;

175. Selecione a opção grade;

176. Inicie a simulação.

Parte 3 - Caso de colisão inelástica raspando entre uma massa maior e uma massa menor



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$

$|p| = 3.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$

$|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

0.00 s

Normal
Lento

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Colisão Inelástica
Elasticidade = 0%
Grudar (Stick) Deslizar (Slip)
 Tamanho Fixo

+ Diagrama do Momento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

177. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

178. Selecione a opção inelástica;

179. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	3.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	3.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

180. Selecione para remover a borda refletora;

181. Selecione para remover a velocidade

182. Selecione a parte valores;

183. Selecione a parte caminho;

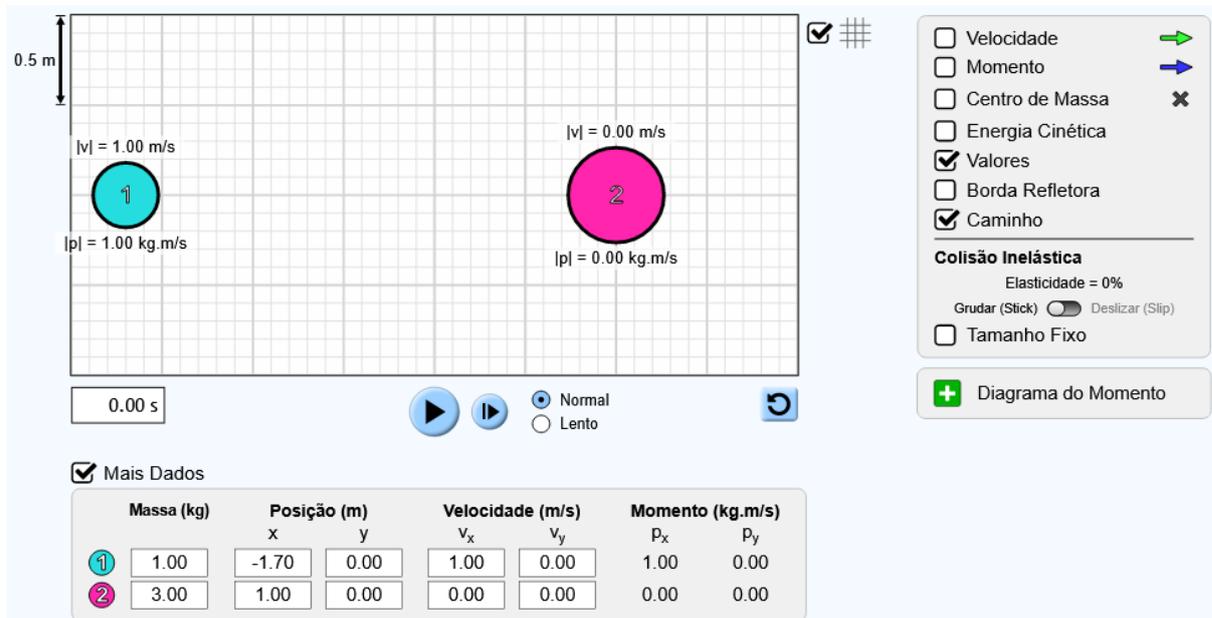
184. Mantenha a elasticidade em 0%;

185. Selecione a opção grade;

186. Inicie a simulação.

Caso onde há uma colisão inelástica bidimensional entre uma massa menor e uma massa maior.

Parte 1 - Caso de colisão inelástica frontal entre uma massa menor e uma massa maior



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 1.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

0.00 s

Normal
Lento

Velocidade →
 Momento →
 Centro de Massa ×
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Colisão Inelástica
Elasticidade = 0%
Grudar (Stick) Deslizar (Slip)
 Tamanho Fixo

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Diagrama do Momento

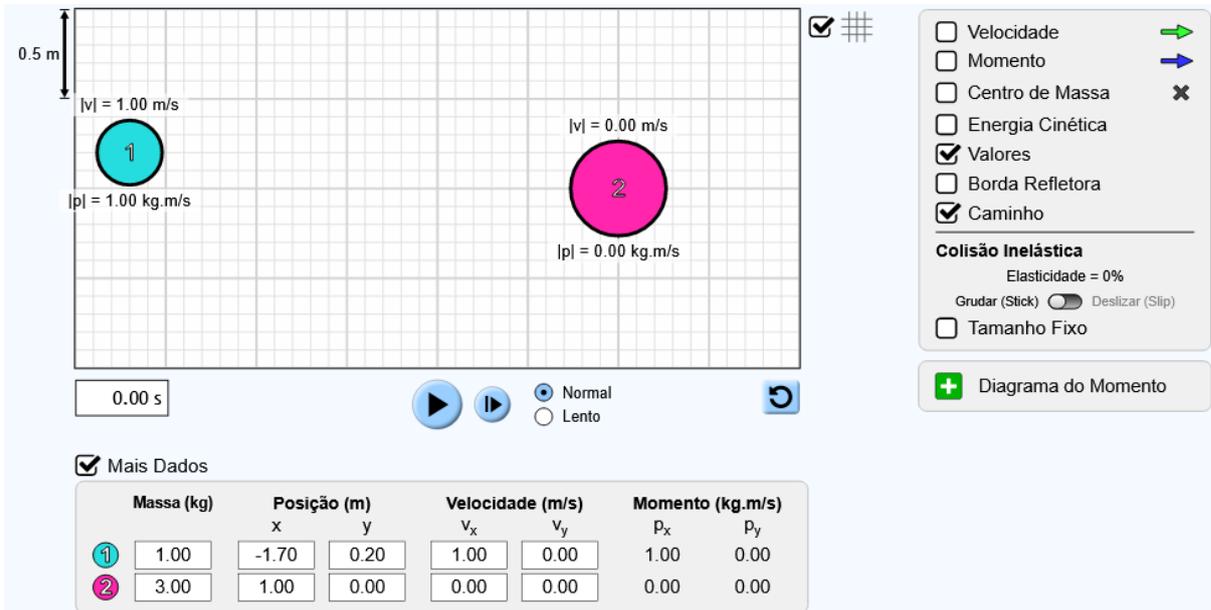
187. Acesse o link https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html
188. Selecione a opção inelástica;
189. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

190. Selecione para remover a borda refletora;
191. Selecione para remover a velocidade
192. Selecione a parte valores;
193. Selecione a parte caminho;
194. Mantenha a elasticidade em 0%;
195. Selecione a opção grade;
196. Inicie a simulação.

Parte 2 - Caso de colisão inelástica ligeiramente raspando entre uma massa menor e uma massa maior



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 1.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$
 $|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

0.00 s

Normal
Lento

Velocidade
 Momento
 Centro de Massa
 Energia Cinética
 Valores
 Borda Refletora
 Caminho

Colisão Inelástica
Elasticidade = 0%
Grudar (Stick) Deslizar (Slip)
 Tamanho Fixo

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Diagrama do Momento

197. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

198. Selecione a opção inelástica;

199. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.20	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

200. Selecione para remover a borda refletora;

201. Selecione para remover a velocidade

202. Selecione a parte valores;

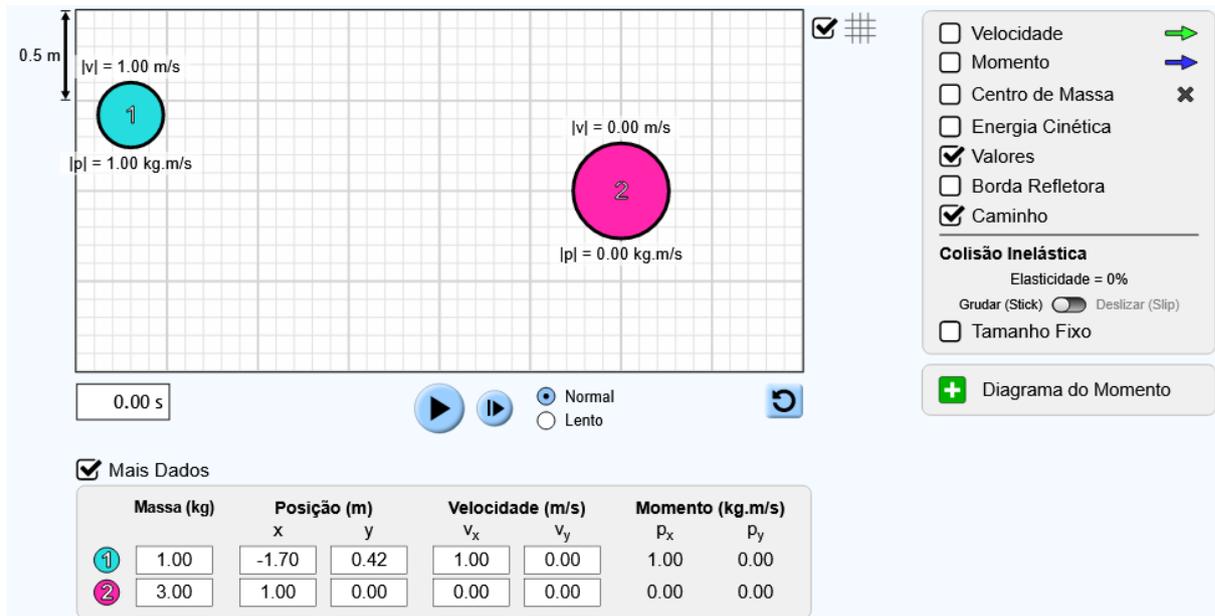
203. Selecione a parte caminho;

204. Mantenha a elasticidade em 0%;

205. Selecione a opção grade;

206. Inicie a simulação.

Parte 3 - Caso de colisão inelástica raspando entre uma massa menor e uma massa maior



0.5 m

$|v| = 1.00 \text{ m/s}$

$|p| = 1.00 \text{ kg.m/s}$

$|v| = 0.00 \text{ m/s}$

$|p| = 0.00 \text{ kg.m/s}$

0.00 s

Normal
Lento

Velocidade 

Momento 

Centro de Massa 

Energia Cinética

Valores

Borda Refletora

Caminho

Colisão Inelástica

Elasticidade = 0%

Grudar (Stick) Deslizar (Slip)

Tamanho Fixo

Diagrama do Momento

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

207. Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_pt_BR.html

208. Selecione a opção inelástica;

209. Clique em “Mais Dados” e selecione as seguintes coordenadas;

Mais Dados

	Massa (kg)	Posição (m)		Velocidade (m/s)		Momento (kg.m/s)	
		x	y	v_x	v_y	p_x	p_y
1	1.00	-1.70	0.42	1.00	0.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

210. Selecione para remover a borda refletora;

211. Selecione para remover a velocidade

212. Selecione a parte valores;

213. Selecione a parte caminho;

214. Mantenha a elasticidade em 0%;

215. Selecione a opção grade;

216. Inicie a simulação.