

Física

Aluno

Caderno de Atividades Pedagógicas de Aprendizagem Autorregulada - 02

1ª Série | 2º Bimestre

Disciplina	Curso	Bimestre	Série
Física	Ensino Médio	2º	1ª
Habilidades associadas			
1. Compreender o conceito de inércia;			
2. Compreender que a ação da resultante das forças altera o estado de movimento de um corpo;			
3. Compreender o princípio da ação e reação;			
4. Perceber a relação entre causa, movimento e transformação de estado e as leis que regem o movimento;			
5. Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes;			
6. Reconhecer a diferença entre massa e peso e suas unidades de medida;			
7. Perceber a relação algébrica de proporcionalidade direta com o produto das massas e inversa com o quadrado da distância da Lei da Gravitação Universal de Newton.			



SOMANDO FORÇAS

SECRETARIA
DE EDUCAÇÃO

Apresentação

A Secretaria de Estado de Educação elaborou o presente material com o intuito de estimular o envolvimento do estudante com situações concretas e contextualizadas de pesquisa, aprendizagem colaborativa e construções coletivas entre os próprios estudantes e respectivos tutores – docentes preparados para incentivar o desenvolvimento da autonomia do alunado.

A proposta de desenvolver atividades pedagógicas de aprendizagem autorregulada é mais uma estratégia para se contribuir para a formação de cidadãos do século XXI, capazes de explorar suas competências cognitivas e não cognitivas. Assim, estimula-se a busca do conhecimento de forma autônoma, por meio dos diversos recursos bibliográficos e tecnológicos, de modo a encontrar soluções para desafios da contemporaneidade, na vida pessoal e profissional.

Estas atividades pedagógicas autorreguladas propiciam aos alunos o desenvolvimento das habilidades e competências nucleares previstas no currículo mínimo, por meio de atividades roteirizadas. Nesse contexto, o tutor será visto enquanto um mediador, um auxiliar. A aprendizagem é efetivada na medida em que cada aluno autorregula sua aprendizagem.

Destarte, as atividades pedagógicas pautadas no princípio da autorregulação objetivam, também, equipar os alunos, ajudá-los a desenvolver o seu conjunto de ferramentas mentais, ajudando-o a tomar consciência dos processos e procedimentos de aprendizagem que ele pode colocar em prática.

Ao desenvolver as suas capacidades de auto-observação e autoanálise, ele passa a ter maior domínio daquilo que faz. Desse modo, partindo do que o aluno já domina, será possível contribuir para o desenvolvimento de suas potencialidades originais e, assim, dominar plenamente todas as ferramentas da autorregulação.

Por meio desse processo de aprendizagem pautada no princípio da autorregulação, contribui-se para o desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais para o aprender-a-aprender, o aprender-a-conhecer, o aprender-a-fazer, o aprender-a-conviver e o aprender-a-ser.

A elaboração destas atividades foi conduzida pela Diretoria de Articulação Curricular, da Superintendência Pedagógica desta SEEDUC, em conjunto com uma equipe de professores da rede estadual. Este documento encontra-se disponível em nosso site www.conexaoprofessor.rj.gov.br, a fim de que os professores de nossa rede também possam utilizá-lo como contribuição e complementação às suas aulas.

Estamos à disposição através do e-mail curriculominimo@educacao.rj.gov.br para quaisquer esclarecimentos necessários e críticas construtivas que contribuam com a elaboração deste material.

Secretaria de Estado de Educação

Caro aluno,

Neste caderno você encontrará atividades diretamente relacionadas a algumas habilidades e competências do 2º Bimestre do Currículo Mínimo de Física da 1ª Série do Ensino Médio. Estas atividades correspondem aos estudos durante o período de um mês.

A nossa proposta é que você, Aluno, desenvolva estas Atividades de forma autônoma, com o suporte pedagógico eventual de um professor, que mediará as trocas de conhecimentos, reflexões, dúvidas e questionamentos que venham a surgir no percurso. Esta é uma ótima oportunidade para você desenvolver a disciplina e independência indispensáveis ao sucesso na vida pessoal e profissional no mundo do conhecimento do século XXI.

Neste Caderno de Atividades, vamos aprender sobre as três leis de Newton e a lei da gravitação universal. Nas primeiras aulas deste caderno, você vai estudar sobre as três leis de Newton, leis que explicam o movimento dos corpos. Na segunda parte, você estudará a lei da gravitação universal. Lei que explica o movimento dos astros celestes.

Este documento apresenta 5 (cinco) Aulas. As aulas podem ser compostas por uma **explicação base**, para que você seja capaz de compreender as principais ideias relacionadas às habilidades e competências principais do bimestre em questão, e **atividades** respectivas. Leia o texto e, em seguida, resolva as Atividades propostas. As Atividades são referentes a dois tempos de aulas. Para reforçar a aprendizagem, propõe-se, ainda, uma **pesquisa** e uma **avaliação** sobre o assunto.

Um abraço e bom trabalho!

Equipe de Elaboração

Sumário

✚ Introdução	03
✚ Aula 01: A primeira e terceira lei de Newton	05
✚ Aula 02: A segunda lei de Newton	11
✚ Aula 03: Gravitação Universal	18
✚ Avaliação	25
✚ Pesquisa:	28
✚ Referências	29

Aula 1: Primeira e terceira lei de Newton

As leis de Newton da relação entre forças e movimento em referenciais inerciais, ou seja, em referenciais que estejam em repouso ou movimento retilíneo uniforme. A primeira lei de Newton, também como princípio da inércia descreve o que ocorre com o movimento de um corpo quando ele está livre da ação de forças.



Um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme se nenhuma força for exercida sobre ele.

Esta é a definição da primeira lei de Newton, então, de acordo com o seu enunciado, se um corpo está em repouso e nenhuma força atuar sobre este corpo, ele permanecerá em repouso. Não existe muito mistério nesta parte da primeira lei, estando totalmente de acordo com o nosso senso comum.

A segunda parte da lei afirma que se o corpo estiver em movimento retilíneo uniforme ele continuará neste movimento até que uma força atue sobre ele. Isto significa que, se nenhuma força atua sobre o corpo, seu movimento não se altera. Sua velocidade não aumenta nem diminui e ele não muda sua direção, continua se movendo em linha reta.

Então, de acordo com a primeira lei de Newton, não há necessidade de uma força aplicada para que um corpo se mova, mas, por outro lado, para um corpo parar de se mover é necessário que uma força atue sobre ele. E isto é bastante contra intuitivo. Se chutarmos uma bola de futebol sabemos que depois de um tempo ela vai parar de se mover e é fácil imaginar que ela parou de se movimentar porque a “força” que a mantinha em movimento acabou, quando o que ocorre, de fato, é exatamente o contrário.

Outra maneira de entendermos a primeira lei de Newton é imaginarmos que os corpos possuem uma tendência a manterem seu movimento anterior, e nós percebemos isto todo o dia no nosso dia-a-dia, principalmente no trânsito. Vamos

analisar algumas imagens que nos ajudam a entender o princípio da inércia:

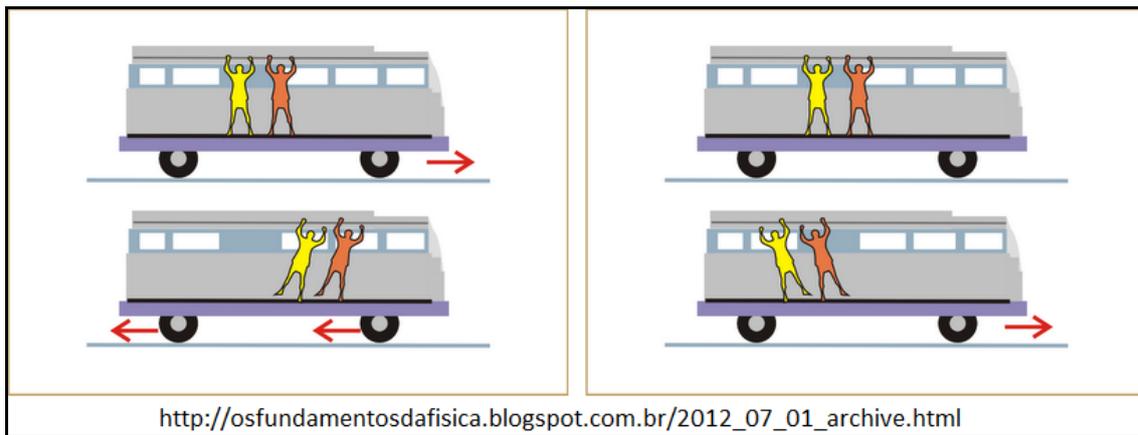


Figura 1 – Situações de inércia atuando sobre os passageiros.

Quando o ônibus freia, na figura da esquerda, os passageiros tendem, por inércia, a prosseguir com a velocidade que tinham em relação ao solo. Assim, são atirados para frente em relação ao ônibus. Quando o ônibus parte, na figura da direita, os passageiros tendem, por inércia, a permanecer em repouso em relação ao solo. Assim, são atirados para trás em relação ao ônibus. Vamos ver agora alguns exemplos sobre o princípio da inércia:

1) (PUC-RIO 2008) A primeira Lei de Newton afirma que, se a soma de todas as forças atuando sobre o corpo é zero, o mesmo...

- a) terá um movimento uniformemente variado.
- b) apresentará velocidade constante.
- c) apresentará velocidade constante em módulo, mas sua direção pode ser alterada.
- d) será desacelerado.
- e) apresentará um movimento circular uniforme.

GABARITO: O enunciado afirma que a soma das forças que atuam sobre o corpo é nulo, logo a primeira lei se aplica nesta situação, assim a única alternativa correta é a letra b.

2) (UEPA) Na parte final de seu livro *Discursos e demonstrações concernentes a duas novas ciências*, publicado em 1638, Galileu Galilei trata do movimento do projétil da

seguinte maneira: "Suponhamos um corpo qualquer, lançado ao longo de um plano horizontal, sem atrito; sabemos que esse corpo se moverá indefinidamente ao longo desse plano, com um movimento uniforme e perpétuo, se tal plano for ilimitado."

O princípio físico com o qual se pode relacionar o trecho destacado acima é:

- a) o princípio da inércia ou primeira lei de Newton.
- b) o princípio fundamental da Dinâmica ou Segunda Lei de Newton.
- c) o princípio da ação e reação ou terceira Lei de Newton.
- d) a Lei da gravitação Universal.
- e) o princípio da energia cinética.

GABARITO: O enunciado do exercício resgata uma das importantes contribuições de Galileu para o estudo do movimento, onde ele argumenta contra a concepção aristotélica de que para haver movimento deveria haver uma força atuando, assim o princípio físico relacionado ao trecho acima é o princípio da inércia, logo a alternativa correta é a letra a.

Ação e reação. A terceira lei de Newton

A terceira lei de Newton procura descrever o resultado da interação entre dois corpos. Ela estabelece que para toda a ação sempre existe uma igual reação. Isto é, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e opostas. Um excelente exemplo para visualizar e entender a terceira lei de Newton é quando aproximamos um ímã de um objeto de ferro, um prego, por exemplo.

Vamos imaginar que o prego esteja inicialmente em repouso em cima de uma mesa, pelo que vimos da primeira lei sabemos que, para este prego se mover, é necessário que uma força atue sobre ele. Se aproximarmos um ímã deste prego poderemos notar que o prego se move em direção ao ímã, logo podemos concluir que uma força está atuando no prego e que ela é direcionada ao ímã. Se fizermos o contrário, deixarmos o ímã na mesa e aproximarmos o prego, nós notaremos uma situação muito semelhante. O ímã é atraído em direção ao prego.

A força que atua sobre o prego é uma força magnética e ela se manifesta no prego pela presença do imã nas proximidades do prego. Sabemos que o prego não possui características magnéticas, um prego não atrai outro prego, então podemos concluir que a força que atua no imã é a reação da força que atua no prego. Podemos perceber com facilidade que elas atuam em corpos diferentes.

Podemos expandir então estas conclusões para várias outras situações do nosso cotidiano. Aquilo que puxa ou comprime alguma coisa é puxado ou comprimido da mesma maneira por essa coisa. Se pressionar uma pedra com um dedo, o dedo é igualmente pressionado pela pedra. Se um cavalo puxar uma pedra por meio de uma corda, o cavalo será puxado para trás igualmente em direção à pedra. Pois a corda esticada tanto puxa o cavalo para a pedra como puxa a pedra para o cavalo, tanto dificulta a progressão do cavalo como favorece a progressão da pedra.

A terceira lei de Newton está muito presente no nosso cotidiano, muitas vezes de forma que sequer imaginamos. O simples ato de caminhar pode ser explicado pela terceira lei de Newton, vamos analisar a figura a seguir:



Figura 2 – Ação e reação no simples caminhar.

<http://www.brasilecola.com/fisica/terceira-lei-newton.htm>

Ao caminharmos somos direcionados para frente graças à força que nossos pés aplicam sobre o chão, mas o que realmente nos impulsiona para frente é a reação a esta força. O nosso simples ato de andar “empurra” o chão para trás e como

consequência o chão nos empurra para frente. Vamos ver agora alguns exemplos sobre a terceira lei de Newton:

1) Um caminhão puxa um reboque acelerado sobre uma estrada horizontal. Você pode afirmar que a força que o caminhão exerce sobre o reboque é, em módulo:

- a) igual à força que o reboque exerce no caminhão.
- b) maior que a força que o reboque exerce no caminhão.
- c) igual à força que o reboque exerce sobre a estrada.
- d) igual à força que a estrada exerce sobre o reboque.
- e) igual à força que a estrada exerce sobre o caminhão.

GABARITO: Vimos que pela 3° lei de Newton, toda ação provoca uma reação de mesma intensidade e de sentidos opostos, logo a alternativa correta é a letra a.

Atividade 1



Agora aluno, vamos praticar e desenvolver seus conhecimentos!

1. (UNESP) As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:

- a) Primeira Lei de Newton;
- b) Lei de Snell;
- c) Lei de Ampère;
- d) Lei de Ohm;
- e) Primeira Lei de Kepler.

2. A respeito do conceito da inércia, assinale a frase correta:

- a) Um ponto material tende a manter sua aceleração por inércia.
- b) Uma partícula pode ter movimento circular e uniforme, por inércia.
- c) O único estado cinemático que pode ser mantido por inércia é o repouso.
- d) Não pode existir movimento perpétuo, sem a presença de uma força.
- e) A velocidade vetorial de uma partícula tende a se manter por inércia; a força é usada para alterar a velocidade e não para mantê-la.

3. (PUC) No arremesso de peso, um atleta gira o corpo rapidamente e depois o abandona. Se não houver influência da Terra e desprezarmos a resistência do ar, a trajetória do corpo após abandonado pelo esportista será:

- a) circular.
- b) reta.
- c) parabólica.
- d) espiral.
- e) curva qualquer.

Aula 2: Segunda lei de Newton

A primeira lei de Newton descreve o que ocorre com o corpo quando não há forças exercidas sobre ele, ou quando elas se anulam. A segunda lei descreve o que ocorre com o corpo quando ele está sob a ação de uma ou mais forças e nem todas elas se anulam.

A primeira lei garante que, na ausência de forças, o corpo se mantém como estava antes, podemos então concluir que a presença de uma força no corpo muda o seu movimento. Podemos, a partir deste momento, enunciar a segunda lei de Newton:

“A variação de movimento é proporcional à força aplicada; e dá-se na direção da reta segundo a qual a força está aplicada.”

Mas o que representa esta variação de movimento? Se você se lembrar do que estudou no primeiro bimestre se recordará que a grandeza velocidade expressa exatamente o movimento de um corpo, podemos então imaginar que a variação de movimento provocada pela aplicação de uma força represente uma variação na velocidade deste corpo.

Então uma força aplicada a um corpo muda o vetor velocidade, mudando assim o movimento do corpo. E sendo a velocidade uma grandeza vetorial, teremos alguns casos em que a intensidade do vetor velocidade permanece constante, mas o corpo sofrerá uma mudança na direção do seu movimento, como nos casos dos movimentos dos planetas ou até mesmo uma simples curva na rua.

Você deve se recordar do primeiro bimestre da aceleração, uma grandeza vetorial que representa justamente a variação da velocidade em um intervalo de tempo, deve então estar concluindo que existe alguma relação entre a força atuante em um corpo e a aceleração que ele adquire. E você está certo, esta relação realmente existe. Mas do que mais ela depende? Como se relaciona a força aplicada no corpo e a aceleração obtida? Vamos pensar um pouco mais no assunto.

Da nossa experiência diária de puxar e empurrar os objetos, sabemos que os

objetos “pesados” são muito mais difíceis de serem movidos do que os objetos mais leves. Desta forma podemos pensar na massa como uma medida da inércia de um corpo, quanto mais massa um corpo tem maior será sua capacidade de resistir a mudanças bruscas no seu movimento. Assim, a segunda lei de Newton pode ser descrita matematicamente pela seguinte expressão:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

A unidade de força no Sistema Internacional de Unidades é o Newton (N), em homenagem ao físico inglês Isaac Newton. A segunda lei de Newton também é conhecida como a lei fundamental da dinâmica. Conhecendo as forças que atuam sobre um corpo e a massa deste corpo podemos descrever o movimento deste corpo em todas as suas características.

A notação vetorial, que aparece na segunda lei, deixa clara que força e aceleração são grandezas vetoriais que compartilham o mesmo sentido e a mesma direção. Podemos notar, também, que a partir do enunciado da segunda lei, podemos chegar à primeira. Se não existem forças resultantes atuando sobre um corpo, a aceleração será nula, logo ele não mudará seu movimento, que é o enunciado da primeira lei de Newton em outras palavras.

Um aspecto fundamental da primeira e segunda lei de Newton é exatamente a ideia da força resultante, uma força imaginária que substituiria perfeitamente todas as outras forças que atuam sobre um corpo. Matematicamente a força resultante representa a soma vetorial das forças que atuam sobre o corpo.

Força resultante

Um dos meios para se obter o vetor resultante entre dois vetores é o método do paralelogramo. Vamos obter a soma vetorial dos dois vetores abaixo:

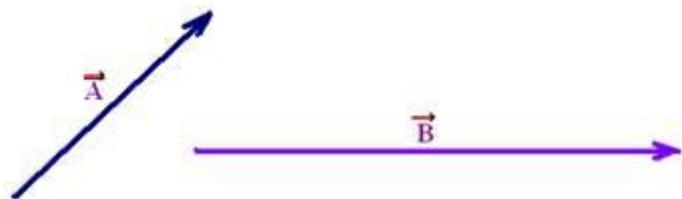


Figura 3 – Vetores A e B.

(arquivo pessoal)

O primeiro passo é juntar as origens dos dois vetores para em seguida traçar retas paralelas a partir das extremidades dos vetores, como indica a figura abaixo:



Figura 4 – Método do paralelogramo para a soma vetorial

(arquivo pessoal)

A partir daí une-se a duas extremidade e obtem-se geometricamente o vetor resultante:

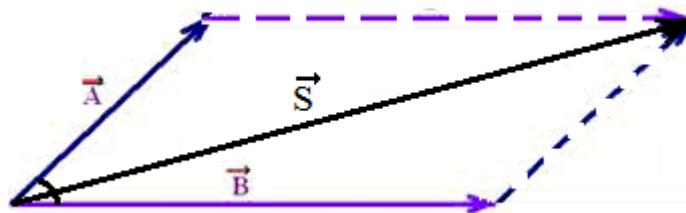


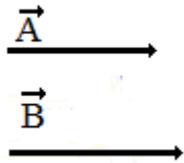
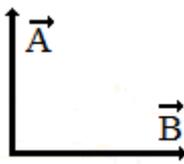
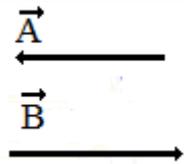
Figura 5 – Vetor S

(arquivo pessoal)

E a intensidade do vetor resultante pode ser obtido a partir da seguinte expressão:

$$S = \sqrt{A^2 + B^2 + 2A.B.\cos \alpha}$$

Que vale para qualquer que seja o ângulo α entre os vetores A e B mas que dependendo do valor deste ângulo pode ser reduzido a equações mais simples. A tabela abaixo resume estes casos:

Valor de α	Representação geométrica	Fórmula	Comentários
0°		$\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$ $S = A + B$	Os dois vetores tem mesma direção e mesmo sentido.
90°		$\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$ $S = \sqrt{A^2 + B^2}$	Os vetores são perpendiculares entre si.
180°		$\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$ $S = A - B$	Os dois vetores tem mesma direção mais sentidos opostos.

E para os casos em que a força resultante seja nula, temos o corpo em uma situação de equilíbrio. Se o corpo estiver em repouso ele está em equilíbrio estático e se ele estiver em movimento em equilíbrio dinâmico, vamos aproveitar então este momento para ver alguns exemplos da segunda lei de Newton.

Exemplos:

01) (CESESP) Um corpo de 4 kg de massa está submetido à ação de uma força resultante de 15 N. A aceleração adquirida pelo corpo na direção desta resultante é, em m/s^2 :

- a) 2,25 b) 1,35 c) 4,25 d) 0,50 e) 3,75

GABARITO: O exemplo é uma aplicação direta da segunda lei de Newton.

$$F = m \cdot a$$

$$15 = 4 \cdot a$$

$$a = \frac{15}{4} = 3,75 \text{ m/s}^2$$

GABARITO: e.

2) (AEU-DF) Um bloco de 5kg que desliza sobre um plano horizontal está sujeito às forças $F = 15\text{N}$, horizontal para a direita e $f = 5\text{N}$, força de atrito horizontal para a esquerda. A aceleração do corpo é:

- a) 2 m/s^2
- b) 3 m/s^2
- c) 5 m/s^2
- d) 7 m/s^2
- e) 10 m/s^2

GABARITO: Vamos representar a situação descrita através de uma ilustração para compreendermos melhor o que está ocorrendo.



Figura 6 – Forças opostas atuando no bloco (arquivo pessoal)

O exercício afirma que ambas as forças são horizontais, então elas tem mesma direção. Uma aponta para direita e outra para esquerda. Neste caso são forças opostas, e o ângulo entre elas é de 180° . A força resultante será a diferença entre a força maior e a força menor e a resultante terá o sentido da maior, então temos o seguinte caso:

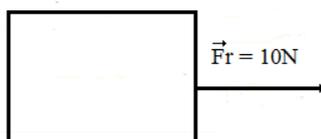


Figura 7- Resultante das forças acima. (arquivo pessoal)

Assim, a aceleração do bloco pode ser medida pela aplicação da segunda lei de

Newton:

$$F = m \cdot a$$

$$10 = 5 \cdot a$$

$$a = \frac{10}{5} = 2 \text{ m} / \text{s}^2$$

GABARITO: a

Atividade 2



Agora aluno, vamos praticar e desenvolver seus conhecimentos.

1) Uma partícula de massa igual a 10 kg é submetida a duas forças perpendiculares entre si, cujos módulos são 3,0 N e 4,0 N. Pode-se afirmar que o módulo de sua aceleração é:

a) 5,0 m/s² b) 50 m/s² c) 0,5 m/s² d) 7,0 m/s² e) 0,7 m/s²

2) A respeito de uma partícula em equilíbrio, examine as seguintes proposições:

I – Não recebe a ação de forças.

II – Descreve trajetória retilínea.

III – Pode estar em repouso.

IV – Pode ter altas velocidades.

São corretas:

a) Todas

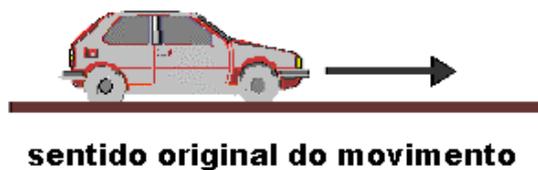
b) apenas I e II

c) apenas I e III

d) apenas II e IV

3) (PUC – 2008) Um carro está movendo-se para a direita com uma determinada velocidade, quando os freios são aplicados. Assinale a opção que dá o sentido correto para a velocidade v do carro, sua aceleração a e a força resultante F que atua no carro enquanto ele freia.

	v	a	F
a)	→	→	←
b)	→	←	←
c)	←	←	←
d)	→	←	→



Aula 3: Gravitação Universal

A **gravitação universal** é uma força fundamental da natureza. Age sobre todos os objetos que tenham massa, atraindo-os uns para os outros, embora estes efeitos somente sejam realmente perceptíveis, ou relevantes, para corpos que tenham uma massa muito grande, como os planetas, por exemplo.

De acordo com a lei da gravitação universal, matéria atrai matéria, e é este princípio que dá forma ao universo do jeito que o conhecemos. Os astros celestes aparentam formatos esféricos por causa da atuação da gravidade sobre a matéria que o constitui. É pela mesma gravidade que os planetas orbitam ao redor do Sol ao invés de vagarem a esmo pelo espaço.

Em qualquer lugar do Universo, duas partículas sempre se atraem com forças exercidas na reta que passa por elas e cujo módulo é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. Sendo M_1 e M_2 a massa de duas partículas quaisquer do universo e d a distância entre elas, a expressão matemática do módulo, F , da força de atração gravitacional entre elas, é:

$$F = \frac{G \cdot M_1 M_2}{d^2}$$

Onde G é a constante da gravitação universal e vale $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. Um valor muito pequeno, que faz exatamente que a força gravitacional seja apenas relevante para corpos cuja massa seja equivalente a um astro celeste, como uma lua, por exemplo. O exemplo a seguir ilustra exatamente isto, nele pode-se para calcular a força gravitacional de dois corpos cujas massas são pequenas.

Exemplo:

1) A força de atração gravitacional entre dois corpos sobre a superfície da Terra é muito fraca quando comparada com a ação da própria Terra, podendo ser considerada desprezível. Se um bloco de concreto de massa 8,0 kg está a 2,0 m de um

outro de massa 5,0 kg, a intensidade da força de atração gravitacional entre eles será, em Newtons, igual a:

Dado: $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

- a) $1,3 \cdot 10^{-9}$
- b) $4,2 \cdot 10^{-9}$
- c) $6,7 \cdot 10^{-10}$
- d) $7,8 \cdot 10^{-10}$
- e) $9,3 \cdot 10^{-11}$

GABARITO: O exercício envolve somente a aplicação direta da fórmula.

$$F = \frac{GM_1M_2}{d^2} = \frac{6,7 \times 10^{-11} \times 8,0 \times 5,0}{2^2}$$
$$F = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N}$$

A intensidade da força obtida é muito pequena, o valor das forças que nós exercemos no nosso cotidiano para realizar tarefas cotidianas, como empurrar um carrinho de compras, segurar uma criança no colo, chega facilmente a dezenas de Newtons, podendo inclusive chegar à casa das centenas, isto sem o uso de máquinas ou ferramentas.

Por outro lado, isto não quer dizer que a força gravitacional é irrelevante pra nós. É a força gravitacional que mantém a atmosfera do nosso planeta, assim como nos mantém na superfície do planeta, impedindo que sejamos arremessados para o espaço devido ao movimento de rotação da Terra. Essa atração que a Terra exerce sobre os corpos na sua superfície é chamada de peso, e fisicamente ela tem um significado bem distinto do que estamos habituados a usar no nosso dia a dia.

Distinção entre massa e peso

Na Ciência, massa e peso são propriedades diferentes da matéria. Massa é, de certa forma, uma medida da inércia de um corpo. Costumamos pensar em massa como a quantidade de matéria um corpo. Uma definição que faz sentido, principalmente se pensarmos em questão de átomos e moléculas, mas que não representa adequadamente o que sabemos sobre massa.

A teoria da relatividade de Einstein, que estudaremos no bimestre seguinte, estabelece que a massa de um corpo muda de acordo com a sua velocidade, entretanto, o seu número de átomos e moléculas permanece inalterado. A partir daí relacionar massa com quantidade de matéria seria equivocado. Por isso pensamos em massa em termo das leis de Newton. E o que seria peso?

Peso é uma força que representa a interação gravitacional entre a Terra e os corpos na sua superfície. O peso é sempre direcionado para o centro da Terra e é calculado a partir da seguinte expressão.

$$P = m.g$$

O g na fórmula representa a aceleração da gravidade e seu valor varia de acordo com a localidade, mas em qualquer ponto na superfície seu valor é próximo a 10 m/s^2 .

Assim, a massa é uma propriedade intrínseca do corpo, independe do local onde ele esteja. O peso é o resultado da interação entre a gravidade do local e a massa do corpo. Um astronauta terá a mesma massa aqui e na Lua, já o seu peso na Lua será porque a gravidade da Lua é menor. Vamos ver um exemplo sobre isso:

2) Um astronauta com o traje completo tem uma massa de 120 kg. Determine a sua massa e o seu peso quando for levado para a Lua, onde a gravidade é aproximadamente $1,6 \text{ m/s}^2$.

GABARITO: De acordo com o que lemos no último parágrafo, a massa do astronauta será a mesma na Terra e na Lua, assim, sua massa na Lua continuará sendo

120 kg. Como a gravidade na Lua é menor, o peso do astronauta na Lua também será menor. Para calcularmos o seu peso faremos o uso da expressão anterior.

$$P_{lua} = mg_{lua} = 120 \times 1,6 = 192 \text{ N}$$

Um aspecto relevante da força gravitacional é que ela é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Se a distância entre dois corpos for reduzida a metade, a força gravitacional não será multiplicada por dois e sim por quatro.

Exemplo:

3) Seja F a força de atração do Sol sobre um planeta. Se a massa do Sol se tornasse três vezes maior, a do planeta, cinco vezes maior, e a distância entre eles fosse reduzida à metade, a força de atração entre o Sol e o planeta passaria a ser:

- a) $3F$
- b) $15F$
- c) $7,5F$
- d) $60F$

A resolução do exercício é simples, vamos chamar de F' o novo valor da força gravitacional depois das mudanças citadas no enunciado.

$$M_{sol} = M$$

$$M'_{sol} = 3M \text{ (A massa do Sol aumentou três vezes)}$$

$$M_{planeta} = m$$

$$M'_{planeta} = 5m \text{ (A massa do planeta aumentou cinco vezes)}$$

$$d = r$$

$$d' = r/2 \text{ (A distância do Sol ao planeta foi reduzida a metade)}$$

$$G = G' \text{ (a constante gravitacional permanece igual)}$$

A partir destes dados calcula-se a força gravitacional para as duas situações, onde F é a força original e F' é o valor da força com alterações propostas, depois são comparados os dois resultados.

$$F = \frac{GM_{sol} M_{planeta}}{d^2} = \frac{G.M.m}{r^2}$$

$$F' = \frac{G'M'_{sol} M'_{planeta}}{d'^2} = \frac{G.3M.5m}{\frac{r^2}{4}} = \frac{60 G.M.m}{r^2} = 60 F$$

Atividade 3



Agora aluno, vamos praticar e desenvolver seus conhecimentos.

1) (CESGRANRIO) A força da atração gravitacional entre dois corpos celestes é proporcional ao inverso do quadrado da distância entre os dois corpos. Assim é que, quando a distância entre um cometa e o Sol diminui da metade, a força de atração exercida pelo Sol sobre o cometa:

- a) diminui da metade;
- b) é multiplicada por 2;
- c) é dividida por 4;
- d) é multiplicada por 4;
- e) permanece constante.

2-(UFMG-2008) Três satélites – I, II e III – movem-se em órbitas circulares ao redor da Terra.

O satélite I tem massa m e os satélites II e III têm, cada um, massa $2m$.

Os satélites I e II estão em uma mesma órbita de raio r e o raio da órbita do satélite III é $r/2$.

Sejam F_I , F_{II} e F_{III} módulos das forças gravitacionais da Terra sobre, respectivamente, os satélites I, II e III.

Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que:



- a) $F_I = F_{II} < F_{III}$.
- b) $F_I = F_{II} > F_{III}$.
- c) $F_I < F_{II} < F_{III}$.
- d) $F_I < F_{II} = F_{III}$.
- e) $F_I = F_{II} = F_{III}$.

3) Em novembro de 1609 Galileu Galilei realizou uma observação astronômica que ajudaria a consolidação do modelo copernicano. Ele observou quatro pontos brilhantes que mudavam de posição em relação à Júpiter a cada noite. Inicialmente ele pensou que fossem estrelas mas depois percebeu que eram luas orbitando Júpiter da mesma forma como a Lua orbita a Terra. A respeito do planeta Júpiter e de seus satélites foram feitas as seguintes afirmações:

- I. Sobre esses corpos celestes, de grandes, de grandes massas, predominam as forças gravitacionais.
- II. É a força de Júpiter nos satélites que os mantém em órbita em torno do planeta.
- III. A força que Júpiter exerce em cada satélite depende somente da massa de Júpiter e da distância entre Júpiter e os satélites.

Deve-se concluir que somente:

- a) I é correta.
- b) II é correta.
- c) III é correta
- d) I e II são corretas.
- e) II e III são corretas.

Avaliação

1) (PUC-RJ) – Você é passageiro num carro e, imprudentemente, não está usando o cinto de segurança. Sem variar o módulo da velocidade, o carro faz uma curva fechada para a esquerda e você se choca contra a porta do lado direito do carro.

Considere as seguintes análises da situação:

I) Antes e depois da colisão com a porta, há uma força para a direita empurrando você contra a porta.

II) Por causa da lei de inércia, você tem a tendência de continuar em linha reta, de modo que a porta, que está fazendo uma curva para a esquerda, exerce uma força sobre você para a esquerda, no momento da colisão.

III) Por causa da curva, sua tendência é cair para a esquerda.

Assinale a resposta correta:

- a) Nenhuma das análises é verdadeira.
- b) As análises II e III são verdadeiras.
- c) Somente a análise I é verdadeira.
- d) Somente a análise II é verdadeira.
- e) Somente a análise III é verdadeira.

2) (UPE) - A mecânica clássica, também conhecida como mecânica newtoniana, fundamenta-se em princípios que podem ser sintetizados em um conjunto de três afirmações conhecidas como as leis de Newton do movimento. São feitas abaixo cinco afirmações sobre o movimento, a partir das três leis de Newton classifique cada uma destas afirmações como verdadeira ou falsa.

() Se o motor de uma espaçonave que se move no espaço sideral suficientemente afastada de qualquer influência gravitacional deixar de funcionar, a espaçonave diminui sua velocidade e fica em repouso.

() As forças de ação e reação agem em corpos diferentes.

() Massa é a propriedade de um corpo que determina a sua resistência a uma mudança de movimento.

() Se um corpo está se dirigindo para o norte, podemos concluir que podem existir várias forças sobre o objeto, mas a maior deve estar direcionada para o norte.

() Se a resultante das forças que atuam sobre um corpo é nula, pode-se concluir que este se encontra em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

3 - (PUC-RJ) Uma locomotiva puxa uma série de vagões, a partir do repouso. Qual é a análise correta da situação?

a) A locomotiva pode mover o trem somente se for mais pesada do que os vagões.

b) A força que a locomotiva exerce nos vagões é tão intensa quanto a que os vagões exercem na locomotiva; no entanto, a força de atrito na locomotiva é grande e é para frente, enquanto que a que ocorre nos vagões é pequena e para trás.

c) O trem se move porque a locomotiva dá um rápido puxão nos vagões, e, momentaneamente, esta força é maior do que a que os vagões exercem na locomotiva.

d) O trem se move para frente porque a locomotiva puxa os vagões para frente com uma força maior do que a força com a qual os vagões puxam a locomotiva para trás.

e) Porque a ação é sempre igual à reação, a locomotiva não consegue puxar os vagões.

4) No sistema solar, o planeta Saturno tem massa cerca de 100 vezes maior do que a da Terra e descreve uma órbita, em torno do Sol, a uma distância média 10 vezes maior do que a distância média da Terra ao Sol (valores aproximados). A razão F_S/F_T entre a intensidade da força gravitacional com que o Sol atrai Saturno e a intensidade da força gravitacional com que o Sol atrai a Terra, é de, aproximadamente:

a) 1.000

b) 10

c) 1

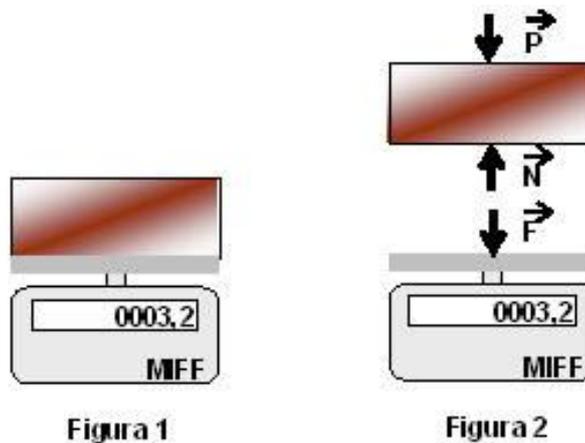
d) 0,1

e) 0,001

5) Dos corpos destacados, o que está em equilíbrio é:

- a) a Lua movimentando-se em torno da Terra.
- b) uma pedra caindo livremente.
- c) um avião que voa em linha reta com velocidade constante.
- d) um carro descendo uma rua íngreme sem atrito.
- e) uma pedra no ponto mais alto, quando lançada verticalmente para cima.

6) (CESGRANRIO-RJ) Um corpo se encontra em equilíbrio sobre um prato de uma balança, em repouso, no laboratório (figura 1).



http://www.cefetsp.br/edu/okamura/3_lei_newton_exercicios_fixacao.htm

Na figura 2 estão representada as forças que atuam sobre o corpo (\vec{P} e \vec{N}), bem como a força exercida pelo corpo sobre o prato da balança. Podemos afirmar que.

As condições de equilíbrio implicam:

A terceira lei de Newton implica:

- | | | |
|----|---------|---------|
| a) | $F = N$ | $N = P$ |
| b) | $P = N$ | $N = F$ |
| c) | $P = N$ | $P = F$ |
| d) | $P = F$ | $P = N$ |
| e) | $P = F$ | $F = N$ |

Pesquisa

Caro aluno, você estudou nestas três aulas sobre as três leis de Newton e sobre a gravitação universal, deve ter percebido que elas buscam explicar essencialmente o movimento dos corpos, porém não foi citado nas aulas várias situações especiais relativas ao movimento, como por exemplo, o movimento na água, ou a resistência ao movimento, como o atrito ou a resistência do ar.

Será que as leis de Newton também se aplicam a estes casos? A resposta é sim. Para estes casos costumam ser identificados algumas forças que possuem algumas características especiais, geralmente sendo calculadas por fórmulas específicas. E na grande maioria dos casos, estas forças obedecem as três leis de Newton.

A força peso é um exemplo, o atrito é outro. Existem vários outros exemplos e o tema desta tarefa é exatamente pesquisar sobre estas outras forças. Cite pelo menos quatro tipos de forças diferentes, descrevendo em que situações onde elas se aplicam e as fórmulas que as descrevem.

Referências

- [1] GASPAR, A. Compreendendo a Física. Volume 1. São Paulo: Ática, 2012.

Equipe de Elaboração

COORDENADORES DO PROJETO

Diretoria de Articulação Curricular

Adriana Tavares Maurício Lessa

Coordenação de Áreas do Conhecimento

Bianca Neuberger Leda
Raquel Costa da Silva Nascimento
Fabiano Farias de Souza
Peterson Soares da Silva
Ivete Silva de Oliveira
Marília Silva

PROFESSORES ELABORADORES

Rafael de Oliveira Pessoa de Araujo
Ricardo de Oliveira Freitas
Saionara Moreira Alves das Chagas