

Volume 2 • Módulo 2 • Física • Unidade 7

Quando Mundos Colidem

Andreia Mendonça Saguia, Angelo Longo Filho, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas.

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderá ser utilizado e/ou adaptado, de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). O mesmo poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 7 – Quando mundos colidem – procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física, para isto alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar o conceito de Quantidade de Movimento. É importante ressaltar de que a 2ª Lei de Newton foi enunciada originalmente, observando a variação da quantidade de movimento e é sob este aspecto que os livros didáticos estão sendo reformulados. Nesta Unidade 7, o professor contará com uma riqueza de experimentos que abordam de uma maneira ilustrativa os tópicos desta Unidade. Além disso, recursos multimídia como applets e vídeos estão disponíveis, caso seja do interesse do professor utilizá-los.

Esperamos por meio deste material atuar ao lado do professor com um conjunto de opções que venham a atender à necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

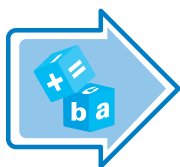
Apresentação da unidade do material do aluno

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	2	2	7	4

Titulo da unidade	Tema
Quando Mundos Colidem	Impulso e Quantidade de Movimento
Objetivos da unidade	
Construir o conceito de velocidade média e instantânea;	
Escrever as equações que fornecem o Impulso e a Quantidade de Movimento;	
Relacionar estas quantidades aos fenômenos de colisões;	
Relacionar o Impulso e a Quantidade de movimento às Leis de Newton;	
Diferenciar os conceitos de energia potencial elástica e gravitacional;	
Determinar a Força Média exercida por um objeto sobre o outro, quando ambos colidem;	
Descrever de maneira simplificada as condições necessárias para aplicação da conservação da Quantidade de Movimento;	
Resolver problemas simples que envolvam a conservação da Quantidade de Movimento em colisões unidimensionais.	
Seções	Páginas no material do aluno
1. Pegando Impulso	175
2. Quando Mundos Colidem	178
3. Atenção! Quantidade de Movimento Conservada a frente!	186

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



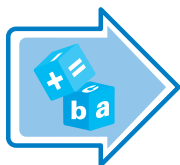
Material copiado para distribuição em sala

São atividades que irão utilizar material reproduzido na própria escola e entregue aos alunos;



Datashow com computador, DVD e som

São atividades passadas por meio do recurso do projetor para toda a turma;



Atividades lúdicas

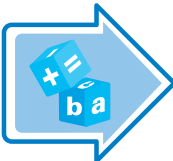
Experiências práticas que podem ser realizadas em sala com uso de recursos simples;



Avaliação

Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.


Atividade Inicial

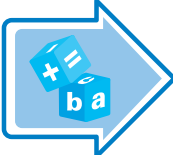
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Colisão entre bolas de massas diferentes (efeito estilingue).	Duas bolas de massas bem diferentes, exemplo, bola de futebol (ou voleibol) e bola de pingue-pongue (ou bolinha de borracha).	Neste experimento, apresentamos uma atividade lúdica que aborda todos os fenômenos que serão estudados nesta unidade: impulso, colisão e conservação da quantidade de movimento. Duas bolas soltas juntas no ar colidem e a de menor massa adquire uma velocidade extraordinária, devido à transferência de quantidade de movimento da bola maior.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Seção 1 – Pegando Impulso

Página no material do aluno

175 a 177


Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Viagem de foguete	Applet, produzido no GeoGebra (Fisica_Mod2_Un7_Sec1.html), presente no material anexo do professor	Ilustrar o conceito de impulso e sua dependência com a força aplicada (módulo e tempo de aplicação).	O professor interage com toda a turma.	20 minutos

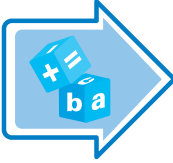
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Arrebentando a Linha com o impulso	1 – Grampo do tipo sargentão 1 – Massa em torno de 100g 1 – Vara de madeira em média de 100 cm (1 m) 1 – Linha de pipa ou linha de costura com resistência média 1 – Fita métrica	Este experimento consiste em observar a ação da força em função do tempo de atuação. A proposta visa ilustrar a grandeza impulso e sua dependência com as grandezas citadas. Um vídeo, ilustrando esta atividade, encontra-se disponível no material anexo do professor (Mod2-Unid7-Sec1.avi).	Grupos com 4 componentes	30 minutos
	Moeda na caneca	Moedas, caneca e fitas de papel cartão	Por meio de um simples experimento ilustrativo, o professor poderá ilustrar conceitos como a quantidade de movimento, atrito e impulso.	O professor interage com toda a turma.	10 minutos

Seção 2 – Quando Mundos Colidem

Página no material do aluno

178 a 185


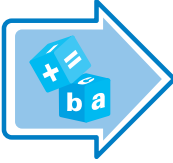
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Impulso e força média	Applet, produzido no GeoGebra (Fisica_Mod2_Un7_Sec2.html), presente no material anexo do professor.	Ilustra o conceito de força média em uma colisão, através de um recurso multimídia interativo.	Todos podem participar	15 minutos

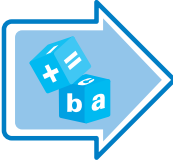
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Medindo o impacto.	1 – Massa de modelar 5 – Bolinhas de gude 1 – Prancha de madeira	Nesta atividade, usamos as deformações deixadas por bolinhas de gude em massas de modelar para abordar qualitativamente o conceito de impacto.	Grupos de 4 alunos	30 min

Seções 3 – Atenção! Quantidade de Movimento Conservada a Frente!


Página no material do aluno

186 a 204

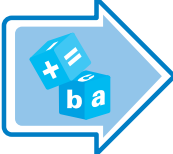
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Colisões inelásticas	Applet, produzido no GeoGebra (Fisica_Mod2_Un7_Sec3.html), presente no material anexo do professor.	Ilustrar o conceito de conservação da quantidade de movimento em uma colisão inelástica e a não conservação da energia cinética.	O professor interage com toda a turma.	20 minutos
	Brincando com bolinhas de gude.	4 bolinhas de vidro de mesma massa e tamanho; uma régua com um sulco no meio (ou qualquer outro material que sirva de calha para as bolinhas)	Neste experimento, os alunos serão capazes de observar a conservação da quantidade de movimento e energia mecânica durante uma colisão, enquanto brincam com bolinhas de gude.	Grupos de quatro alunos	25 minutos

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Blocos entre Molas	Mola de caderno, caixas de fósforos, pesinhos como parafusos ou pregos, tesoura e fita adesiva	A atividade permitirá que o aluno perceba a diferença de deslocamento dos blocos (caixas de fósforo) a partir da energia fornecida por uma mesma mola às caixinhas, contendo diferentes massas.	O professor interage com toda a turma.	10 minutos

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Impulso e Quantidade de Movimento	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda o tema “Impulso e Quantidade de Movimento”. Um arquivo contendo esta lista de exercícios está disponível no material anexo do professor.	Atividade Individual	1 aula

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Colisão entre bolas de massas diferentes (efeito estilingue).	Duas bolas de massas bem diferentes, exemplo, bola de futebol (ou voleibol) e bola de pingue-pongue (ou bolinha de borracha).	Neste experimento, apresentamos uma atividade lúdica que aborda todos os fenômenos que serão estudados nesta unidade: impulso, colisão e conservação da quantidade de movimento. Duas bolas soltas juntas no ar colidem e a de menor massa adquire uma velocidade extraordinária, devido à transferência de quantidade de movimento da bola maior.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

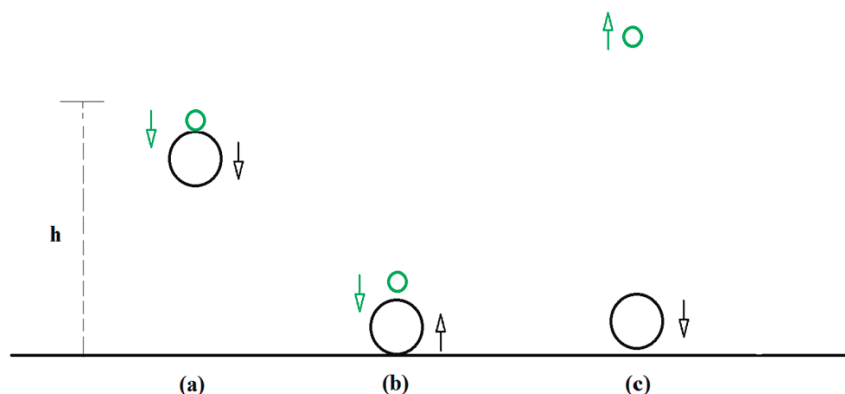
Aspectos operacionais

- Inicie a atividade, mostrando para os alunos como se dá o choque das bolas com o chão. Soltando uma bola de cada vez, da mesma altura inicial, faça uma rápida análise do movimento de queda. Mostre a altura alcançada por cada bola, após o choque com o chão.
- Agora, lance a pergunta, será que ao soltar qualquer uma das bolas de uma altura h sobre o solo, elas poderão atingir uma altura maior que h , após quicar no chão?
- Intuitivamente, os alunos tenderão a dizer que não. Para mostrar que isso é possível, proponha o experimento.
- Coloque a bola pequena sobre a bola grande e solte-as juntas de uma determinada altura sobre um piso duro (veja figura (a) abaixo).
- Observe que após a bola de baixo bater no solo, a bola de cima (de menor massa) é lançada a uma altura extraordinariamente maior que a altura inicial de soltura.
- Este é o efeito estilingue que ocorre quando um corpo de massa maior transfere energia cinética e quantidade de movimento para outro corpo de massa menor, fazendo com que a energia mecânica deste último aumente bastante.
- O procedimento experimental é bastante simples, mas vale a pena treinar um pouco, antes de apresentá-lo a turma. A maior dificuldade está em conseguir o choque frontal (ou quase frontal) das bolas no ar, durante a queda livre das mesmas.

Aspectos pedagógicos

Para um bom entendimento de todas as etapas do processo de colisão, pode-se lançar mão de uma figura ilustrativa no quadro negro como a mostrada abaixo. Em (a) representamos o momento logo após a soltura das bolas. Em (b) vemos que a bola maior quica no solo e vai em encontro à bola menor que ainda está descendo. Durante o choque entre as bolas, a bola maior transfere energia cinética e quantidade de movimento para a bola menor que passa a subir com uma velocidade bem maior do que aquela alcançada na descida. Em (c) vemos a bola grande, voltando para o chão e a bolinha menor, subindo a uma altura muito maior que a altura inicial de soltura.

É interessante chamar a atenção dos alunos para os diversos fenômenos contidos nesse experimento e que serão estudados nesta unidade: choque entre as bolas e o chão, impulso recebido pela bolinha ao se chocar com a bola mais pesada no ar e a transferência da quantidade de movimento.



Fonte: Andréia Saguia

Seção 1 – Pegando Impulso

Página no material do aluno

175 a 177

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Viagem de foguete	Applet, produzido no GeoGebra (Fisica_Mod2_Un7_Sec1.html), presente no material anexo do professor	Ilustrar o conceito de impulso e sua dependência com a força aplicada (módulo e tempo de aplicação).	O professor interage com toda a turma.	20 minutos

Aspectos operacionais

O conceito de impulso é muito importante para discutir como podemos alterar o estado de movimento de um corpo. Um corpo ou uma nave, por exemplo, não pode na ausência de forças externas alterar seu estado de movimento. Para que isso ocorra, é preciso que haja uma interação com a nave, ou que uma força atue sobre ela.

O applet produzido ilustra o efeito de acelerar a nave através da queima do combustível, de modo que haja uma força resultante sobre a mesma. Neste caso, dois fatores são particularmente importantes: a intensidade da força e o tempo de aplicação desta força. O produto entre esses dois fatores é o impulso recebido pela nave $I = F \cdot \Delta t$, que é igual à variação da quantidade de movimento da nave $I = m \cdot v_f - m \cdot v_i$. Neste recurso multimídia, professor e alunos podem escolher diferentes valores para a aceleração adquirida pela nave (como resultado da força aplicada sobre ela) e do tempo de aceleração da nave. A quantidade de movimento adquirida é mostrada na tela.

Segue uma sugestão de utilização deste recurso:

- Inicie o applet (Fisica_Mod2_Un7_Sec1.html).
- Pergunte aos alunos que fatores são determinantes na variação da quantidade de movimento de um corpo. A discussão deve convergir para a intensidade da força e o seu tempo de duração.
- Escolha um valor para a aceleração e para o tempo de duração da força através dos controles deslizantes mostrados no applet e inicie a simulação, clicando sobre o botão iniciar. Observe o movimento resultante e a quantidade de movimento da nave.
- Clique sobre o botão reiniciar e deixe que os alunos escolham novos valores para os parâmetros. Em seguida, clique novamente sobre o botão iniciar.

Aspectos pedagógicos

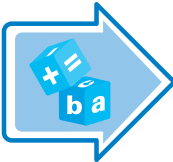
A dependência da variação da quantidade de movimento com a intensidade da força é geralmente de fácil entendimento. Já a dependência com o tempo de duração da força nem sempre parece intuitiva para os alunos. Utilize alguns exemplos do dia a dia, para ilustrar este efeito, como por exemplo o lançamento de uma bola por um jogador de boliche. Se o jogador soltar a bola antes de terminar seu movimento de arremesso, a velocidade e consequentemente a quantidade de movimento adquirida pela bola será menor do que se ele efetuar um arremesso completo.

Escolhendo os valores para os parâmetros, mostre aos alunos que uma força intensa aplicada durante um curto intervalo de tempo pode fornecer a mesma quantidade de movimento que uma força de baixa intensidade que atue por um longo intervalo de tempo.

Seção 1 – Pegando Impulso

Página no material do aluno

175 a 177

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Arrebentando a Linha com o impulso	1 – Grampo do tipo sargentão 1 – Massa em torno de 100g 1 – Vara de madeira em média de 100 cm (1 m) 1 – Linha de pipa ou linha de costura com resistência média 1 – Fita métrica	Este experimento consiste em observar a ação da força em função do tempo de atuação. A proposta visa ilustrar a grandeza impulso e sua dependência com as grandezas citadas. Um vídeo, ilustrando esta atividade, encontra-se disponível no material anexo do professor (Mod2-Unid7-Sec1.avi).	Grupos com 4 componentes	30 minutos

Aspectos operacionais

Na sequência, apresentaremos o passo a passo para a realização do experimento.

1. Fixe uma das suas extremidades da vara de madeira sobre a borda da mesa escolar com o auxílio do grampo.
2. Amarre a linha de costura na massa.
3. Prenda a massa pendente na extremidade livre da vara, formado uma espécie de pêndulo com fio de aproximadamente 20cm.
4. Erga a massa cerca de 10cm e deixe o sistema oscilar, observe que não ocorreu o rompimento do fio.
5. Mude o pêndulo para a posição 50cm da extremidade, fique atento ao rompimento do fio.

Aspectos pedagógicos

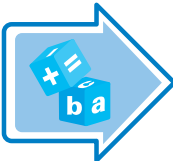
Soltando os dois corpos da mesma altura, cerca de 10cm, a variação da quantidade de movimento é a mesma, assim o impulso entre os dois lançamentos é o mesmo. Então o que promove a ruptura da linha, quando mais próximo do ponto de apoio? A resposta está no tempo que a força de tensão atua. Quando o fio preso à extremidade da vara, permite que esta oscile, gerando uma espécie de “amortecimento” ao movimento. Esta oscilação aumenta o tempo de interação do corpo (por meio da linha) e a vara, diminuindo a Tensão aplicada sobre a linha. No outro caso, estando a linha fixa a 50 cm da extremidade da vara, quando o corpo é liberto da mesma altura, cerca de 10 cm, não há esse “amortecimento” por parte da vara, ou seja, o tempo de interação entre a Força Peso do corpo e a vara reduz-se. Dessa forma, a Tensão sobre a linha é maior do que no primeiro caso, fazendo com esta arrebente.

Este experimento é uma ótima oportunidade para o professor abordar outros exemplos presentes em nosso cotidiano onde o impulso e consequentemente a força, e o tempo de interação são importantes, como por exemplo em colisões de automóveis, no choque de uma bola com uma raquete de tênis ou com os braços de um jogador de voleibol, ou ainda quando um especialista em caratê consegue quebrar uma pilha de tijolos com um único golpe de sua mão desprotegida.

Seção 1 – Pegando Impulso

Página no material do aluno

175 a 177

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Moeda na caneca	Moedas, caneca e fitas de papel cartão	Por meio de um simples experimento ilustrativo, o professor poderá ilustrar conceitos como a quantidade de movimento, atrito e impulso.	O professor interage com toda a turma.	10 minutos

Aspectos operacionais

O experimento a ser construído segue os seguintes passos:

- Monte o conjunto com a caneca, moeda e fita de acordo com a Figura 1.
- Segure a ponta da fita como mostra a Figura 2 e puxe rapidamente.
- A moeda deverá cair na caneca, como mostra a Figura 3.
- Repita o procedimento lentamente e a moeda deverá acompanhar o cartão, caindo fora da caneca.



Figura 1 Figura 2



Figura 3

Fonte: Angelo Longo Filho


Aspectos pedagógicos

- Nesta atividade demonstrativa, o professor destacará a relação entre a inércia, atrito e a quantidade de movimento, podendo introduzir algo a respeito de impulso.
- A prioridade deve ser dada aos aspectos qualitativos destas propriedades sem aprofundar-se nos aspectos matemáticos e/ou quantitativos.
- Podemos colocar em discussão a seguinte questão: Por que o resultado desta atividade depende da rapidez com que a carta é puxada?

Seção 2 – Quando Mundos Colidem

Página no material do aluno

178 a 185

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Impulso e força média	Applet, produzido no GeoGebra (Física_Mod2_Un7_Sec2.html), presente no material anexo do professor.	Ilustra o conceito de força média em uma colisão, através de um recurso multimídia interativo.	Todos podem participar	15 minutos

Aspectos operacionais

O conceito de força média é muito importante, pois facilita fazer comparações entre forças, atuando em colisões e as demais forças presentes no dia a dia. Através desse conceito, podemos fazer comparações entre a força sofrida por uma bola de tênis, no momento que o atleta a atinge com a raquete e a força da gravidade, por exemplo, conforme ilustrado no material impresso deste módulo. Em geral, as forças presentes em colisões não são constantes. Representando a força como função do tempo em um gráfico, o impulso (variação da quantidade de movimento) será dado pela área sob a curva representada neste gráfico. Sabendo a duração da colisão Δt , podemos encontrar a força média F_M , constante durante a colisão, que faz com que o impulso ($F_M \times \Delta t$) seja o mesmo da colisão real.

O applet proposto para esta seção exibe o gráfico da força durante uma colisão em função do tempo, bem como o impulso gerado na colisão. Os instantes iniciais e final da colisão estão representados, sendo possível variar a altura do retângulo utilizado para calcular o impulso de uma força constante durante a colisão. Quando a área do retângulo for igual à área do gráfico da força em função do tempo, a força média estará determinada.

O applet pode ser utilizado da seguinte maneira:

- Inicie o applet (Física_Mod2_Un7_Sec2.html), disponível no material anexo do professor.
- Peça aos alunos que identifiquem os instantes inicial e final da colisão. Pergunte ainda se é trivial calcular a área da figura mostrada e calcular o impulso.
- Deslize o ponto superior direito do retângulo mostrado e perceba como a área do retângulo varia.
- Peça a um aluno que determine a força média, igualando as áreas do retângulo e do gráfico da força em função do tempo.

Aspectos pedagógicos

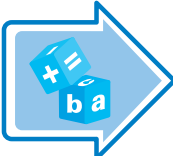
Deve-se tomar cuidado ao discutir o conceito de força média, já que os alunos utilizam a expressão “média” em outros contextos. Neste caso, a definição de força média deve estar bem clara. Não é uma média de forças, por exemplo.

Muitos alunos costumam perguntar qual é a “força” de um chute de jogador de futebol. Aproveite esta oportunidade para enfatizar a diferença entre força e impulso. Comente que o jogador exerce uma força sobre a bola durante um certo intervalo de tempo e que esta força não é constante. Porém, baseado no impulso, podemos calcular a força média exercida pelo jogador através do procedimento estudado neste applet.

Seção 2 – Quando Mundos Colidem

Página no material do aluno

178 a 185

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Medindo o impacto.	1 – Massa de modelar 5 – Bolinhas de gude 1 – Prancha de madeira	Nesta atividade, usamos as deformações deixadas por bolinhas de gude em massas de modelar para abordar qualitativamente o conceito de impacto.	Grupos de 4 alunos	30 min

Aspectos operacionais

Neste experimento, necessitaremos de um pequeno “treinamento”, ou seja, uma breve análise das deformações deixadas pelos objetos ao sofrerem colisões. Esferas de vidro serão soltas de alturas distintas e sofrerão colisões das massas previamente estabelecidas. No ato da colisão, as esferas deixarão uma “identidade” nas massas que podem informar que altura esta foi solta.

Passos:

1. Amacie as massas de modelar para que as mesmas fixem-se na prancha de madeira.
2. Estabeleça alturas que as esferas de vidro possam ser soltas.
3. Deixe cair a esfera de uma altura pré-determinada e verifique a profundidade e o diâmetro das deformações deixadas nas massas.
4. Solte esferas de outras alturas e verifique as deformações obtidas.


Aspectos pedagógicos

Neste experimento, atribuiremos o fato de uma altura X gerar uma deformação Y (profundidade e diâmetro). O experimentador deve ficar atento ao fato de lançar sempre à mesma altura as esferas de vidro. Uma vez aprendido

a identificar as deformações, é possível prever a altura de queda. Outro fator importante é atrelar este experimento a dois eventos do cotidiano, a balística executada em perícias de investigações criminais e os automóveis que possuem cada vez mais a carroceria maleável, suavizando o contato durante um acidente.

Seções 3 – Atenção! Quantidade de Movimento Conservada a Frente!

Página no material do aluno
186 a 204

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Colisões inelásticas	Applet, produzido no GeoGebra (Fisica_Mod2_Un7_Sec3.html), presente no material anexo do professor.	Ilustrar o conceito de conservação da quantidade de movimento em uma colisão inelástica e a não conservação da energia cinética.	O professor interage com toda a turma.	20 minutos

Aspectos operacionais

A conservação da quantidade de movimento em colisões, na ausência de forças externas, é uma lei fundamental da Física. Várias das partículas que conhecemos hoje foram descobertas, baseadas neste princípio de conservação, o que reforça a importância deste conceito físico.

Neste applet, vamos explorar a colisão perfeitamente inelástica onde, após a colisão, os objetos seguem unidos. Neste tipo de colisão, a quantidade de movimento é conservada, no entanto, a energia cinética total não. As colisões ilustradas são tais que uma bolinha possui velocidade inicial e a outra está inicialmente parada. A energia cinética do sistema é informada no applet, antes e depois da colisão, bem como o valor das quantidades de movimento inicial e final. Note que teremos, pela conservação da quantidade de movimento, $Q_i = Q_f$, onde Q_i é a quantidade de movimento inicial e Q_f é a quantidade de movimento final, podemos escrever ainda $M_1 \cdot V_i = (M_1 + M_2) V_f$, onde M_1 / M_2 é a massa da bolinha 1/2, V_i é a velocidade inicial da bolinha 1 e V_f é a velocidade final das bolinhas após a colisão.

Este objeto de aprendizagem pode ser utilizado em sala de aula da seguinte maneira:

- Inicie o applet (Fisica_Mod2_Un7_Sec3.html).
- Escolha um valor para a velocidade da bolinha incidente, V_i , através do controle deslizante. É possível escolher ainda os valores das massas M_1 e M_2 .

- Leia os valores das energias e quantidades de movimento iniciais e finais, e verifique a conservação da quantidade de movimento e não conservação da energia cinética.
- Clique sobre o botão iniciar para ver a animação.
- Para poder escolher novos valores para os parâmetros, é preciso clicar no botão reiniciar.
- Peça aos alunos que escolham diferentes valores para os parâmetros e veja como os valores das energias e quantidades de movimento mudam.

Aspectos pedagógicos

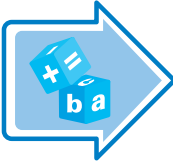
É importante reforçar quais são os responsáveis por conservações de energia e de quantidade de movimento. Neste exemplo, a quantidade de movimento foi conservada porque não há atuação de forças externas. A energia não se conservou, pois para unir as duas bolinhas, foi preciso usar algum material, massa de modelar, por exemplo, para grudá-las e esta etapa não conservou energia.

Aproveite para discutir ainda qual deve ser a energia cinética final do sistema. $E_c = \frac{1}{2}(M_1 + M_2)V_f^2 = \frac{1}{2}(M_1^2 \cdot V_i^2) / (M_1 + M_2)$

Seções 3 – Atenção! Quantidade de Movimento Conservada a Frente!

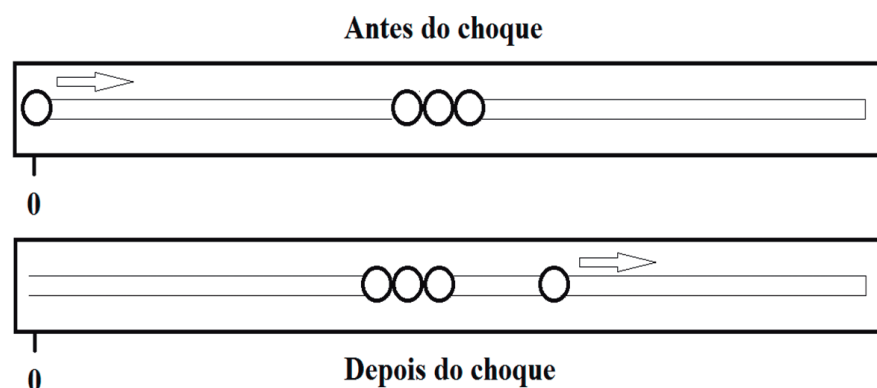
Página no material do aluno

186 a 204

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Brincando com bolinhas de gude.	4 bolinhas de vidro de mesma massa e tamanho; uma régua com um sulco no meio (ou qualquer outro material que sirva de calha para as bolinhas)	Neste experimento, os alunos serão capazes de observar a conservação da quantidade de movimento e energia mecânica durante uma colisão, enquanto brincam com bolinhas de gude.	Grupos de quatro alunos	25 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o experimento, dividindo a turma em grupos de 4 ou 5 alunos.
- Cada grupo deve ser munido de 4 bolinhas de gude de mesmo tamanho e uma régua com sulco ou uma calha (formada de qualquer material, por exemplo, dois livros deitados paralelamente sobre a mesa com um pequeno afastamento entre eles).
- Oriente os alunos a dispor a régua (ou calha) horizontalmente sobre a mesa com o sulco virado para cima.
- Explique para os alunos que a ideia do experimento é usar a calha para promover o choque frontal entre as bolinhas e observar a conservação da quantidade de movimento do sistema.
- A primeira configuração consiste em colocar uma primeira bolinha parada no marco zero da régua e as outras três dispostas no centro da régua, como mostrado na figura abaixo. Agora, um dos alunos do grupo deve dar um peteleco na bolinha do marco zero de forma que ela colida frontalmente com o conjunto de bolinhas do centro da régua.
- Repetindo o procedimento, pode-se observar a situação em que somente a bolinha do final do conjunto sai rolando, com todas as outras bolinhas permanecendo em repouso no centro da régua. Neste choque, não só a quantidade de movimento, como também a energia mecânica do sistema conserva-se. A energia cinética e a quantidade de movimento da primeira bolinha são integralmente transferidas para a última que passa a se mover com a mesma quantidade de movimento que a primeira bolinha tinha antes do choque.
- Os alunos podem variar as configurações e observar a conservação de momento, e da energia do sistema. Por exemplo, colocando duas bolinhas paradas no marco zero e duas no meio da régua. Após o choque, somente duas bolinhas devem sair rolando e as outras duas devem permanecer paradas. Outra opção é fazer colidir três bolinhas com uma única parada no centro da régua e observar a situação em que as três últimas bolinhas saem rolando.



Fonte: Andréia Saguia

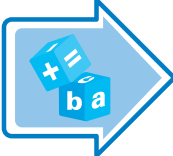
Aspectos pedagógicos

É importante deixar claro para os alunos que a conservação da quantidade de movimento ocorrerá sempre que a resultante das forças externas que atua no sistema for nula. Isso ocorrerá, com boa aproximação, em todos os processos de colisão das bolinhas de gude deste experimento. No entanto, observe que a conservação simultânea da quantidade de movimento e energia mecânica do sistema só ocorre quando o número de bolinhas que passam a rolar após o choque é igual ao número de bolinhas incidentes. Para aprofundar o princípio da conservação da quantidade de movimento, você pode propor aos alunos estudar a colisão entre bolinhas de tamanhos diferentes. Por exemplo, pode-se colocar as seguintes questões: baseado no princípio da conservação da quantidade de movimento, qual seria o movimento esperado da colisão de uma bolinha grande com uma pequena? E na colisão da pequena com a grande? Esta atividade pode ser feita também com moedas, como pode ser visto no vídeo (Mod2-Unid7-Sec3-Colisoes_Moedas.wmv), presente no material anexo do professor.

Seções 3 – Atenção! Quantidade de Movimento Conservada a Frente!

Página no material do aluno

186 a 204

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Blocos entre Molas	Mola de caderno, caixas de fósforos, pesinhos como parafusos ou pregos, tesoura e fita adesiva	A atividade permitirá que o aluno perceba a diferença de deslocamento dos blocos (caixas de fósforo) a partir da energia fornecida por uma mesma mola às caixinhas, contendo diferentes massas.	O professor interage com toda a turma.	10 minutos

Aspectos operacionais

- Leve para a sala 2 caixinhas de fósforos, um pedaço de uma mola (espiral de caderno) e uma régua. Monte as caixinhas, conforme a Figura 1.
- Uma das caixinhas deverá estar vazia e semiaberta para poder conter as diferentes massas. A outra montada com a mola. Também vale colocar areia ou pedrinhas para obter diferentes massas.
- Escolha uma carteira escolar com a superfície horizontal e o mais lisa possível.

- Coloque a mola entre as duas caixinhas, comprimindo as molas e marque a posição das caixinhas com dois tracinhos, utilizando giz.
- Solte o conjunto e meça o deslocamento das caixinhas com o auxílio de uma régua.
- Refaça a atividade, variando a massa das caixinhas e compare as distâncias percorridas.

Esquema de montagem



Figura 1 Figura 2



Figura 3

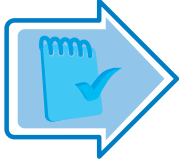
Fonte: Angelo Longo Filho

Aspectos pedagógicos

Nesta atividade, o professor terá a oportunidade de mostrar que a quantidade de movimento depende da massa dos corpos envolvidos por meio de um experimento de baixo custo. Além disto, o professor poderá explorar o conceito de energia potencial elástica e o conceito de força de atrito como uma força dissipativa, uma vez que a experiência poderá ser feita em diferentes superfícies.

O experimento ilustrado poderá ser elaborado com outros elementos, se for mais conveniente ao professor, como espiral de caderno, assim como pequenos pedaços de papelão no formato de caixinhas.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Impulso e Quantidade de Movimento	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda o tema “Impulso e Quantidade de Movimento”. Um arquivo contendo esta lista de exercícios está disponível no material anexo do professor.	Atividade Individual	1 aula

Aspectos operacionais

Para o momento de avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 7. A seguir, apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a unidade.
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

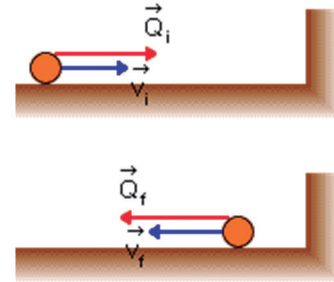
Lista de Exercícios

Impulso e Quantidade de Movimento

1. Na figura abaixo, representamos uma partícula de massa $m = 5,0 \text{ kg}$ que tem velocidade \vec{V} , de módulo $v = 3,0 \text{ m/s}$. Qual é o módulo da quantidade de movimento da partícula?
 - a. $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - b. $6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - c. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - d. $12 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - e. $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
2. Uma partícula de massa $m = 3,0 \text{ kg}$ tem uma quantidade de movimento cujo módulo é $Q = 24 \text{ kg m/s}$. Qual o módulo da velocidade da partícula?
 - a. $8,0 \text{ m/s}$
 - b. $6,0 \text{ m/s}$
 - c. $4,0 \text{ m/s}$
 - d. $3,0 \text{ m/s}$
 - e. $5,0 \text{ m/s}$
3. Uma bola de massa $m = 0,40 \text{ kg}$ tem inicialmente velocidade \vec{V}_i . A bola bate em uma parede e volta com velocidade \vec{V}_f . Sendo $v_i = 20 \text{ m/s}$ e $v_f = 15 \text{ m/s}$, calcule o módulo de quantidade de movimento final ($\overline{Q_f}$).
 - a. $6,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - b. $5,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - c. $4,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - d. $3,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - e. $2,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

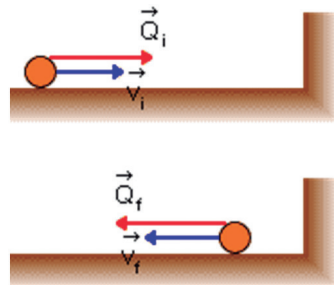
4. Uma bola de massa $m = 0,40 \text{ kg}$ tem inicialmente velocidade \vec{V}_i . A bola bate em uma parede e volta com velocidade \vec{V}_f . Sendo $v_i = 20 \text{ m/s}$ e $v_f = 15 \text{ m/s}$, calcule o módulo da variação da quantidade de movimento ($\Delta \vec{Q}$).

- a. $12 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- b. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- c. $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- d. $14 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- e. $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$



5. Uma bola de massa $m = 0,40 \text{ kg}$ tem inicialmente velocidade \vec{V}_i . A bola bate em uma parede e volta com velocidade \vec{V}_f . Sendo $v_i = 20 \text{ m/s}$ e $v_f = 15 \text{ m/s}$, calcule o módulo da quantidade de movimento inicial (\vec{Q}_i).

- a. $6,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- b. $5,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- c. $8,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- d. $4,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- e. $3,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$



6. (Cesgranrio) – De acordo com um locutor esportivo, em uma cortada do Negrão (titular da Seleção Brasileira de Voleibol), a bola atinge a velocidade de 108 km/h . Supondo que a velocidade da bola imediatamente antes de ser golpeada seja desprezível e que a sua massa valha aproximadamente 270 g , então o valor do impulso aplicado pelo Negrão à bola, vale, em unidade do S.I., aproximadamente:

- a. $8,0$
- b. 29
- c. 80
- d. 120
- e. 290

7. Um carrinho de massa igual a $1,50 \text{ kg}$ está em movimento retilíneo com velocidade de $2,0 \text{ m/s}$, quando fica submetido a uma força resultante de intensidade $4,0 \text{ N}$, na mesma direção e sentido do movimento, durante $6,0 \text{ s}$. Ao final dos $6,0 \text{ s}$, a quantidade de movimento e a velocidade do carrinho têm valores, em unidades do SI, respectivamente, iguais a:

- a. 27 e 18
- b. 24 e 18

c. 18 e 16

d. 6,0 e 16

e. 3,0 e 16

Gabarito

Impulso e quantidade movimento	
Questão 1	E
Questão 2	A
Questão 3	A
Questão 4	D
Questão 5	C
Questão 6	A
Questão 7	A