

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CARIACICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Ciências

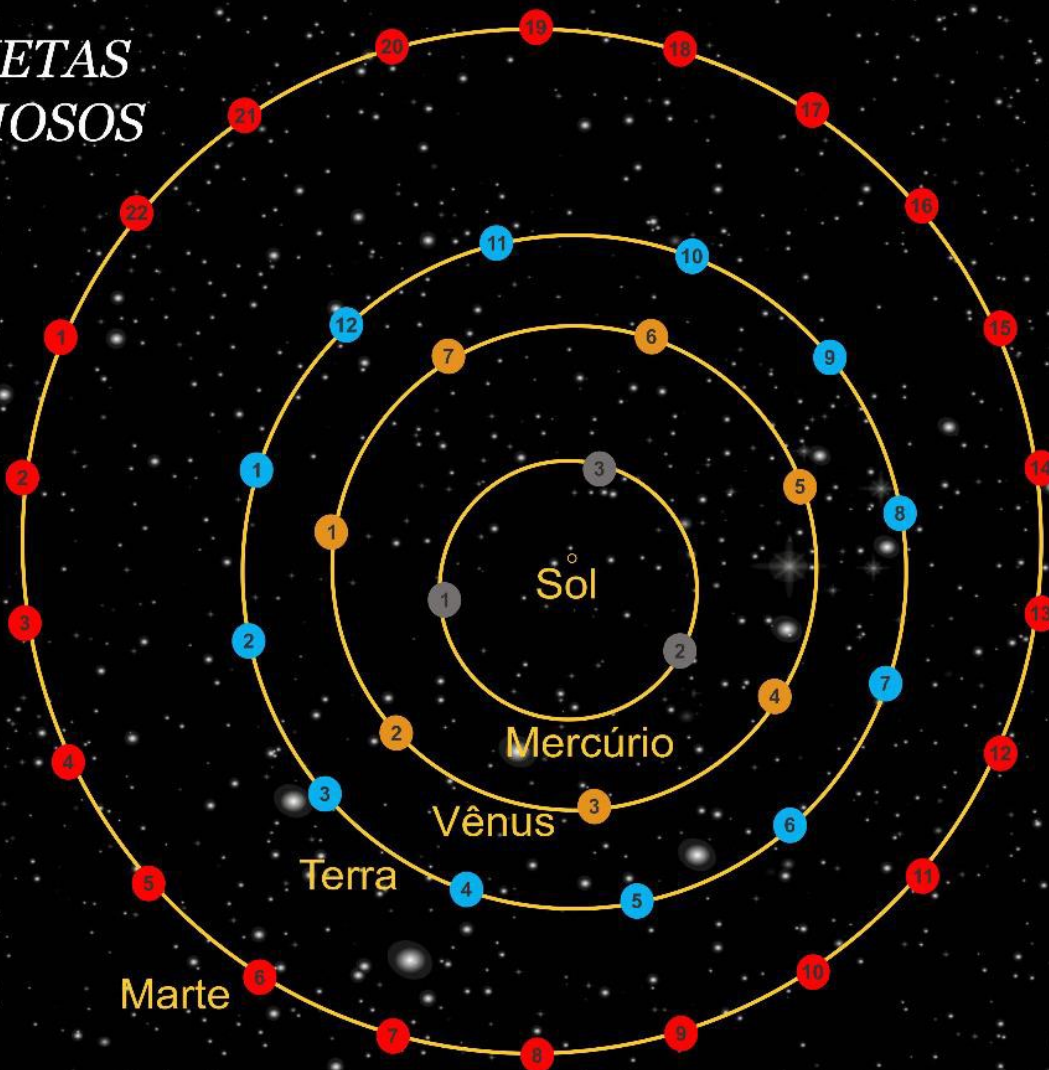
9^o ANO

ENSINO FUNDAMENTAL

Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Ciências

MECÂNICA E ASTRONOMIA

*PLANETAS
ROCHOSOS*



MANUAL DO PROFESSOR

Ao professor,

Prezado, neste material de apoio você encontrará sugestões e orientações completas para as atividades propostas, desde a elaboração até a aplicação, pensadas e desenvolvidas para ensinar Mecânica, de forma contextualizada através da inserção de tópicos de Astronomia, para abordar o conteúdo de Física na disciplina de Ciências do nono ano do ensino fundamental.

O intuito foi de despertar a motivação e o engajamento dos alunos e, para tal, a proposta foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980) e na adoção do Ensino Híbrido como metodologia de construção e aplicação deste material. Este material educacional foi elaborado como produto final do trabalho de pesquisa de Alice Viviane Leles no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), orientado pelo professor Dr. Luiz Otavio Buffon e Me. Robson Leone Evangelista.

Para um melhor aproveitamento do material, por parte dos alunos, é de fundamental importância que o professor assume o papel de mediador diante das atividades, atuando como um elo entre o conhecimento e os alunos, estimulando essa interação e ajudando nas dificuldades, mas sem fornecer respostas diretas prontas ao aluno. Desta forma, espera-se que o aluno motivado desenvolva engajamento e autonomia na direção de uma aprendizagem mais ativa.

A proposta foi dividida em duas partes: Módulo 1 – Capítulos 1 ao 5 e Módulo 2 - Capítulos 6 ao 10. Todo material pode ser adaptado de acordo com a realidade da turma, e não há necessidade que seja utilizado de forma idêntica como se encontra na proposta. Espera-se que esse material possa contribuir para uma melhoria na aprendizagem na comunidade escolar.

Bom trabalho!

Sumário

OBJETIVOS	4
MÓDULO 1	5
__CAPÍTULO 1 – Repouso, Movimento e Referencial	6
__CAPÍTULO 2 – Sistema Solar	14
__CAPÍTULO 3 – Velocidade e Aceleração	23
__CAPÍTULO 4 – Leis de Newton e Queda Livre	31
__CAPÍTULO 5 – Os Movimentos da Terra	44
MÓDULO 2	49
__CAPÍTULO 6 – Aplicações das Leis de Newton – Parte 1	50
__CAPÍTULO 7 - Atrito, Simuladores e Sondas Espaciais	57
__CAPÍTULO 8 - Aplicações das Leis de Newton – Parte 2	75
__CAPÍTULO 9 - Marés, Simuladores e Foguetes	89
__CAPÍTULO 10 - Aplicações das Leis de Newton – Parte 3	102
REFERÊNCIAS	108
ANEXO A - O método de Instrução pelos Colegas (IpC)	109
ANEXO B – Estação por Rotação de Trabalho - RET	113

OBJETIVOS

O objetivo principal deste material didático é ensinar Ciências, mais especificamente a parte da Física denominada de Mecânica, despertando o interesse dos alunos, de forma que o aprendizado seja prazeroso e potencialmente significativo. Espera-se que o uso da Astronomia, juntamente com a metodologia do Ensino Híbrido, além de uma diversidade de atividades envolvendo simuladores, experimentos e jogos consiga atingir este objetivo.

Nesse sentido foi implementada a metodologia de Ensino Híbrido da Rotação por Estação de Trabalho (RET), para dinamizar as aulas, e de metodologia ativa, com uso do método *Peer Instruction* ou Instrução Pelos Colegas (IPC), para permitir a participação dos alunos.

Os objetivos de ensino da proposta são:

- Identificar na Astronomia conteúdos de Mecânica tais como: referenciais, movimento, repouso, velocidade, aceleração e força;
- Compreender o conceito de força e as Três Leis de Newton e relacioná-las com fenômenos da Astronomia;
- Compreender a Lei da Gravitação Universal de Newton e os movimentos do Sol, da Terra, da Lua e dos planetas do Sistema Solar;
- Reconhecer os movimentos da Terra, rotação e translação, e compreender as suas consequências, tais como as estações do ano e o dia e a noite.

MÓDULO 1

CAPÍTULO 1

REPOUSO, MOVIMENTO E REFERENCIAL

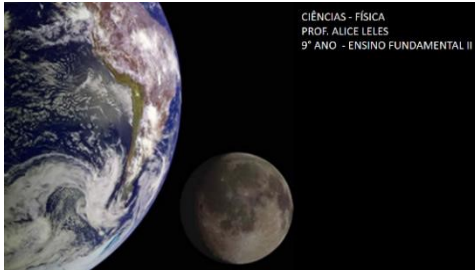


MARS.NASA

CAPÍTULO 1 – Repouso, Movimento e Referencial

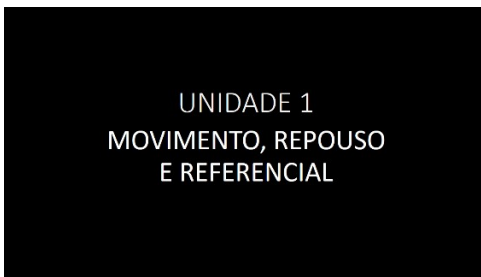
Esse encontro tem o intuito de apresentar aos alunos os conceitos de repouso, movimento e referencial, através de uma apresentação de slides juntamente com discussões de questões conceituais. O professor deve buscar dialogar com os alunos incentivando-os a serem mais ativos nas aulas.

- **Slide 1**



O professor deve iniciar o assunto que será abordado mencionando que no Universo temos muitos movimentos.

- **Slide 2**



Ao continuar o professor deve enfatizar que os estados de repouso ou de movimento só podem ser definidos em relação ao referencial adotado.

- **Slide 3**



Com a figura o professor deve dialogar com o aluno com a seguinte situação:

Então, como identificar se um corpo está em movimento?

O professor deve propor agora a seguinte situação usando o slide 3:

Um ônibus está se deslocando, com passageiros sentados e imóveis em seus lugares. E do lado de fora uma pessoa sentada na beira da estrada observa o ônibus.

Sugestões de perguntas aos alunos:

a) *O ônibus está em movimento ou em repouso em relação ao homem sentado ao lado da estrada? **Movimento.***

- b) Os passageiros do ônibus estão em movimento ou em repouso em relação ao motorista do ônibus? *Repouso.*
- c) Os passageiros, sentados no ônibus, estão em movimento ou em repouso em relação ao homem sentado ao lado da estrada? *Movimento.*
- d) O homem, sentado ao lado da estrada, está em movimento ou em repouso em relação ao ônibus? *Movimento.*
- e) Uma passageira, sentada no ônibus, está em movimento ou em repouso, em relação a outro passageiro sentado na sua frente? *Repouso.*
- f) O homem, sentado ao lado da estrada, está em movimento ou em repouso em relação ao motorista do ônibus? *Movimento.*

O estado de movimento ou de repouso de um corpo é relativo e depende do referencial escolhido. Seguem duas situações a serem apresentadas aos alunos para responderem e dialogarem.

- A Terra está em movimento ou em repouso em relação ao Sol? *Movimento.*
- O Sol está em movimento ou em repouso em relação à Terra? *Movimento.*

• **Slide 4**



O professor segue a aula com a pergunta e mostrando as imagens do slide 4:

Quando um objeto está em movimento?

Um ponto material está em movimento, quando sua a posição em relação a um determinado o

referencial se altera durante um intervalo de tempo.

Para objetos extensos (com dimensões não desprezíveis) é necessário diferenciar os seguintes tipos de movimentos:

Translação: quando todas as partes de um corpo se deslocam com a mesma trajetória. É possível descrever o movimento usando apenas o deslocamento de uma partícula do corpo como se fosse um ponto material.

Rotação: quando o corpo gira em torno de um eixo imóvel dentro dele.

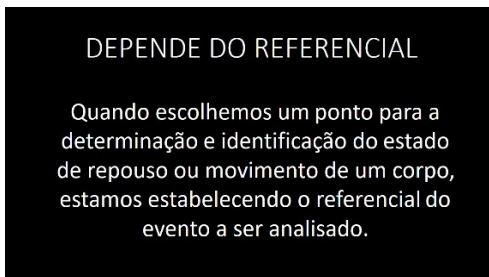
Translação e Rotação combinados: quando eles ocorrem simultaneamente.

• Slide 5



Um corpo está em repouso quando todas as posições de suas partes constituintes não se alteram em relação a um determinado referencial num intervalo de tempo.

• Slide 6



O estado de movimento ou de repouso de um corpo é relativo e depende do referencial adotado.

• Slide 7

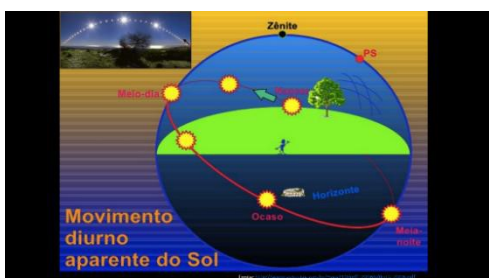


O professor deve retomar as seguintes situações:

A Terra está em movimento ou em repouso em relação ao Sol?

O Sol está em movimento ou em repouso em relação à Terra?

• Slide 8



Como consequência da rotação da Terra em torno do seu eixo, para um observador em repouso na superfície da Terra, todos os astros do Universo parecem girar em torno da Terra.

Assim o Sol, a Lua, as estrelas e os planetas possuem um movimento de rotação aparente de 1 dia, numa órbita circular em torno da Terra. Em relação a um referencial no centro de massa do Sol não existem esse movimento diário das estrelas e dos planetas observado da Terra.

- Slide 9



O professor deve explorar as figuras que apresentam imagens do pôr do Sol em diferentes épocas do ano. Para um observador situado na superfície da Terra e no hemisfério sul, o ponto do horizonte oeste onde o Sol se põe se desloca em direção ao Sul de junho a dezembro, e em direção ao norte de dezembro a junho. Isso é consequência do fato do eixo de rotação da Terra não ser exatamente perpendicular ao plano de sua órbita ao redor do Sol. Os pontos do horizonte do lugar em que o Sol nasce no oriente e se põe no ocidente variam ao longo do ano, assim como a sua máxima elevação acima do horizonte durante o dia. Um observador na Terra não percebe seus movimentos de rotação em torno do eixo e de translação ao redor do Sol. Ele vê o Sol girando ao redor da Terra em 1 dia e se deslocando ao longo do ano num movimento oscilatório entre as projeções dos Trópicos de Capricórnio e de Câncer na esfera celeste, atravessando o equador celeste nesse caminho duas vezes por ano. Esse movimento oscilatório aparente é o resultado da combinação entre a inclinação da Terra e seu movimento de translação, resultando nas 4 estações do ano. Durante cada estação, o ângulo da altura do Sol com o horizonte muda por $23,5^\circ$.

- Slide 10



O professor deverá utilizar a tirinha do slide 10 para explorar repouso e movimento. Rotação é o movimento através do qual a Terra gira em torno de seu eixo imaginário que passa pelos polos norte e sul geográfico. O período da Terra no seu movimento de rotação é de aproximadamente de 1 dia (23 h e 56 minutos).

• Slide 11

O professor deve apresentar a Questão 1 e aplicar aos alunos usando a metodologia do *Peer Instructions*, conforme o anexo A.

• Slide 12



<https://www.youtube.com/watch?v=P4boyXQuUlw>.

Sondas espaciais são naves não tripuladas utilizadas para a exploração remota de outros planetas, satélites, asteroides ou cometas. Normalmente as sondas têm recursos de telemetria, que permitem estudar à distância as características físico-químicas, registrar fotos do local. São

naves que carregam equipamentos de laboratório e câmeras. A figura do slide 12 mostra uma sonda espacial enviada para Marte em 04/12/1996.

• Slide 13

O vídeo apresenta a missão Sonda *Curiosity* em Marte, *Mars Science Laboratory – Curiosity*.

• Slide 14



Curiosity é um astromóvel do tamanho aproximado de um carro médio destinado a explorar a superfície de Marte como parte da missão *Mars Science Laboratory (MSL)*. Conforme estabelecido pelo Programa de

Exploração de Marte, os principais objetivos científicos da missão MSL são ajudar a determinar se Marte poderia ter apoiado a vida, bem como avaliar o papel da água e estudar o clima e a geologia de Marte. A missão contendo o rover *Curiosity* teve

início com o lançamento, efetuado em 26 de novembro de 2011 a partir da Estação da Força Aérea de Cabo Canaveral, tendo pousado com sucesso em Marte, mais precisamente em *Aeolis Palus* na cratera Gale em 6 de agosto de 2012. Dados: Velocidade máxima: 90 m/h; massa: 899 kg; altura: 2,2 m; largura: 2,7 m; comprimento: 3.0 m.

• **Slide 15**



Na foto da sonda *Curiosity* da NASA, o rover estava posicionado em uma região de Marte ao lado do monte Sharp, numa "unidade argilosa", dentro da Cratera Gale. Nesta região, há bilhões de anos, haviam riachos e lagos dentro da cratera, com a água alterando o sedimento

depositado nos lagos, o que deixou minerais de argila na região. E é justamente isso que vem sendo estudado pelo rover da NASA, que está analisando mais amostras. A foto mostra uma imagem panorâmica de 360 graus da região que ele explora.

• **Slide 16**

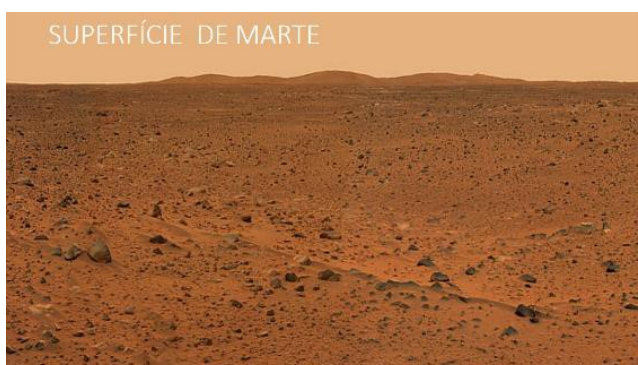
CURIOSITY

- Rover da NASA que explora Marte
- 6 anos em Marte, imagem 360 °
- Gerador de energia própria
- Descoberta de lago, desertos e moléculas
- Equipamento avançado com câmeras embutidas
- Objetivo: preparação para a exploração humana em Marte
- Peso: aprox. 1 tonelada
- comprimento: 3m; largura: 2,7 m; altura 2,2 m; peso: 900kg
- Percurso diário: 200 m
- Ano marciano 2 x maior que da Terra
- Temperatura média de - 63°C e gravidade 62,5% menor que o da Terra
- Encontrou argila
- DESCOBERTA DE MOLÉCULAS ORGÂNICAS EM MARTE



Marte é um planeta rochoso com uma atmosfera fina, com características de superfície que lembram tanto as crateras de impacto da Lua, quanto vulcões, vales, desertos e calotas polares da Terra.

• **Slide 17**



Marte é o quarto planeta partindo do Sol e é normalmente referido como o Planeta Vermelho. As rochas, o solo e o céu têm uma tonalidade vermelha ou rosa.

• Slide 18



O slide 20 mostra o movimento de rotação do planeta Marte que se assemelha com o da Terra, com duração de 24 horas e 37 minutos, enquanto que o movimento de translação do planeta é de 687 dias.

• Slide 19

CARACTERÍSTICAS DE MARTE	
• Movimento de	Rotação: 24h 37 min Translação: 687 dias 1 ano e 11 meses
• Diâmetro: 6.794 km	
• 4º planeta - Planeta Vermelho: óxido de ferro predominante na superfície	
• A temperatura média registrada em Marte é -63° C com uma temperatura máxima de 20° C e mínima de -140° C .	
• Composição da atmosfera	
	Dióxido de Carbono (CO ₂): 95.32%
	Argônio (Ar): 1.6%
	Oxigênio (O ₂): 0.13%
	Água (H ₂ O): 0.03%
	Neônio (Ne): 0.00025 %

A atmosfera de Marte é bastante diferente da atmosfera da Terra. É composta principalmente por dióxido de carbono com pequenas porções de outros gases.

• Slide 20

O professor deve apresentar a Questão 2 e aplicar aos alunos a metodologia do Peer Instructions, conforme o anexo A.

AGORA VAMOS PENSAR?

A sonda Curiosity lançada pela NASA em 2011, pousou com sucesso em 06/08/2012 e deu início às missões no Planeta Vermelho, MARTE, que continua com suas atividades com a missão de descobrir se no Monte Sharp há evidências de lagoas rasas e salgadas através de rochas com sais minerais. O robô é um rover, ou seja, um veículo de exploração espacial. Levando em conta a atual situação da sonda Curiosity e responda.


Marque a afirmativa correta:

A – A sonda Curiosity está em movimento em relação Marte e em movimento em relação a Terra.

B – A sonda Curiosity está em repouso em relação a Marte e em relação a Terra.

C – A Terra está em repouso em relação a sonda Curiosity.

D – A sonda Curiosity está em repouso em relação a qualquer planeta.



CAPÍTULO 2

ROTAÇÃO POR ESTAÇÃO 1

SISTEMA SOLAR



CAPÍTULO 2 – Sistema Solar

O Sistema Solar será o tema central desse encontro que será aplicado dentro da metodologia do Ensino Híbrido através de uma Rotação por Estação de Trabalho – RET. Os alunos deverão ser divididos em pequenos grupos, criando um circuito no ambiente, no qual eles irão se alternar nas atividades com mediação do professor. Nesse modelo, são valorizados os momentos colaborativos e individuais. Após o tempo determinado de 20 minutos para cada estação, o professor deve informar aos alunos para se revezarem nas estações de acordo com o planejamento, até passarem por todas as 3 estações. Mais detalhes do método estão no anexo B.

A sala deverá estar preparada previamente, com todo o aparato testado e validado. A proposta será aplicada no tempo de 100 minutos de aula, e no início o professor deverá explicar a metodologia da aula sobre o Sistema Solar de cada estação. Cada grupo terá uma atividade diferente para contemplar os diferentes estilos de aprendizagem. Cada estação será composta de mesas e cadeiras, sendo que a estação 3 deverá ter computadores para a atividade *online*. As tarefas envolvem três estações:

- Estação 1: Modelos de Universo
- Estação 2: Jogo dos Planetas Rochosos
- Estação 3: Viajando pelo Sistema Solar

Como sugestão, a atividade deve ser realizada no Laboratório de Informática ou em ambiente no qual o aluno tenha acesso à internet pelo *tablet* móveis ou *smathphone*, para evitar a impressão do material. Seguem detalhadamente os roteiros das estações:

2.1 - Estação 1: Modelos de Universo

O texto do diálogo abaixo deverá ser entregue aos alunos para leitura e interpretação para responder às questões propostas.

Texto 1 - CONVERSANDO SOBRE OS MODELOS DE UNIVERSO

Miguel não foi à aula e estava sentado na porta de sua casa, e então chegou Gabriel da escola e perguntou:

- E aí Miguel, beleza?
- Tudo certo, cara e aí? – disse Miguel.
- Poxa, cara. Você não foi à aula. Tá vacilando, hein. Fica esperto. – disse Gabriel.
- Ah, hoje não deu para ir. O que eu perdi hoje na aula? – disse Miguel.
- Nossa! A aula de Ciências hoje foi bem legal, cara. Você perdeu, viu. A professora falou de um assunto que nunca tinha pensado, Teorias de Universo! – disse Gabriel.
- Você sabia que existiam modelos de Universo diferentes dos que conhecemos hoje? – disse Gabriel.
- É mesmo? Achei que era só esse com o Sol no centro. – disse Miguel.
- Ah, bora contar o que você viu hoje na escola. – disse Miguel.
- Bom, a professora até passou para gente um texto falando desses modelos – disse Gabriel.
- É esse texto aqui que fala assim, escuta só, Miguel:
“Na idade antiga, acreditava-se que o planeta Terra era o centro do Universo, e os outros planetas giravam em torno dele.”
- Aí, a professora disse que:
“Cláudio Ptolomeu foi um astrônomo grego que viveu em Alexandria entre os anos de 90 a 168 depois de Cristo. Ele propôs um Modelo Geocêntrico que situava a Terra no centro do Universo e girando em torno dela estavam a Lua, Mercúrio, Vênus, o Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Existia ainda uma camada esférica de estrelas fixas englobando todos esses astros. Esse Modelo Geocêntrico já era conhecido por muitos astrônomos gregos anteriores e o que Ptolomeu fez foi aprimorar e organizar o modelo.”
- Miguel, esse era o Modelo Geocêntrico, a Terra no centro do Universo. E olhando daqui da Terra não parece tão absurdo que eles pensassem assim, pois tudo gira mesmo ao redor dela que para nós está parada. E na época não existia instrumentos de observação, como telescópios e lunetas. – disse Gabriel.
- Contudo, mesmo assim, alguns gregos pensavam que o Sol era centro do Universo e defendiam o Modelo Heliocêntrico, como por exemplo, o astrônomo e matemático Aristarco de Samos, que viveu no séc. III a.c. Ele acreditava que o Sol era muito maior que a Lua e a Terra e por isso deveria ser o centro do mundo. Mas acabou prevalecendo a opinião da maioria, que acreditava ser a Terra o centro de tudo, pois os fenômenos astronômicos podiam ser previstos com uma boa precisão através do modelo Geocêntrico – disse Gabriel.
- Agora entendi, para a maioria dos antigos a Terra era o centro do Universo – disse Miguel.
- E o outro modelo? – disse Miguel.
- Foi somente em 1543 que o Modelo Heliocêntrico foi retomado, quando Nicolau Copérnico defendeu que o Sol passaria a ocupar o centro do Sistema Solar e a Terra era apenas mais um dos planetas que giravam em torno do Sol em órbitas circulares. – disse Gabriel.
- “Órbitas”, como é isso, não entendi? – disse Miguel.
- Bom Miguel, órbita é a trajetória que um corpo percorre ao redor de outro.
- A professora disse que o Copérnico levantou muita polêmica, pois em seu modelo a Terra deixou de ter uma posição de astro principal e central. E outra, a Igreja ficou perplexa com essa teoria. Segundo os teólogos da Igreja, a Terra era esférica e deveria ser o centro do Universo e estaria imóvel. Galileu Galilei, um

tempo depois, quase foi queimado na fogueira por defender Copérnico. – disse Gabriel.

- As ideias de Copérnico foram sendo aceitas aos poucos, mas o seu Modelo Heliocêntrico de órbitas circulares também tinha algumas falhas em prever as posições de alguns planetas. Um dos astrônomos que realizou medidas precisas na época foi Tycho Brahe (1546-1601). Ele era um ótimo construtor de instrumentos e a olho nu realizou incríveis medidas, que permitiram à Johannes Kepler (1571-1630) propor alterações no modelo heliocêntrico, permitindo que os astrônomos pudessem determinar o movimento dos planetas com maior precisão. Ele chegou à conclusão que os planetas descrevem órbitas elípticas e não circulares ao redor do Sol. – disse Gabriel.

- Dizem que esse Kepler pegou os dados de Tycho Brahe, depois de sua morte. – disse Gabriel.

- É mesmo? Esses cientistas, hein. Mas o que a professora disse sobre ele? – perguntou Miguel.

- Ela disse que:

“Para Kepler, às órbitas circulares deveriam ser substituídas por órbitas elípticas. Isso tornava o modelo mais preciso e as previsões estavam mais de acordo com as observações das posições dos planetas. O grande feito de Kepler foi formular três famosas leis usadas até hoje para descrever o movimento dos planetas. Assim, Tycho Brahe foi um grande astrônomo observacional e Kepler um grande astrônomo teórico e matemático”.

- Depois a professora, mostrou para gente essas figuras para comparar os modelos. Olha que legal Miguel as figuras que a professora mostrou na aula – disse Gabriel.

Então Gabriel mostra as figuras 1 e 2 abaixo, entusiasmado para Miguel.

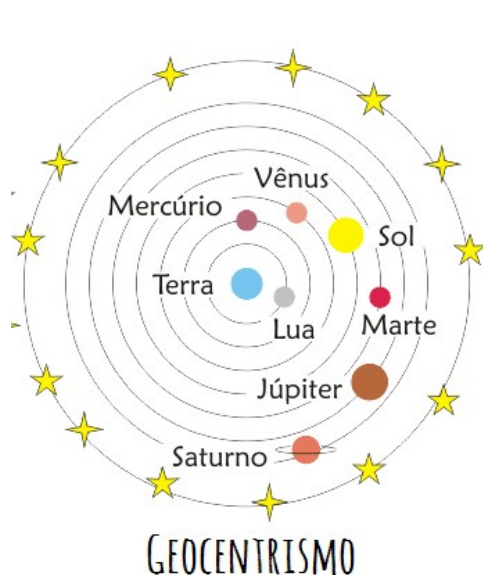


Figura 1: Modelo Geocêntrico.

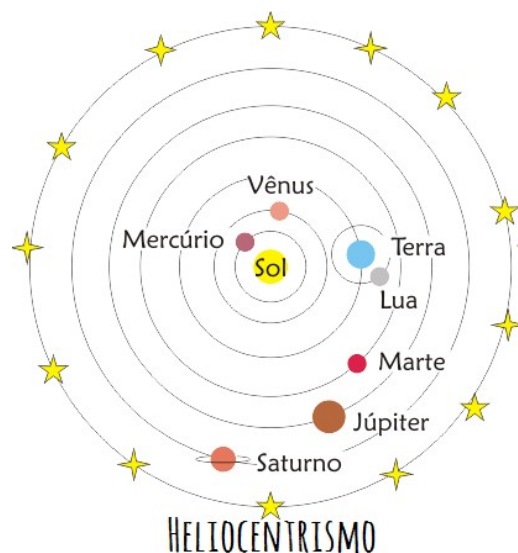


Figura 2: Modelo Heliocêntrico.

- É Miguel, você perdeu a aula de hoje. Ainda bem que sou seu amigo e dei até uma aula para você, mas não acostuma não, hein. E semana que vem vê se não falta, pois não vou te explicar de novo não. Se faltar vai perder. – disse Gabriel.

- É ruim, hein! Não vou perder, adoro esses assuntos sobre o Universo. Valeu por ter me explicado e agora sei que tinha um Modelo Geocêntrico com a Terra no centro. Hoje sabemos que o Sol não é o centro do Universo. O astro é somente uma estrela anã e que integra a Via Láctea, uma entre milhões de galáxias existente. O Universo está em contínua expansão - disse Miguel.

Caro, aluno! Agora responda as perguntas de acordo com o texto anterior.

- 1) Qual é a ideia principal do Modelo Geocêntrico?
- 2) Qual é a ideia principal do Modelo Heliocêntrico?
- 3) Em que os astrônomos, Tycho Brahe e Johannes Kepler, contribuíram para o aperfeiçoamento dos modelos de Universo?
- 4) Porque os astrônomos antigos e mesmo os da idade Moderna até Kepler consideravam as estrelas como fixas, e que suas posições relativas entre si pareciam não variar com o passar do tempo, umas em relação às outras, no céu noturno? Você acredita que elas são realmente fixas, conforme mostrado nas figuras 1 e 2? Explique a resposta.

2.2 - Estação 2: O Jogo dos Planetas Rochosos

A figura 3 representa o Jogo dos Planetas Rochosos, em que o aluno deve seguir as orientações e utilizar o jogo com as peças para responder às questões.

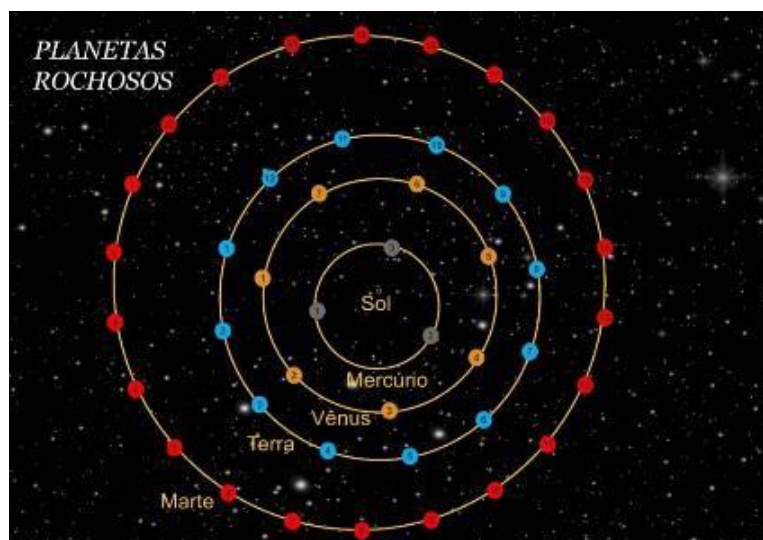


Figura 3: Jogo dos Planetas Rochosos.

Orientações:

- Os alunos deverão se dividir em duplas que receberão o roteiro com as perguntas a serem respondidas.
- Ao lado do jogo devem ser disponibilizados metades de bolinhas de isopor de quatro cores diferentes sendo 3 cinzas, 7 laranjas, 12 azuis e 22 vermelhas a serem colocadas no jogo educacional, conforme orientação. Deve ser disponibilizado régua para medição entre os planetas.

O professor deve apresentar aos alunos o roteiro da Estação 2:

Vamos dar um passeio pelos planetas rochosos do Sistema Solar?

Os planetas rochosos são aqueles semelhantes à Terra, possuindo densidades mais altas e pouca quantidade de gases quando comparados aos planetas gigantes gasosos. São eles Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Os principais movimentos dos planetas são a rotação, que corresponde ao movimento dele em torno do seu próprio eixo e a translação, que é o movimento dele em torno do Sol. Aqui na Terra, a rotação demora um dia terrestre e corresponde a 24 horas e a translação demora um ano terrestre, correspondendo a 12 meses terrestres. Mas isso varia de planeta para planeta, pois quanto mais longe o planeta está do Sol, mais ele demora para completar uma volta no Sol. O dia (rotação em torno do próprio eixo) de Mercúrio é muito longo, correspondendo a 58 dias e 16 horas terrestres e o seu ano (translação em torno do Sol) possui 87,97 dias terrestres. Por estar mais próximo do Sol, esse planeta é o mais veloz do Sistema Solar. Recebe sete vezes mais luz que a Terra e sua temperatura pode chegar a mais de 400°C no lado voltado para o Sol. Pelo fato de sua rotação ser lenta e de praticamente não ter atmosfera no seu lado oposto a temperatura pode ser de - 180°C.

O planeta Vênus, conhecido como Estrela d'Alva, é o segundo mais próximo do Sol sendo facilmente visível a olho nu à tarde ou ao amanhecer. O seu dia, ou uma volta em torno do seu próprio eixo, leva 243,01 dias terrestres, enquanto que seu ano, ou uma volta ao redor do Sol, leva 224,7 dias terrestres, sendo curiosamente menor do que o seu dia.

A Terra é o terceiro planeta em afastamento do Sol. Ao contrário dos anteriores a Terra possui um satélite natural: a Lua. A duração do seu dia (rotação) é de 24 hs e a duração do ano (translação) é de 365 dias e 6 hs (possui ano bissexto para incorporar as 6 horas que sobram a cada quatro anos).

Marte, o quarto planeta rochoso, é conhecido como o Planeta Vermelho, por causa da sua coloração vermelha-ferrugem. As suas temperaturas variam entre -120°C a 25°C . O seu período de translação (ano) equivale a 686,98 dias terrestres e a rotação (dia) dura 24 hs e 37 minutos. Esse planeta possui dois pequenos satélites naturais: Fobos e Deimos.

Você sabe as distâncias desses planetas em relação ao Sol?

As distâncias médias aproximadas deles ao Sol são:

- Marte: 228 milhões de km;
- Terra: 150 milhões de km;
- Vênus: 108 milhões de km;
- Mercúrio: 58 milhões de km.

Para ampliarmos o nosso conhecimento sobre os planetas rochosos do Sistema Solar vamos utilizar o Jogo dos Planetas Rochosos.

Pronto, então vamos lá! Como vai funcionar esse jogo?

Em dupla, vocês deverão responder às perguntas descritas abaixo, utilizando o tabuleiro.

Atividades

1) No Jogo dos Planetas Rochosos, as bolinhas (pontos coloridos) nas órbitas dos planetas representam um intervalo de tempo de um mês terrestre. Informe a duração aproximada dos anos dos planetas (translação em torno do Sol):

Mercúrio: Vênus: Terra: Marte:

2) Como medimos o tempo?

Nós usamos os períodos de translação (1 ano) e de rotação (1 dia) da Terra e suas unidades relacionadas meses, semanas, horas, minutos e segundos.

Agora, responda:

a) A Terra leva um ano terrestre para dar uma volta completa em torno do Sol, que corresponde a 12 meses terrestres. Quantas voltas no Sol o planeta Mercúrio realiza durante um ano terrestre?

b) E o planeta Marte, quantas voltas ele realiza no tempo de um ano terrestre?

3) Como seria medir a sua idade em relação aos períodos de translações dos outros planetas? Responda as perguntas a seguir:

a) Quantos anos terrestres você tem?

b) Quantas voltas Mercúrio deu no Sol durante o tempo de sua idade? Definindo um ano mercuriano como o tempo de translação de Mercúrio ao redor do Sol, qual seria a sua idade em termos de anos mercurianos?

c) Quantas voltas Marte deu no Sol durante o tempo de sua idade? Definindo um ano marciano como o tempo de translação de Marte ao redor do Sol, qual seria a sua idade em termos de anos marcianos?

No Jogo dos Planetas Rochosos temos as órbitas dos planetas em escala de distância ao Sol. As órbitas são elípticas, porém o achatamento é pequeno e desta forma elas são quase circulares. Para responder às questões 3 e 4, no tabuleiro temos pontos (bolinhas) coloridos marcados nas órbitas correspondentes ao tempo de um mês terrestre entre eles. Observe essas posições e veja o que se pede nas questões abaixo:

4) Usando as metades das bolinhas de isopor, que representam os planetas, coloque-as no tabuleiro na órbita do planeta da seguinte forma: Marte (vermelha) na posição 17, Terra (azul) na posição 10, Vênus (laranja) na posição 1 e Mercúrio (cinza) na posição 3. Assinale abaixo a ordem correspondente aos astros mais próximos da Terra nesta configuração. Se achar necessário use uma régua para avaliar as distâncias.

A – Vênus, Marte, Mercúrio e Sol.

B – Marte, Mercúrio, Sol e Vênus.

C – Mercúrio, Marte, Sol e Vênus.

D – Marte, Mercúrio, Vênus e Sol.

5) Usando as metades das bolinhas de isopor, que representam os planetas, coloque-as no tabuleiro na órbita do planeta da seguinte forma: Marte (vermelha) na posição 3, Mercúrio (cinza) na posição 1, Vênus (laranja) na posição 5 e Terra (azul) na posição 8. Assinale abaixo a ordem correspondente aos astros mais próximos da Terra nesta configuração. Se achar necessário use uma régua para avaliar as distâncias.

A – Vênus, Marte, Mercúrio e Sol.

B – Mercúrio, Marte, Sol e Vênus.

C – Marte, Mercúrio, Vênus e Sol.

D – Vênus, Sol, Mercúrio e Marte.

Nessas posições dizemos que o planeta Marte está em OPOSIÇÃO em relação à Terra, isto é, estão em lados opostos do Sol.

2.3 - Estação 3: Viajando pelo Sistema Solar

Agora vamos realizar a atividade *online* com o uso da internet como fonte de pesquisa para aprofundar o nosso conhecimento. Os Corpos Celestes são quaisquer materiais que pertencem ao espaço sideral, por exemplo: asteroides, cometas, estrelas, meteoros, planetas, planetas anões e satélites naturais.

Nessa estação cada grupo deverá escolher um corpo celeste diferente a partir de uma lista fornecida pelo professor. Em seguida, cada grupo deve realizar uma pesquisa no Laboratório de Informática, sobre as principais características solicitadas a respeito do corpo escolhido. Os grupos não poderão escolher os planetas rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte), que foram estudados na Estação 2, podendo escolher os planetas gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), os planetas anões ou luas do Sistema Solar, conforme a lista ao lado.

Lista de Corpos Celestes

Lua, Ganímedes, Io,
Europa, Calisto, Titã,
Fobos, Mimas,
Encélado, Umbriel
Oberon, Júpiter,
Saturno, Netuno,
Reia, Jápeto,
Miranda, Caronte,
Tétis Dione,
Hipérion, Amatéia,
Proteu, Despina,
Talassa, Nereida,
Hipocampo, Tritão.

Atividades

Agora responda sobre o corpo celeste:

- a) Nome do celeste:
- b) Que tipo de corpo celeste é?
- c) Qual é sua distância média em relação ao Sol ou raio médio da órbita?
- d) Qual é o diâmetro desse objeto?
- e) Qual é a duração do dia ou período de rotação em torno do eixo dele?
- f) Descreva sua composição química principal.
- g) Verifique se possui água:
- h) Verifique se possui atmosfera:
- i) Quais são as suas temperaturas?
- j) Outras informações que vocês considerem importantes:

CAPÍTULO 3

VELOCIDADE E ACELERAÇÃO



CAPÍTULO 3 – Velocidade e Aceleração

Neste encontro será abordado o conteúdo de velocidade e aceleração através de um simulador computacional do sistema gravitacional Sol, Terra e Lua. A simulação reproduz as interações gravitacionais entre estes astros e mostra as direções e os sentidos dos vetores velocidade e aceleração, bem como as trajetórias da Terra e da Lua do ponto de vista do referencial do Sol. Além disso, é possível visualizar o movimento de um satélite artificial da Terra, além de investigar os parâmetros que afetam a força da gravidade. O texto abaixo deve ser entregue a cada aluno em uma aula anterior a este encontro.

TEXTO 2 - VELOCIDADE E ACELERAÇÃO

3.1) O que é velocidade?

Todo automóvel tem um velocímetro para mostrar com que rapidez ele corre. Essa é a chamada **velocidade instantânea** do objeto, pois é a velocidade que ele tem naquele instante e pode mudar no instante seguinte. Suponha que um velocímetro de um carro marque 50 km/h. Então, se o velocímetro permanecer marcando esse valor durante uma hora, o carro terá percorrido a distância de 50 km. Usualmente a velocidade de um carro não permanece constante durante uma viagem. Você pode definir uma velocidade média dividindo a distância percorrida pelo tempo.

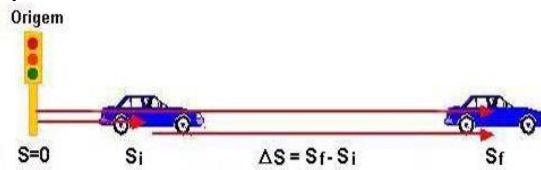
Agora suponha que o carro percorra ao todo 100 km em 2 horas, mas nesse caso a velocidade do velocímetro não se manteve constante. Neste caso podemos definir a **Velocidade escalar média ou rapidez média** como a razão da distância percorrida pelo tempo.

$$V_{EM} = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{tempo}} = \frac{100 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 50 \text{ km/h}$$

Contudo o carro pode ter percorrido essa distância num trajeto de ida e volta e na verdade não ter tido deslocamento nenhum. Assim, na Física houve a necessidade de definir o conceito de velocidade usando vetores, que conseguem levar em conta a direção e o sentido do deslocamento. Desta maneira a **velocidade média** é definida como a razão do vetor deslocamento pelo intervalo de tempo, na forma:

$$V_M = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_f - S_i}{t_f - t_i}$$

onde $\Delta S = S_f - S_i$ é o deslocamento ou variação da posição espacial e $\Delta t = t_f - t_i$, o intervalo de tempo.



EXEMPLO 1: Considere uma rodovia reta onde o carro numa viagem parte de uma cidade A localizada na marca do quilômetro 100 km desta rodovia. Ele parte às 8 horas da manhã e quando chega até a marca do quilometro 300 km às 12 horas percebe que precisa abastecer. Olhando seu aplicativo de celular percebe que o posto mais próximo fica na marca dos 250 km e imediatamente decide voltar, chegando ao posto às 13 horas. Para o trajeto total temos:

Velocidade escalar média ou rapidez média

$$V_{EM} = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{tempo}} = \frac{200+50}{4+1} = \frac{250}{5} = 50\text{km/h}$$

Velocidade Média

$$V_M = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_f - S_i}{t_f - t_i} = \frac{250-100}{13-8} = \frac{150}{5} = 30\text{km/h}$$

Observem que os valores em geral são diferentes. A velocidade escalar média é mais usada no dia a dia enquanto que a velocidade média é mais usada nas ciências físicas.

3.2) O que é aceleração?

Quando seu pai compra um carro, uma preocupação possível dele pode ser a capacidade de aceleração, por exemplo, numa arrancada. Geralmente, deseja-se um carro que possa aumentar sua velocidade num curto intervalo de tempo, isto é, que tenha grande **aceleração**.

Assim a aceleração na Física é uma grandeza vetorial definida pela razão entre a variação da velocidade em relação ao intervalo de tempo.

Aceleração Média

$$a_M = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i}$$

Sendo $\Delta V = V_f - V_i$, a variação na velocidade instantânea.

EXEMPLO 2: Suponha que, quando o seu carro aumenta a velocidade, ou acelera, o velocímetro se move de 0 para 2m/s no primeiro segundo. Para 4m/s após 2 s e para 6m/s após três segundos. Então, sua velocidade aumenta de 2m/s a cada segundo. Usando a equação:

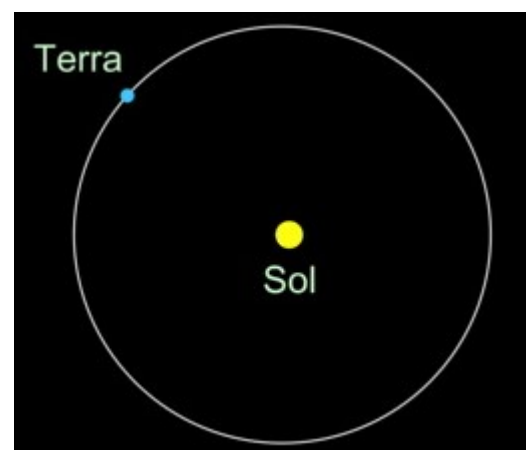
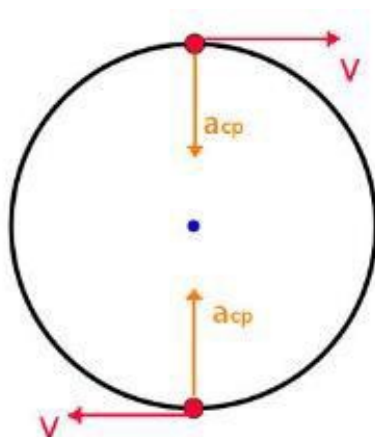
$$a_M = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{6 - 0}{3 - 0} = \frac{6 \frac{m}{s}}{3s} = 2 \frac{m}{s} \times \frac{1}{s} = 2m/s^2$$

Observe que nós mencionamos o tempo duas vezes, uma ao indicar a mudança de velocidade e outra dando o tempo necessário para a velocidade ter essa variação. A velocidade de um corpo nos diz quão rapidamente ele se move. A aceleração nos diz com que rapidez a velocidade muda. A aceleração é a mudança de velocidade dividida pelo tempo.

A palavra “aceleração” aplica-se tanto para o aumento quanto para a diminuição da velocidade. Os freios de um carro por exemplo, produzem uma aceleração retardadora no movimento do carro. Às vezes chamamos essa aceleração retardadora de desaceleração. Além disso, também experimentamos aceleração toda vez que nos movimentamos em uma curva, ainda que o valor de nossa velocidade seja constante. É que a direção do vetor velocidade está mudando e, sempre que a velocidade sofre qualquer tipo de mudança (mesmo que seja só na direção), há uma aceleração.

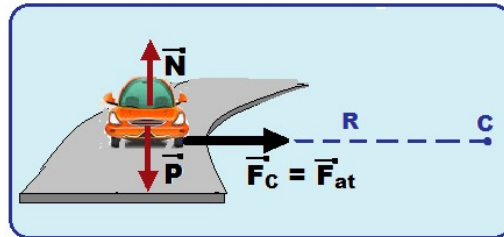
3.3) Movimento Circular Uniforme

O módulo (valor) da velocidade é constante, mas a direção e sentido variam. Assim existe uma aceleração denominada **Centrípeta** (a_{cp}), que aponta sempre para o centro. Esse movimento é semelhante às orbitas planetárias elípticas dos planetas ao redor do Sol.



No caso do Sistema Solar a Força que mantém a Terra em órbita ao redor do Sol é a força gravitacional.

A aceleração centrípeta também é a responsável por fazer um carro completar uma curva sem que haja um acidente. Neste caso a força responsável pela curva que o carro faz é o atrito dos pneus com o asfalto.



Durante a aula será abordado pelo professor os conteúdos de Velocidade e Aceleração, sempre com o intuito de estimular nos alunos a participação ativa. O professor deve ser o mediador, proporcionando que os alunos, com seus conhecimentos prévios, questionem, interpretem e discutam o conteúdo em estudo. Como sugestão utilizar o texto anterior - Velocidade e Aceleração e proponha situações para fomentar discussões, por exemplo, com as seguintes perguntas norteadoras:

Situação 1

O que é velocidade?

https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html

A velocidade de um corpo é dada pela relação entre o deslocamento de um corpo em determinado tempo.

Suponha que queremos saber a velocidade de um aluno ao se deslocar de um ponto a outro na sala de aula.

Como vamos calcular sua velocidade?

Para simular a situação 1, três alunos foram solicitados como voluntários. O aluno 1 vai se deslocar do ponto A até o ponto B (determinamos os pontos A e B na sala). O

aluno 2 irá medir com a trena a distância do percurso e o aluno 3 vai cronometrar o tempo gasto para ele percorrer o trajeto.

Com o objetivo de calcular a velocidade, o professor deve solicitar aos alunos que realizem os cálculos, dividindo o deslocamento ou distância do ponto A ao ponto B pelo tempo gasto para realizar esse deslocamento. Essa velocidade é a velocidade média ou a velocidade escalar média? Explique.

Situação 2

O que é aceleração?

A **aceleração** é a grandeza que determina a taxa de variação da velocidade em função do tempo.

Suponha que queremos saber a aceleração de um carro e que inicialmente o velocímetro esteja marcando $72\text{km/h} = 20\text{m/s}$. Para fazer uma ultrapassagem o motorista acelera e em 10 segundos o velocímetro passa a marcar $144\text{ km/h} = 40\text{m/s}$. Neste caso determine a aceleração e diga se ela é do tipo média, instantânea ou centrípeta? Explique.

É importante que o professor estimule a participação dos alunos mais ativamente, colocando-os como protagonista da aula, para que eles possam interagir uns com os outros. O professor deve informar quanto à direção e sentido da aceleração. No caso do movimento em linha reta, quando os sinais da aceleração e da velocidade são iguais, ambos positivos ou ambos negativos, ocorre um aumento no valor (módulo) da velocidade com o passar do tempo e nesse caso, o movimento é chamado de **Movimento Acelerado**. Quando os sinais da aceleração e da velocidade são diferentes, ocorre um decréscimo no valor (módulo) da velocidade com o passar do tempo e nesse caso, o movimento é chamado de **Movimento Retardado**.

Roteiro – Simulador – Gravidade e Órbitas

Na aula seguinte os alunos foram direcionados para o Laboratório de Informática para utilizar o simulador computacional. Os alunos deverão ser divididos no máximo em duplas, conforme a disponibilidade de computadores no Laboratório de Informática, para utilizar o simulador *PhET* Colorado com acesso ao link abaixo.

A figura 4 representa a página inicial do simulador. Os alunos receberão o roteiro com as questões a serem respondidas.



Figura 4: Simulador Gravidade e Órbitas no PhET.

Atividades

Segue o questionário que os alunos deverão responder com a utilização do simulador computacional.

1) Clique na opção Modelo, selecione a opção Sol -Terra, câmera acelerada, força da gravidade, velocidade, caminho e grade.

a) Observe com atenção e desenhe numa folha de papel a trajetória do movimento de translação da Terra em torno do Sol. Descreva como ela é.

b) Qual é a grandeza Física representada pelo vetor azul?

c) Usando o simulador, ajuste a massa da Terra em 2 vezes (2.0). O que aconteceu com a órbita da Terra?

d) Usando o simulador, ajuste a massa do Sol em 2 vezes (2.0). O que acontece com a órbita da Terra?

e) Reinicialize o simulador, faça a Terra orbitar o Sol e em seguida "desligue" a interação gravitacional (sem gravidade). O que aconteceu com a Terra?

2) Clique na opção Modelo, selecione a opção Sol-Terra-Lua, câmera acelerada e caminho.

a) Observe com atenção e desenhe a trajetória do movimento do sistema Sol-Terra-Lua após uma volta completa.

b) Explique porque a trajetória da Lua é mais complexa do que a trajetória da Terra quando observada a partir de um observador fora do Sistema Solar.

c) Agora marque a opção velocidade. Explique por que o vetor velocidade da Lua se altera como mostrado na simulação.

d) Neste momento, desligue a gravidade e descreva que tipo de movimento a Terra e a Lua passam a ter. Como é o nome desse movimento e o que você pode dizer a respeito da aceleração desses dois astros neste momento?

e) Reinicialize o sistema Sol-Terra-Lua, marque as opções caminho e câmera acelerada, faça os astros orbitarem o Sol. Altere a massa da Terra de forma que a Lua deixe de orbitar a Terra e passe a orbitar o Sol. Veja se consegue fazer isso. Se conseguir explique abaixo o procedimento que usou. Descreva o formato das novas órbitas da Terra e da Lua.

3) Clique na opção Modelo, Sistema Terra-Lua, câmera acelerada, força da gravidade, velocidade, caminho e grade.

a) Observe com atenção e desenhe a trajetória do movimento do sistema Terra-Lua após uma volta completo. Classifique a sua trajetória.

b) Verifique se a Terra está fixa ou se ela possui algum tipo de movimento. Se estiver em movimento explique por que.

c) Observe que a Terra faz uma força na Lua e esta faz uma força na Terra. Você poderia descrever algum fenômeno que pode ser percebido por nós aqui na Terra que seria uma consequência da força que a Lua faz sobre a Terra. Explique.

4) Reinicialize o simulador no início, click em ESCALAR, em sistema Sol -Terra e em caminho.

a) Usando a Trena mostre que a órbita não é circular e sim uma elipse. Faça um desenho e coloque as dimensões medidas por você em quilômetros.

b) Alterando a massa do Sol, veja se consegue tornar a órbita da Terra uma elipse bem mais achatada. Que implicações isso traria para nosso planeta? Você acha que essa é a explicação para termos aqui na Terra o verão e o inverno?

5) Reinicialize o simulador no início, click em ESCALAR, em sistema Terra-Lua e em caminho.

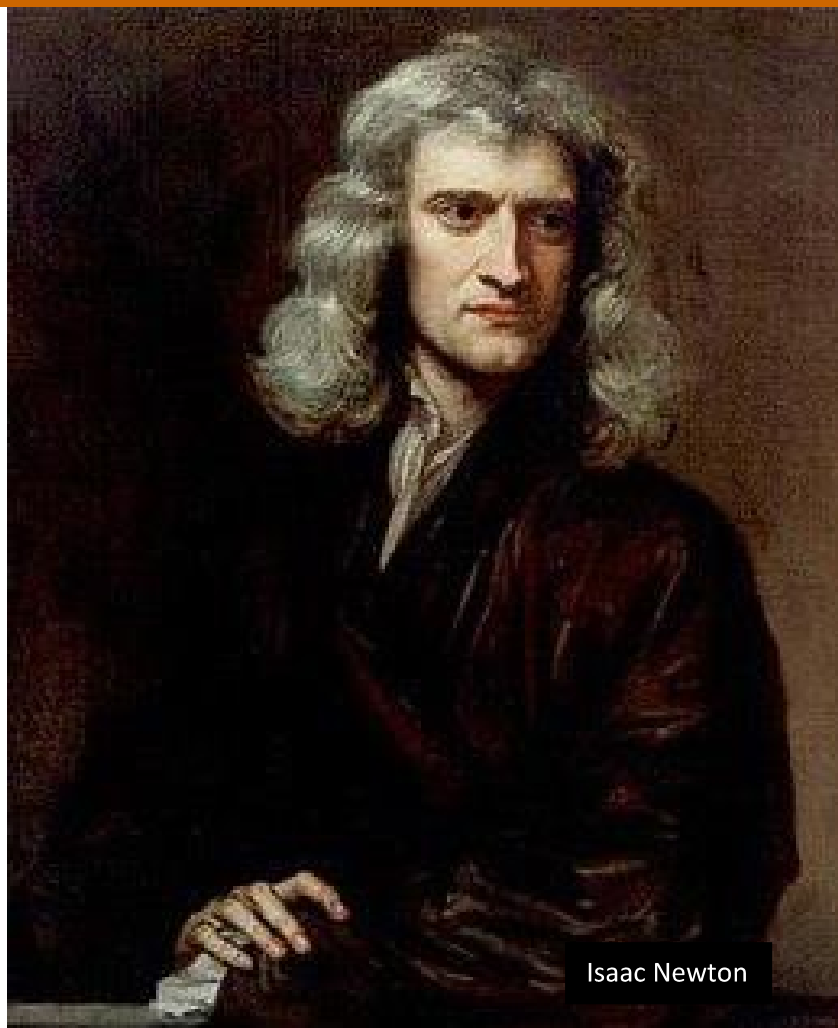
a) Usando a Trena mostre que a órbita da Lua não é circular e sim uma elipse. Faça um desenho e coloque as dimensões medidas por você em quilômetros.

b) Click em velocidade e verifique se a Terra fica em repouso enquanto a Lua a órbita. Se não, explique porque ela se movimenta.

6) Reinicialize o simulador no início, click em ESCALAR, em sistema Terra-Satélite artificial e em caminho. Explique porque o satélite não cai no planeta.

CAPÍTULO 4

LEIS DE NEWTON E QUEDA LIVRE



Isaac Newton

CAPÍTULO 4 – Leis de Newton e Queda Livre

Nesse encontro será abordada a observação e experimentação, com o intuito de demonstrar e investigar que dois objetos, quando soltos de uma mesma altura, levam o mesmo tempo para tocar o solo, independentemente de suas massas e formas. O professor deverá entregar ao aluno o texto 3 – Queda Livre, anteriormente a este encontro.

TEXTO 3 – QUEDA LIVRE

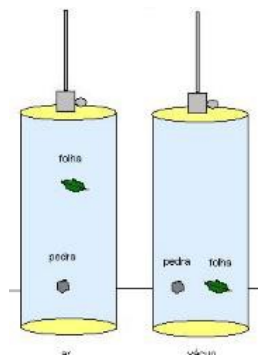
Agora vamos estudar sobre queda livre? Pensando nisso o que é queda livre?

É um movimento uniformemente acelerado que faz com que qualquer objeto influenciado somente pela aceleração da gravidade de um objeto massivo se movimente. Assim, queda livre é o movimento de objetos no campo gravitacional próximo da superfície da Terra quando desprezamos a resistência do ar.

“O movimento vertical de qualquer corpo que se move nas proximidades da superfície da Terra, sob a influência unicamente da sua força peso, é chamado movimento de queda livre.”

Se soltarmos do alto de um prédio uma bola e uma pena, qual chegará primeiro ao chão?

É automático dizermos que a bola, pois ela é mais pesada em relação a pena e na verdade a bola cai antes mesmo. Mas é um equívoco pensar que isso se deve à queda livre somente. A bola cai de forma mais rápida porque a sua área de contato com o ar é menor do que a área de contato da pena. Se repetirmos esse mesmo experimento sem influência da resistência do ar, ou seja, no vácuo, vamos notar que os dois objetos (bola e a pena) chegarão juntos ao chão.



Quando é feito vácuo no interior do tubo, a pluma e a pedra caem simultaneamente.

Se não houvesse a resistência do ar, todos os corpos, de qualquer peso ou forma, abandonados da mesma altura, nas proximidades da superfície da Terra, levariam

o mesmo tempo para atingir o solo. Esse movimento é conhecido como queda livre e é do tipo movimento retilíneo uniformemente acelerado.

A trajetória é retilínea, vertical e a aceleração é a mesma para todos os corpos, a aceleração da gravidade, cujo valor é, aproximadamente, $g=9,8 \text{ m/s}^2$.

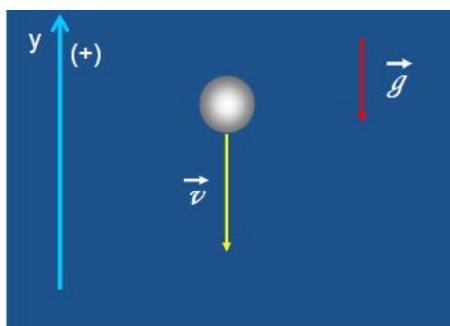
A seguir, veja um experimento que vocês podem fazer na sala de aula para mostrar aproximadamente esse fenômeno:

Pegue a sua borracha e uma folha de papel e largue as duas de uma mesma altura ao mesmo tempo. Quem chegou primeiro?

Agora amasse bem a folha de papel e repita o experimento. Houve muita diferença de tempo entre as quedas ou os dois objetos caíram praticamente juntos?

Galileu Galilei realizou diversos experimentos sobre a queda livre dos corpos e chegou a algumas conclusões:

- Todos os corpos caem com a mesma aceleração da gravidade (g) independente de sua massa e de sua forma;
- A distância percorrida por um corpo em queda livre é proporcional ao quadrado do tempo levado para percorrer essa distância.



O movimento de queda livre é um movimento uniformemente acelerado.

Agora segue o roteiro a ser entregue aos alunos para realizar o experimento das quedas iguais.

Roteiro - Experimento Quedas Iguais

Objetivo:

Mostrar que dois objetos de formas iguais, quando soltos de uma mesma altura no ar, levam aproximadamente o mesmo tempo para tocar o solo, quaisquer que sejam suas massas

Contexto:

Normalmente quando perguntamos a alguma pessoa sobre o tempo de queda de dois objetos soltos de uma mesma altura, ela nos responderá que o mais pesado será mais rápido. Além desta ser uma concepção espontânea, a Física de Aristóteles (384-322 A.C) também afirmava que objetos mais pesados caíam mais rápidos com relação aos mais leves. Mas Galileu Galilei (1564-1642), demonstrou através de experiências que isso não era verdade.

Através de seus experimentos, ele mostrou que objetos que apresentem o mesmo grau de resistência ao movimento através do ar, independentemente de seu peso, em movimento de queda livre, caíam juntos quando soltos de uma mesma altura. O fato é que todos os objetos na superfície da Terra sofrem uma atração em direção ao centro gravitacional do planeta, ou seja, próximo ao centro da Terra. Na verdade, possuem a mesma aceleração de queda (aceleração gravitacional). Com a mesma aceleração, todos os objetos ganham a mesma velocidade. Com velocidades iguais, devem chegar juntos ao solo, se soltos ao mesmo tempo, da mesma altura.

Material:

- Garrafas plásticas pet
- Pregos
- Barbante
- Água
- Cabo de vassoura

Metodologia

- Fixe os pregos no cabo de vassoura de modo que fiquem alinhados.
- Amarre o barbante na tampa da garrafa e com a outra extremidade faça um laço e coloque no prego.
- Repita o procedimento para a outra garrafa, deixando o mesmo comprimento de barbante.
- Coloque uma certa quantidade de água em uma das garrafas e o dobro na outra.
- Levante o cabo de vassoura, horizontalmente, até uma certa altura.

- Gire o cabo de vassoura fazendo com que as garrafas se desprendam ao mesmo tempo.
- Faça com as garrafas vazias ou com a mesma quantidade de água.

Verifique os seguintes aspectos: os tamanhos do barbante de cada garrafa devem ser iguais; os pregos devem estar alinhados e com o mesmo relevo (referente à sua altura); o giro do cabo de vassoura no momento de soltar as garrafas deve ser rápido; observe se a altura entre o fundo das garrafas e o solo são iguais; para realizar o experimento para diferentes massas é aconselhável que uma das garrafas esteja completa de líquido e a outra esteja com aproximadamente a metade do conteúdo da outra.

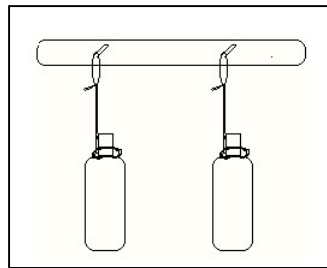


Figura 5: Esquema geral da montagem.

Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec27.htm>

Atividades

Agora responda:

- 1) Fazendo o experimento com uma garrafa vazia e outra idêntica cheia com areia, observe qual garrafa caiu primeiro no chão? Justifique a sua resposta.
- 2) Quais as conclusões que você obteve após a realização do experimento?
- 3) Você acha que um corpo em queda mantém sua velocidade constante? Explique sua resposta.
- 4) O tempo de queda é influenciado pela massa de um corpo em queda livre? Justifique.
- 5) A força que faz um objeto cair é o seu peso ou a força gravitacional de atração que a Terra faz nele. Assim para objetos de maior massa o peso será maior. E pela segunda lei de Newton a aceleração que surge em objetos é proporcional à sua massa. Explique porque as acelerações que atuam no objeto de peso maior e no objeto de peso menor são exatamente iguais a $g_{Terra} = 9,805 \frac{m}{s^2}$.

O texto 4 deverá ser entregue aos alunos anteriormente a aula proposta da atividade – Copos Celestes.

TEXTO 4 – ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE

É um tipo de aceleração produzida pela interação gravitacional entre corpos. Essa aceleração na verdade é o campo gravitacional em um determinado ponto do espaço gerado pela presença de corpos. O termo aceleração da gravidade é mais usado para descrever o movimento de objetos próximos a um corpo massivo, por exemplo uma estrela, um planeta ou uma lua. Quando as atmosferas não são levadas em conta a aceleração da gravidade é a única aceleração que atua e o movimento é denominado de Queda Livre.

No vácuo é possível mostrar que seu valor independe da massa do corpo que está sendo acelerado e depende somente das massas dos corpos que estão gerando o campo gravitacional. Sendo essa a única força que atua, a aceleração do objeto é determinada pela segunda Lei de Newton ou Princípio fundamental da Dinâmica:

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

onde \vec{F}_R é o vetor força resultante que atua no objeto, \vec{a} é o vetor aceleração dele e m é a sua massa.

A aceleração da gravidade é uma grandeza vetorial que vai provocar variação da velocidade do movimento de um corpo ao longo do tempo e no caso dos dois corpos acima ela aponta sempre para o centro de massa do sistema. Quando um dos corpos é um planeta e o outro é um objeto pequeno essa força aponta aproximadamente para o centro do planeta.

O campo gravitacional da Terra atrai todos os corpos para o centro do planeta. Sendo assim, a Terra exerce uma força sobre os corpos, a qual é chamada de força gravitacional. Força Gravitacional ou interação gravitacional é a força que surge a partir da interação mútua entre dois corpos. A aceleração da gravidade nas proximidades da superfície da Terra é de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Esse valor pode ser calculado usando os seguintes dados: constante universal gravitacional

$G = 6,674184 \times 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$, a massa da Terra $M = 5,972 \times 10^{24} kg$, o raio médio da Terra

$R = 6,371 \times 10^6 m$ e altitude $h = 0$. Assim obtemos $g_{Terra} = 9,805 \frac{m}{s^2}$.

A gravidade é uma interação sempre atrativa e nunca repulsiva, e é ela que torna possível ficarmos de pé e também mantém a atmosfera presa ao planeta. É exatamente a força gravitacional que mantém todos os planetas e outros objetos em suas órbitas girando ao redor do Sol e os satélites naturais e artificiais a orbitarem os planetas. Observem que a aceleração da gravidade na superfície de outros astros depende da massa deles. Por exemplo:

$$g_{Lua} = 1,67 \frac{m}{s^2}, \quad g_{Marte} = 3,72 \frac{m}{s^2}, \quad g_{Jupiter} = 22,9 \frac{m}{s^2} \quad \mathbf{e} \quad g_{Sol} = 274 \frac{m}{s^2}.$$

Para objetos próximos à superfície da Terra a força gravitacional é denominada de força peso e assim percebemos que o peso de um objeto se trata de uma força, que pode mudar se formos para outro planeta ou até se considerarmos pontos diferentes na Terra como os polos, o equador ou no alto de uma montanha, pois o raio polar da Terra e o raio equatorial são diferentes devido ao achatamento da Terra e também devido a altitudes diferentes no caso de montanhas. Já a massa é uma constante que só depende da quantidade de matéria do objeto. Em si a força peso (P) e a massa m se relacionam através da equação:

$$P = mg$$

“Massa” é uma grandeza invariável que designa a quantidade de matéria presente num corpo. No Sistema Internacional de Unidades - SI, a unidade padrão escolhida para a massa é o quilograma (kg). “Peso” caracteriza uma força de atração dos corpos devido à interação gravitacional.

Portanto, o peso (P) é uma grandeza vetorial que apresenta intensidade, direção e sentido, sendo o produto da massa de um corpo e a aceleração da gravidade atuando nele. No (SI), a unidade padrão do Peso é Newton (N).

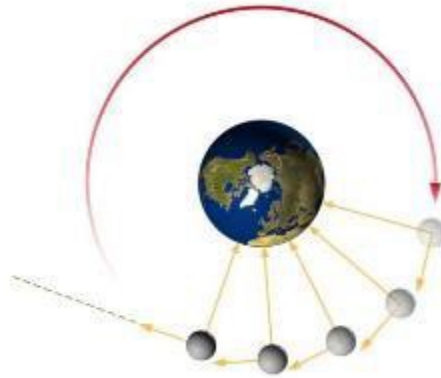


Figura 06: Objeto em órbita.

Fonte: <https://www.todamateria.com.br/forca-gravitacional/>
<https://www.todamateria.com.br/aceleracao-da-gravidade/>

Note que um satélite artificial, que está em órbita da Terra a uma altitude de 350 km, está ainda numa região de alto campo gravitacional com $g = 8,78 \text{ m/s}^2$. Assim, a aceleração da gravidade não é nula nessa região e os astronautas tem a sensação de gravidade nula somente porque estão em órbita constantemente caindo na Terra, sem nunca encontrar a superfície devido à velocidade tangencial que possuem e a ausência da resistência do ar.

ATIVIDADE - CORPOS CELESTES

Esta atividade deve ser desenvolvida com os alunos de maneira individual.

Quanto você pesaria se pudesse estar na superfície em outros planetas?

Para calcular o peso de um objeto basta fazer o produto da massa do corpo pela aceleração local da gravidade:

$$P = m \cdot g \quad \text{onde: } P = \text{peso} \quad m = \text{massa} \quad g = \text{gravidade}$$

O que muda é o peso em decorrência da mudança no valor do campo gravitacional. Sua massa continua a mesma em todos os lugares.

Atividade

1) Agora, usando a Tabela 1, calcule qual seria o seu peso em outros corpos celestes.

Corpo Celeste	Gravidade (m/s ²)	Peso (Newton)
Mercúrio	3,7	
Vênus	8,9	
Terra	9,8	
Lua	1,62	
Marte	3,7	
Júpiter	24,8	
Saturno	10,5	
Urano	8,9	
Netuno	11	

Tabela 1: Aceleração da Gravidade em corpos celestes e o peso de uma pessoa.

Observe que não é correto dizer que uma pessoa pesa 80 kg. Na verdade, essa é sua massa. O seu peso na Terra é $80 \times 9,8 = 784$ N. Assim, dizer que uma pessoa pesa 80 kg consiste em um uso não científico dos termos físicos.

LEIS DE NEWTON

Esta aula sobre as Leis de Newton tem o intuito de estimular os alunos através da proposta de situações norteadoras e instigadoras, para fomentar as discussões.

Atividades– Leis de Newton

1. Quando um carro colide em outro o que acontece com a pessoa que está usando o cinto de segurança?
2. Se essa pessoa não estivesse usando o cinto de segurança, o que aconteceria?
3. A pessoa que usa o cinto de segurança, não é lançada para frente. Por que?
4. A pessoa que não usa o cinto de segurança é lançada para frente. Por que?

Quando um veículo, como um carro ou um ônibus, freia de repente, as pessoas que estão nele tendem a ser projetadas para a frente. Isso ocorre porque elas tendem a permanecer em movimento. As pessoas somente não serão projetadas para a frente se outras forças – como a força de atrito com o chão do veículo ou o assento, a força com que elas se seguram ou o cinto de segurança – interromperem o movimento. Por isso, é muito importante usar o cinto de segurança. Da mesma forma, quando o veículo arranca de repente, as pessoas são jogadas para trás, pois tendem a permanecer em repouso. Um corpo continua em movimento ou em repouso se nenhuma força agir sobre ele, ou seja, se a resultante das forças que agem sobre ele for nula. A propriedade da matéria de manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme é chamada de inércia.

TEXTO 5 – LEIS DE NEWTON E ALGUNS EXEMPLOS DE FORÇAS

1ª Lei de Newton ou Lei da Inércia:

“Se nenhuma força atuar sobre um corpo, ele permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (com velocidade constante)”

2ª Lei de Newton - Força e Aceleração:

“A aceleração que um corpo adquire é diretamente proporcional à força resultante que atua sobre ele e que tem a mesma direção e o mesmo sentido dessa força”

$$a = F/m \qquad \text{ou} \qquad F = m \cdot a$$

Quanto maior a massa do corpo, maior a sua inércia.

3ª Lei de Newton ou Lei da Ação e Reação:

“A toda a ação corresponde uma reação de mesma intensidade e direção, mas de sentido contrário.”

Força de Atrito

Quando empurramos ou puxamos um determinado objeto tentando movê-lo, percebemos que existe certa dificuldade para colocá-lo em movimento. Essa

dificuldade se deve à força de atrito, que sempre se opõe à tendência ao deslizamento ou ao deslizamento. Ela age paralelamente à superfície de contato.

Exemplos:

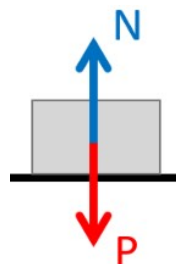
1) Para empurrar um armário deve ser aplicada uma força. Após a resistência inicial ou a força de atrito estática ser superada, você conseguirá empurrar o armário mais facilmente. A força de atrito se deve à existência de rugosidades nas superfícies de contato do objeto com o piso, que não são observadas macroscopicamente, mas são elas que dificultam o movimento, mas após o seu rompimento essa resistência diminui e passamos a ter o atrito de deslizamento ou cinético.

2) As forças de ação e reação aparecem nos barcos a remo, pois eles se movem graças à reação da água à força que os remos exercem sobre ela. Outro exemplo é quando uma pessoa está nadando, ela empurra a água para trás, e a água empurra a pessoa para frente. No caso de andarmos, empurramos o chão para trás (ação) e o chão nos empurra para a frente (reação), sendo essas forças do tipo atrito estático entre os pés e o piso.

ATIVIDADES – LEIS DE NEWTON

Nestas atividades iremos apresentar uma breve descrição das três Leis de Newton da mecânica e para compreender melhor o significado delas iremos propor questões a serem investigadas pelos alunos. Após o final dessa atividade teremos um momento para discutir as respostas propostas pelos alunos e uma discussão sobre as soluções cientificamente corretas, sem, contudo, descartar as propostas dos alunos.

Ao analisar um corpo que se encontra em repouso sob uma superfície plana, é possível verificar que a atuação da **força peso (P)** é anulada pela força que a superfície faz no objeto, denominada de **força normal (N)**.



Isso é explicado pela primeira Lei de Newton que diz o seguinte:

1ª Lei de Newton ou Lei da Inércia: “*Todo corpo continua em seu estado de equilíbrio (repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta), a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele*”.

Assim, caso o corpo já esteja com velocidade constante e a força resultante sobre ele for nula, ele se manterá em MRU (Movimento Retilíneo Uniforme).

Questão investigativa 1 - O que é necessário fazer para colocar um objeto em movimento sobre uma superfície plana sem atrito, isto é, totalmente lisa? Explique sua resposta.



Questão investigativa 2 - É necessário manter uma força atuando para manter um objeto se deslocando com velocidade constante numa superfície plana sem atrito? Explique sua resposta.

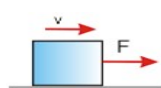


Para entendermos as situações onde não temos mais o estado de equilíbrio necessitaremos da Segunda Lei de Newton e da introdução dos conceitos de massa e de aceleração.

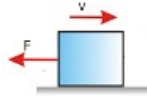
2ª Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica: “*A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é aplicada*”.

Matematicamente ela é escrita como: **Força Resultante = Massa x Aceleração.**

Questão investigativa 3 – Explique o que acontecerá com o corpo caso uma força externa continue atuando em um objeto que já estava se deslocando numa superfície plana sem atrito para a direita. Suponha que a força externa seja horizontal e esteja no mesmo sentido da velocidade. Explique sua resposta.



Questão investigativa 4 – Explique o que acontecerá com o corpo caso a força externa continue atuando em um objeto que já estava se deslocando numa superfície plana sem atrito para a direita. Suponha que a força externa seja horizontal e esteja sentido oposto da velocidade. Explique sua resposta.



Todas as forças estão relacionadas com interações entre objetos. Assim, a força Peso que atua no objeto, é o resultado da força gravitacional entre a Terra e o objeto. Já a força Normal que atua no objeto, é o resultado da interação de contato entre a superfície e o objeto. Para entendermos as interações mútuas entre objetos necessitamos da 3ª Lei de Newton.

3ª Lei de Newton ou Lei da ação e reação: “A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos”.

Observe que as forças de ação e reação são duas forças que sempre atuam em objetos distintos.

Questão investigativa 5 – Considere um objeto em repouso sobre uma superfície plana (figura à esquerda abaixo). Identifique as forças que atuam no bloco e as suas respectivas reações. Mas lembre-se que existem três corpos atuando nessa questão: o bloco, a superfície horizontal e o planeta Terra. Assim é melhor analisar a figura à direita abaixo, onde a superfície é uma mesa e o planeta Terra é representado por uma esfera fora de escala.

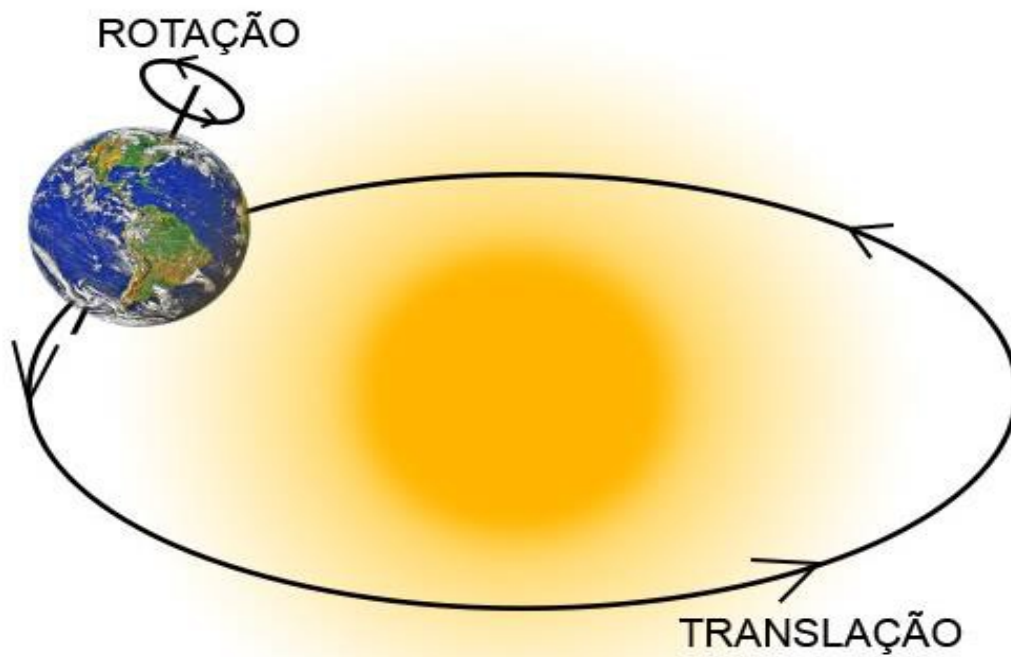


Ao final da atividade de experimento de queda livre, o professor deve apresentar os dois vídeos com os links abaixo, para demonstrar experimentos ocorridos sobre queda livre.

- Apollo 15 – experimento com pena e martelo na Lua. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HqcCpwleiu4>
- O físico britânico Brian Cox realizou o experimento na NASA Space Power Facility, em Ohio, 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>

CAPÍTULO 5

OS MOVIMENTOS DA TERRA



CAPÍTULO 5 – Os Movimentos da Terra

Neste encontro serão abordados os Movimentos de Translação e de Rotação da Terra. Dentro da concepção de metodologia ativa adotada, é importante que o professor sempre instigue seus alunos, acrescente perguntas e acompanhe as discussões durante a explanação. O objetivo do encontro é analisar o movimento de translação da Terra ao redor do Sol e a rotação dela em torno do eixo, compreender porque ocorrem as estações do ano e relacionar o movimento da Terra com as Leis de Newton. Será utilizada a ferramenta *Peer Instruction* ou Instrução Por Colegas (IPC). A seguir, temos os slides deste encontro.

- Slide 1



Os movimentos da Terra: rotação e translação.

- Slide 2



Rotação: é o movimento através do qual a Terra gira em torno de seu eixo imaginário que passa pelos polos norte e sul geográfico. Esse movimento, efetuado no sentido ocidente-orientado, leva 23 horas, 56 minutos e 4 segundos.

Translação: é o movimento que a Terra realiza em torno do Sol. A humanidade levou muito tempo para aceitar a ideia de que a Terra e os demais planetas do Sistema Solar se movem em torno do Sol.

- Slide 3



Embora as estações do ano estejam relacionadas com o movimento de translação, não quer dizer que seja verão numa região porque a Terra está mais próxima do Sol. Sabemos que numa mesma época do ano é verão num hemisfério e inverno

no outro. Na verdade, temos que estar atentos para a inclinação da Terra. As estações

do ano estão relacionadas com a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita. Se observarmos bem, perceberemos que o Sol não "nasce" sempre no mesmo local. Ao longo do ano ele muda ligeiramente de posição. No caso do hemisfério Sul, de Leste para o Norte com a proximidade do inverno e de Leste para o Sul com a proximidade do verão. A trajetória descrita pelo Sol na esfera celeste ao longo do ano é chamada de Eclíptica. A inclinação dessa trajetória em relação ao equador celeste é de aproximadamente 23°.

• Slide 4

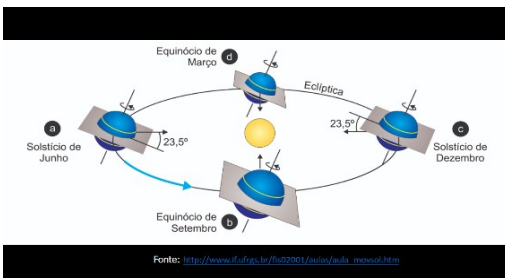
ESTAÇÕES DO ANO

- Translação da Terra em torno do Sol
- Inclinação do plano orbital da Terra em relação ao equador (obliquidade da eclíptica ≠ 0)

HEMISFÉRIO SUL		HEMISFÉRIO NORTE	
VERÃO	21 de dezembro a 20 de março	PRIMAVERA	20 de março a 21 de junho
OUTONO	21 de março a 20 de junho	VERÃO	21 de junho a 22 de setembro
INVERNO	21 de junho a 21 de setembro	OUTONO	23 de setembro a 22 de dezembro
PRIMAVERA	22 de setembro a 21 de dezembro	INVERNO	22 de dezembro a 20 de março

Em função dessa inclinação, à medida que a Terra se move em torno do Sol, os raios solares incidem mais diretamente num hemisfério que no outro. O hemisfério que recebe mais luz durante o dia, se aquece mais e por isso é verão nesse hemisfério e inverno no outro.

• Slide 5



Para o Hemisfério Sul, de março até junho os dias (número de horas com luz solar) ficam cada vez menores e as noites mais longas, sendo o dia 22 de junho, o mais curto do ano (horas de Sol) chamado do Solstício de Inverno. De junho até dezembro, os dias vão ficando mais longos e as noites mais curtas, sendo que em 23 de setembro, temos o Equinócio de Primavera, quando o dia e a noite duram 12 horas.

• Slide 6

Fonte: http://www.ufpa.br/502001/aula/aula_inicial.htm

Em certas épocas do ano, o hemisfério norte está mais voltado para o Sol, e se aquece mais durante o dia; em outras épocas, o hemisfério sul está mais voltado para o Sol

Diferenças, em certas épocas do ano, no Hemisfério Norte e Hemisfério Sul em relação a posição do Sol.

- Slide 7

QUESTÃO 1

Como você talvez já saiba a Terra gira ao redor do Sol num movimento chamado translação e para dar uma volta completa ao redor do Sol gasta um ano e ao mesmo tempo ela gira sobre ela mesma (rotação) o que dá origem ao dia e à noite e faz com que pareça que é o Sol que está girando ao redor da Terra. Quantas voltas completas a Terra já deu ao redor do Sol desde o dia em que você nasceu?

É fácil, mas você tem que pensar!

A) A Terra deu um número de voltas igual à sua idade.
 B) A Terra deu 2X número de voltas da sua idade.
 C) A Terra deu metade do número de voltas da sua idade.
 D) A Terra deu 3x número de voltas da sua idade.

O professor deve apresentar a Questão 1 e aplicar aos alunos com o uso da ferramenta IPC, conforme o anexo A.

- Slide 8

HELIOCENTRISMO

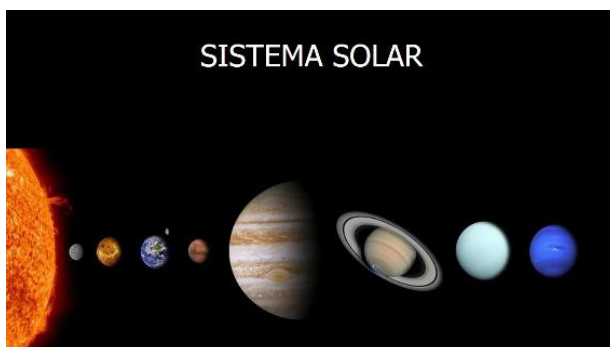
- ✓ Ideia iniciada na Grécia Antiga: Aristarco de Samos em 310 A.C.
- ✓ Nicolau Copérnico: Reintroduziu este modelo em 1543 com muito mais convicção.
- ✓ Galileu Galilei contribuiu para consolidar a ideia de que a Terra possuía movimento, quando demonstrou que não poderíamos sentir esse movimento pois tudo girava junto da Terra. Na época os geocentristas afirmavam que se soltássemos uma pedra verticalmente de uma Torre ela cairia longe da Terra caso ela tivesse em movimento.
- ✓ Galileu também percebeu que nem tudo girava em torno da Terra ao descobrir através da luneta as luas orbitando Júpiter. esma- quer a Terra se mova ou não.
- ✓ Ele foi submetido a um julgamento pela divulgação de suas ideias. Para não ser queimado vivo, viu-se obrigado a desmentir tudo através de uma confissão pública. Mesmo assim, foi condenado, permanecendo em prisão domiciliar até o fim de sua vida.



Galileu Galilei contribuiu para a aceitação do heliocentrismo, através de descobertas que reforçaram esse modelo, tais como, as luas que giravam em torno de Júpiter, indicando que nem tudo poderia girar em torno da Terra. Por causa da defesa convicta de que o Sol fica no centro do

Sistema Solar e que a Terra e os demais planetas se movem em torno do Sol, ele foi submetido a julgamento pela divulgação de suas ideias. Para não ser queimado vivo, viu-se obrigado a desmentir tudo através de uma confissão pública. Mesmo assim, foi condenado por heresia, permanecendo em prisão domiciliar até o fim de sua vida.

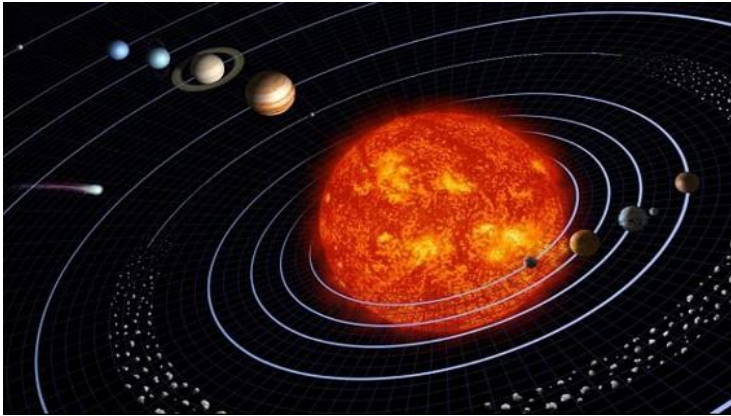
- Slide 9



Sistema Solar, sugestões sobre os planetas no site:

<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>

- Slide 10



Sistema Solar, sugestões sobre os planetas no site:

<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>

- Slide 11

Rotação: a Terra gira em torno do seu eixo.

MOVIMENTO DE ROTAÇÃO

- A Terra gira em torno do seu eixo
- Dias e Noites
- Duração: 24 horas
- O eixo é inclinado (23°), iluminação e aquecimento desiguais nos hemisférios Norte e Sul.
- A Terra completa sua rotação a cada 24 horas a uma velocidade de aproximadamente 1.700 quilômetros por hora.

Fonte: <http://www.ufrgs.br/astro/rota.html>

- Slide 12

O professor deve apresentar a Questão 2 e aplicar aos alunos com o uso da ferramenta IPC, conforme o anexo A.

QUESTÃO 2

"O que aconteceria se a Terra parasse de girar?"
Resposta na lata: tudo sairia voando!

"É impossível que o planeta pare de girar de modo abrupto, mas, se isso acontecesse, tudo aquilo que se encontra na superfície terrestre seria arrancado violentamente: as cidades, os oceanos e até o ar da atmosfera", afirma Rubens Machado, do departamento de astronomia da USP.(...) TANJI, T. Revista Galileu, 09 jun. 2015. Acesso em: 10 ago. 2015 (adaptado).

A consequência da hipótese acima apresentada deve-se pela combinação entre:

- A) a força da gravidade e o movimento de translação.
- B) a inércia e a alta velocidade de rotação terrestre.
- C) O eixo rotacional e o campo magnético da Terra.
- D) A massa da Terra e o alinhamento da órbita lunar.

MÓDULO 2

CAPÍTULO 6

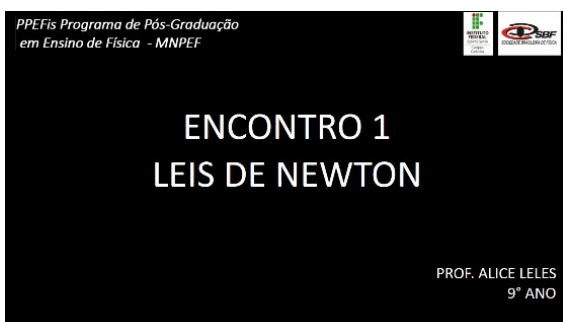
APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON (PARTE 1)



CAPÍTULO 6 – Aplicações das Leis de Newton – Parte 1

Este encontro tem o intuito de revisar o estudo das Leis de Newton desenvolvendo uma série de aplicações importantes e cotidianas. A primeira abordagem das Leis de Newton realizada no capítulo 4 foi mais centrada no estudo da queda livre e assim é necessário um aprofundamento, agora que os alunos já possuem algum conhecimento do assunto. Nesse processo, o professor deve sempre buscar dialogar com os alunos tornando-os mais ativos nas aulas.

- Slide 1



O professor deve iniciar o assunto que será abordado referente às Leis de Newton.

- Slide 2



Apresentação de quem foi Isaac Newton.


- Slide 3



Fenômenos cotidianos que envolvem as Leis de Newton: colisões, movimento com pouco atrito, rolamento, etc.

• Slide 4

Acidentes de automóveis:



- Quando ocorre uma colisão, o que acontece com a pessoa que está usando o cinto de segurança?
- E com a pessoa que não está usando cinto de segurança?
- Por que a pessoa que usa o cinto, não é projetada para frente?
- Por que a pessoa que não usa o cinto é projetada para frente?

Perguntas norteadoras a serem feitas para dialogar com os alunos quanto às colisões de automóveis com uso ou não de cinto de segurança.

• Slide 5

O professor deve apresentar a Questão 1 e aplicá-la aos alunos com o uso da ferramenta IPC, conforme o anexo A.

Questão 1

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:

- Antes e depois da colisão com a porta, há uma força para a direita empurrando você contra a porta.
- 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.
- Por causa da curva, sua tendência é cair para a esquerda.
- Há uma força para a esquerda e outra para a direita, empurrando você contra a porta.

• Slide 6

Qual é a função do Airbag nas colisões?



Abordagem com discussão da função dos *Airbag* nas colisões.

• Slide 7

1ª LEI DE NEWTON – LEI DA INÉRCIA

“Se nenhuma força resultante atuar sobre um corpo, ele permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (com velocidade constante).”

O estado de repouso ou de movimento em linha reta com velocidade constante são denominados de **ESTADOS DE EQUILÍBRIO DO CORPO.**

Explicação da Primeira Lei de Newton e seu enunciado e relação com os fenômenos apresentados.

• Slide 8



Conceitos de repouso e movimento e suas diferenças.

• Slide 9



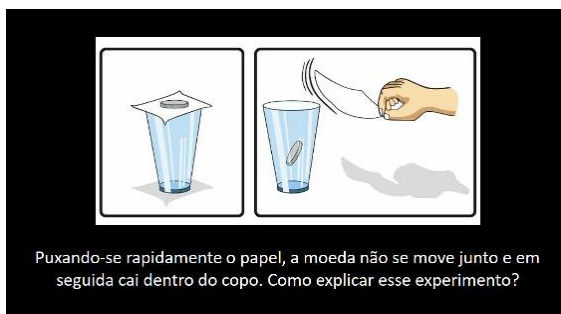
Questionamento. O que acontece quando se freia bruscamente uma bicicleta?

• Slide 10



Apresentação do experimento com um copo, uma moeda e um pedaço de papel

• Slide 11



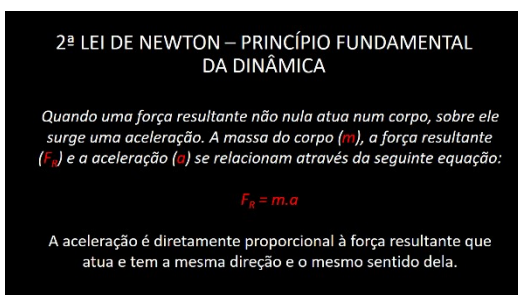
Puxando-se rapidamente o papel, a moeda não se move junto e em seguida cai dentro do copo. Como explicar esse experimento?

- Slide 12



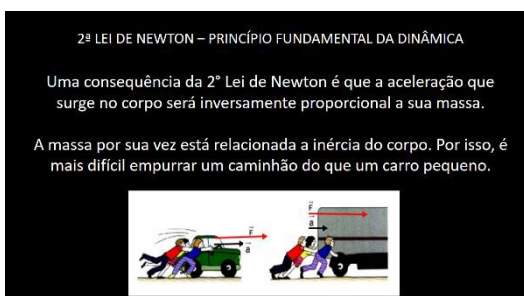
Quanto maior a massa de um corpo, maior a sua INÉRCIA.

- Slide 13



Explicação da Segunda Lei de Newton e seu enunciado e relação com os fenômenos apresentados.

- Slide 14



Exemplo de aplicação da Segunda Lei de Newton

- Slide 15




Massa x Inércia

Quando esses dois barcos mudarem seus estados de movimento, o que poderemos observar em relação ao tempo em que essa mudança ocorre?

• Slide 16

Questão 2
Um veículo segue em uma estrada horizontal e retilínea e o seu velocímetro registra um valor constante. Qual é a afirmativa correta?



A) A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.
B) A aceleração do veículo não é nula.
C) A força resultante que atua sobre o veículo tem o mesmo sentido da velocidade.
D) A força resultante atua no sentido contrário.

O professor deve apresentar a Questão 2 e aplicar aos alunos com o uso da ferramenta IPC, conforme o anexo A.

• Slide 17

**3ª LEI DE NEWTON
PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO**

“A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade. As ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos contrários.”

Explicação da Terceira Lei de Newton e seu enunciado e relação com os fenômenos apresentados.

• Slide 18

Como os foguetes se movimentam?
Como eles podem se deslocar no vácuo do espaço?



Questionamentos:
Como os foguetes se movimentam?
Como eles podem se deslocar no vácuo do espaço?

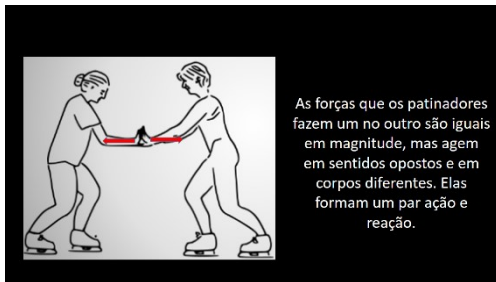
• Slide 19



A combustão dos gases impulsiona o foguete num sentido e os gases no sentido oposto. A força que os gases fazem no foguete (F_{12}) e a força que ejeta os gases (F_{21}), feita pelo foguete, constituem um par ação e reação.

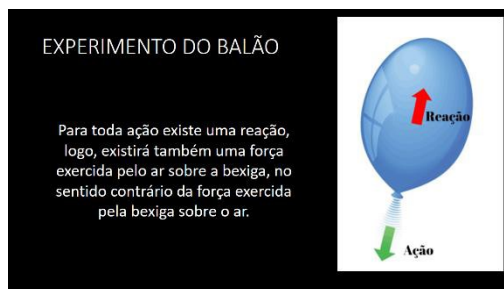
A combustão dos gases impulsiona o foguete num sentido e os gases no sentido oposto. A força que os gases fazem no foguete (F_{12}) e a força que ejeta os gases (F_{21}), feita pelo foguete, constituem um par ação e reação.

• Slide 20



As forças que os patinadores fazem um no outro são iguais em magnitude, mas agem em sentidos opostos e em corpos diferentes. Elas formam um par ação e reação.

• Slide 21



Para toda ação existe uma reação, logo, existirá também uma força exercida pelo ar sobre a bexiga, no sentido contrário da força exercida pela bexiga sobre o ar.

• Slide 22

O professor deve apresentar a Questão 3 e aplicar aos alunos com o uso da ferramenta IPC, conforme o anexo A.

Questão 3

Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

Considere a tirinha e supondo que o sistema se encontra em equilíbrio, é correto afirmar que, de acordo com a 3ª Lei de Newton:

- A força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que os meninos exercem sobre a corda formam um par ação-reação.
- A força que a Mônica exerce sobre o chão e a força que a corda faz sobre a Mônica formam um par ação-reação.
- A força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que a corda faz sobre a Mônica formam um par ação-reação.
- A força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que os meninos exercem sobre o chão formam um par ação-reação.

CAPÍTULO 7

ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES 2 - ATRITO, SIMULADORES E SONDAS ESPACIAIS



CAPÍTULO 7: Atrito, Simuladores e Sondas Espaciais

A proposta deste encontro é a realização, com os alunos, da segunda rotação por estações. Essas atividades podem ser adaptadas e aplicadas aos alunos na forma de encontros separados e também ser aplicada através da ferramenta *Google Forms* de modo *online*.

A seguir serão apresentados os detalhes das estações.

- **Estação 1: Disco Flutuante**
- **Estação 2: Simulador *Space Lander* (parte 1)**
- **Estação 3: Sonda *Voyager***

No uso do ensino híbrido com a Rotação por Estações de Trabalho – RET, os alunos deverão ser divididos em pequenos grupos ou duplas, criando um circuito no ambiente, no qual o aluno irá alternar nas atividades com mediação do professor.

Nesse modelo, são valorizados os momentos colaborativos e individuais. Após o tempo determinado de 20 minutos para cada estação, o professor deve informar aos alunos para trocarem de estação. Mais detalhe do método no anexo B deste material.

7.1 - Estação 1: Disco Flutuante

O roteiro abaixo deverá ser entregue aos alunos para leitura e construção do Disco Flutuante, o experimento será suporte para responder às questões.

Roteiro 1 – Estação 1

Recursos:

Balão

Cd velho

Cola quente ou cola super-resistente

Tampa de plástico

Chave Philips fina ou prego

Base conceitual do experimento:

O Princípio da Inércia, ou Primeira Lei de Newton, diz que "um objeto tende sempre a manter o seu estado de movimento, este podendo também ser o de repouso, se não houver a ação de forças externas". E o atrito, ou melhor, as forças de atrito, são na maioria dos casos, as responsáveis pelo fato de que não se observa comumente um objeto se deslocando continuamente sem a ação de uma outra força propulsora. Este experimento serve para mostrar que quando posto em movimento, um objeto desloca-se por distâncias maiores se são removidas fontes de atrito. Quanto menor o atrito maior será a distância percorrida. Se removermos todas as fontes de atrito, então é plausível que o objeto se desloque para sempre em linha reta com velocidade constante.

Objetivos:

Analisar a influência do atrito na alteração do estado de movimento de um corpo.

Ilustração do Experimento:



Na figura 7, ao lado, vemos o balão cheio de ar conectado ao CD através de uma tampa de plástico presa ao furo central do mesmo. Devemos colocar o sistema sobre uma mesa ou sobre um piso.

Figura 7 – Disco flutuante.

Atividades – Estação 1

1) Com o balão vazio, aplique uma força de pequena intensidade (pequenos petelecos) no disco flutuante e analise o trecho percorrido pelo disco. Assinale a alternativa correta:

- A – O disco flutuante vazio deslocou pequena distância.
- B – O disco flutuante vazio deslocou grande distância.
- C – O disco flutuante vazio não deslocou.
- D – O disco flutuante vazio foi acelerado.

2) Agora encha o balão com ar e aplique uma força de pequena intensidade (pequenos petelecos). Baseado nas Leis de Newton, o que acontece com o disco flutuante?

A – Quando o ar é liberado aumenta a distância percorrida e o atrito entre o disco e a superfície em que ele desliza.

B – Quando liberado, o ar contido no balão sai pela parte de baixo do disco e permite um aumento da distância percorrida, o disco em movimento tende a permanecer em movimento como diz a Primeira Lei de Newton.

C – Quando o ar é liberado diminui a distância percorrida e o atrito entre o disco e a superfície em que ele desliza.

D – Quando liberado, o ar contido no balão sai pela parte de baixo do disco e permite um aumento da distância percorrida, o disco em movimento tende a permanecer em movimento como diz a Segunda Lei de Newton.

3) Qual é a influência que o atrito exerce sobre o movimento do disco nos dois casos que analisou com o balão inicialmente vazia e depois cheia de ar?

A – Com balão vazio aumenta o atrito e o balão cheio diminui o atrito com a superfície.

B – Com balão vazio diminui o atrito e o balão cheio aumenta o atrito com a superfície.

C – Com o balão vazio ou o balão cheio não interfere o atrito com a superfície.

D – Nas duas situações, balão cheio e balão vazio, o atrito aumenta com a superfície.

4) Agora vamos comparar a situação 1, em que você realizou com o balão vazio, e a situação 2, em que você realizou com o balão cheio, das questões 1 e 2 respectivamente. Qual foi a diferença que aconteceu nas duas situações?

A – Com o balão vazio ou o balão cheio o deslocamento na superfície foi mesmo.

B – Com o balão cheio, o disco deslocou menor distância em relação ao balão vazio que o disco deslocou grande distância.

C – Com o balão vazio, o disco deslocou pequena distância por causa do atrito, já o balão cheio o disco deslocou grande distância que diminuiu o atrito com a superfície.

D – Com o balão vazio ou o balão cheio não houve deslocamento na superfície pelo disco.

5) Relacione a análise do experimento que fez você com a Segunda Lei de Newton, isto é, como essa lei pode explicar o resultado do experimento. Marque a alternativa correta:

A – Quando o ar é liberado do balão o disco entra em movimento uniformemente variado, e sua aceleração será proporcional à massa do disco e a quantidade de ar dentro do balão, que corresponderá à força aplicada sobre o disco.

B – Quando o ar é liberado do balão o disco entra em movimento uniformemente variado, e sua aceleração não será proporcional à massa do disco e a quantidade de ar dentro do balão, que corresponderá à força aplicada sobre o disco.

C – Quanto menor for a força (impulso) aplicada pelo ar contido no balão maior será a sua aceleração e conseqüentemente o alcance em distância pelo disco.

D – Quando o ar é liberado do balão o disco entra em movimento uniformemente acelerado, e sua aceleração será proporcional à massa do disco e a quantidade de ar dentro do balão, que corresponderá à força aplicada sobre o disco.

7.2 - Estação 2: Simulador *Space Lander* (parte 1)

Recursos:

Smartphone e Internet

Conteúdos:

Velocidade, força e aceleração. Tipos de movimento. Lei de Newton. Movimento no campo gravitacional da Lua e força de empuxo de um foguete.

Objetivos:

- Compreender como a 1ª Lei de Newton descreve um sistema em repouso com equilíbrio de forças e conseqüentemente força resultante nula.
- Perceber, dentro do contexto da 2ª Lei de Newton, a necessidade de termos uma força resultante não nula para gerar acelerações e conseqüentemente alterações nas velocidades de objetos.
- Entender as diferenças entre os movimentos MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) e MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado).
- Constatar que velocidade, aceleração e força são grandezas vetoriais e quais as características desse tipo de grandeza.
- Verificar como o módulo lunar se comporta na Lua.

Ferramenta:

Acesse o *Play Store* e baixe o aplicativo: *Space Lander*

<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.everydaygames.yass>

Características do Simulador – *Space Lander*:

Space Lander é uma simulação de pouso na superfície lunar. Os desafios são:

- A quantidade de combustível é limitada;
- A área de pouso é pequena;
- A velocidade de pouso deve ser a mais baixa possível;
- O módulo lunar deve estar em sua posição vertical no momento do pouso;
- O pouso deve ser o mais vertical possível.
- Deve-se tomar cuidado com os asteroides.

Comandos do Simulador:

Os controles para os comandos do simulador são:

<input type="button" value="LEFT"/>	Girar para a Esquerda	<input type="button" value="LIFT"/>	variar o módulo
<input type="button" value="RIGHT"/>	Girar para a Direita	<input type="button" value="LASER"/>	Raio laser para destruir os asteroides

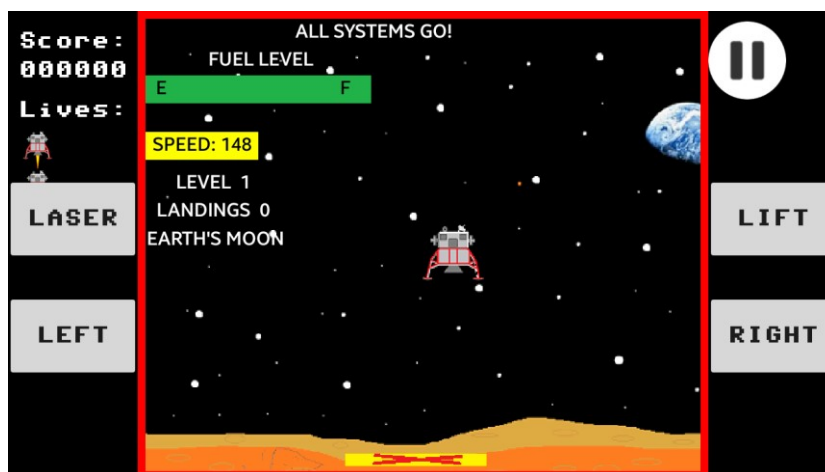


Figura 8: Imagem do Módulo Pouso Lunar.

Seguem os comandos:

- Para controlar o veículo toque nos botões esquerdo (LEFT) ou direito (RIGHT) para girá-lo.
- Toque em levantar (LIFT) para acionar o motor. Tenha cuidado para economizar combustível
- Sua defesa contra asteroides é um raio laser. Clique no botão LASER para disparar quando um asteroide se aproximar da espaçonave.

O jogo possui 3 níveis de dificuldades crescentes:

Você deve pousar 3 vezes no nível um e 4 vezes no nível 2 para avançar para o próximo nível. Cada pouso bem-sucedido oferece mais uma "vida" ou tentativa de pouso.

A atribuição de pontos segue os critérios:

Pontos ganhos por desembarque com sucesso: 500 x nível.

Pontos perdidos por acidente: 100 pontos.

Se um asteroide destruir a nave, você perde 150 pontos.

Agora você irá utilizar o simulador para responder as questões.

Atividades – Estação 2

1) Segunda Lei de Newton

Clique em iniciar e SEM ACIONAR OS COMANDOS LEFT, RIGHT E LIFT, observe o que acontece com o módulo lunar, com a sua velocidade e sua altitude. Agora responda as perguntas abaixo assinalando a alternativa que melhor descreve o que observou.

a) O que aconteceu com o módulo lunar e com sua altitude?

A – O módulo lunar é atraído pelo campo magnético da Lua e sua altitude diminui.

B – O módulo lunar é atraído pela força gravitacional da Lua e sua altitude diminui.

C – Pelo fato de a Lua não ter gravidade o módulo lunar simplesmente se desloca na direção em que é solto e sua altitude diminui.

D – A gravidade da Terra atrai a Lua e também o módulo Lunar, mantendo-os juntos e assim sua altitude diminui.

b) Depois que o jogo começou, mas ANTES DE VOCÊ ACIONAR OS COMANDOS LEFT, RIGHT E LIFT, o que aconteceu com a velocidade do módulo lunar?

A – Ela aumenta devido a ação da aceleração gravitacional da Lua.

B – Ela permanece constante pelo fato de a Lua não ter gravidade.

C – Ela permanece constante devido a ação da atmosfera lunar.

D – Ela aumenta devido a ação da aceleração gravitacional da Terra que atrai a Lua e o módulo lunar ao mesmo tempo.

c) DURANTE ESSA FASE EM QUE VOCÊ NÃO ACIONOU NENHUM COMANDO, como você descreveria esse movimento do módulo lunar?

A – MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) onde o valor da velocidade permanece constante.

B – MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado) onde o valor da aceleração varia no tempo devido à ação de uma força.

C – MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado) onde o valor da velocidade varia no tempo devido à ação de uma aceleração.

D – MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) onde o corpo permanece parado ou em movimento uniforme, como definido pela Lei da Inércia.

d) De acordo com a 2ª Lei de Newton toda aceleração é gerada por forças. Que força ou forças estão atuando no módulo lunar DURANTE ESSA FASE EM QUE VOCÊ NÃO ACIONOU NENHUM COMANDO?

A – Sobre o módulo lunar atuam duas forças, o peso e gravidade, só que de intensidades menores do que na Terra, pelo fato da Lua ter massa menor.

B – Pelo fato de a Lua não ter atmosfera, nenhuma força atua no módulo lunar e ele só se move devido a ação de seus foguetes.

C – Pelo fato de a Lua não ter gravidade somente as forças gravitacionais do Sol e da Terra atuam no módulo lunar causando aceleração nele.

D – A aceleração de descida do módulo lunar é causada pela força gravitacional entre ele e a Lua.

2) Segunda Lei de Newton

a) Suponha que você já se tornou um ótimo piloto e vai tentar estabilizar o módulo lunar, USANDO OS COMANDOS, para fazê-lo ficar parado próximo da superfície lunar, mas sem tocá-la. Assinale abaixo a afirmação correta para descrever tal situação.

A – Ela é impossível de ser realizada, pois a Lua não tem atmosfera para dar a sustentação necessária ao módulo lunar, de forma semelhante ao caso do helicóptero na Terra.

B – Pelo fato de a Lua não ter gravidade, isso será fácil de ser realizado, pois o módulo lunar ficará em repouso onde for colocado. Nesse processo, os propulsores serão necessários somente para o deslocamento do módulo e depois poderão ser desligados.

C – De acordo com a primeira Lei de Newton, a inércia impede que o módulo lunar fique em repouso antes de chegar na superfície, uma vez que já iniciou seu movimento de descida.

D – Essa situação é possível desde que a força dos propulsores para cima seja idêntica à força gravitacional da Lua para baixo. Assim, de acordo com a primeira Lei de Newton, o sistema deve permanecer em equilíbrio.

b) A Primeira Lei de Newton afirma que um corpo tende a permanecer em equilíbrio (repouso ou MRU) até que passe a atuar nele uma força resultante não nula. Identifique as forças que atuam no módulo lunar quando ele está em repouso na superfície da Lua. Qual é o valor da força resultante neste caso?

A – Sobre o módulo lunar atua somente a força gravitacional para baixo. A força resultante sobre ele é nula.

B – Sobre o módulo lunar atuam as forças gravitacional e peso para baixo. A força resultante sobre ele não é nula.

C – Sobre o módulo lunar atuam a força gravitacional para baixo e a força que a superfície lunar faz nele para cima. A força resultante sobre ele é nula.

D – Sobre o módulo lunar atuam a força peso para baixo e a força que a superfície lunar faz nele também para baixo. A força resultante sobre ele é nula.

c) Por que para uma decolagem, a partir da superfície, é necessário imprimir uma força de propulsão no módulo lunar?

A – Essa força de propulsão é necessária somente para anular a inércia do módulo lunar já que na Lua não temos atmosfera.

B – No solo lunar a força resultante sobre o módulo lunar é nula. Porém, para decolar, seus propulsores precisam superar a força gravitacional que a Lua faz sobre ele.

C – A força de propulsão dos foguetes é necessária apenas para superar o peso do módulo lunar, já que na Lua não há gravidade.

D – Na propulsão os foguetes empurram a superfície da Lua para baixo e esta reage empurrando o módulo lunar para cima e desta forma ele decola.

d) Suponha que o módulo lunar decolou da Lua e subiu continuamente até que, inesperadamente, o combustível acaba antes dele escapar do campo gravitacional. Assinale abaixo a resposta correta sobre o que vai acontecer:

A – No exato momento que o combustível acaba, o módulo lunar inverte sua velocidade e sua altitude começa a diminuir.

B – Mesmo após o combustível acabar a altitude continua aumentando, mas a velocidade vai diminuindo.

C – Quando o combustível acaba a altitude continua aumentando, mas a velocidade passa a ser constante.

D – Quando o combustível acaba a velocidade se anula e a altitude não varia mais com o módulo lunar ficando em repouso.

e) Suponha que o módulo lunar decole e inicie sua viagem de retorno para a Terra, utilizando o módulo de ascensão. Assinale a alternativa INCORRETA sobre seu movimento no retorno até a Terra:

A – Mesmo no espaço, longe da Lua e da Terra, o módulo lunar precisa manter seus propulsores ligados, caso contrário sua velocidade se anula e ele nunca retornará a Terra.

B – Se o módulo lunar não tiver combustível suficiente a força gravitacional da Lua o atrairá de volta e ele cairá em sua superfície.

C – Existe um ponto entre a Terra e a Lua onde as forças gravitacionais desses astros sobre o módulo lunar se anulam e a partir desse ponto o módulo será acelerado em direção à Terra.

D – Quando estiver fora do alcance da força gravitacional da Lua, o módulo lunar pode desligar seus propulsores, pois de acordo com a 1ª Lei de Newton, não é necessária uma força estar atuando para manter o objeto em movimento.

7.3 - Estação 3: Sonda *Voyager*

Texto 6 - Sonda Voyager

Você conhece uma sonda espacial?

Então, te apresento a sonda espacial Voyager 1, na figura 9 abaixo:



Figura 9: Imagem da Voyager 1.
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1

A Voyager 1 é uma sonda espacial norte-americana lançada ao espaço em 5 de setembro de 1977 para estudar os planetas gasosos Júpiter e Saturno, prosseguindo posteriormente para estudar o espaço interestelar. A figura 10 mostra a distância percorrida pela Voyager 1 até 2012, em relação às escalas das órbitas dos planetas exteriores e do planeta anão Plutão.



Figura 10: Trajetória e a posição da sonda Voyager 1 no Sistema Solar em 8 de fevereiro de 2012.
 Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1

Segundo uma informação oficialmente confirmada pela NASA, no dia 12 de setembro de 2013, essa sonda foi a primeira a atravessar a Heliopausa, considerada a fronteira do Sistema Solar e entrar no espaço interestelar (espaço entre as estrelas). Atualmente, essa sonda está a 146 UA (Unidade Astronômica) da Terra, sendo $1UA = 149600000 \text{ km}$ a distância média entre o Sol e a Terra.

A Voyager 2

O Programa Voyager consistiu no desenvolvimento de duas sondas de exploração interplanetária. A Voyager 2, mostrada na figura 11, foi lançada pouco tempo antes da Voyager 1, em 20 de agosto de 1977. A missão da Voyager 2 foi viajar até os quatro planetas gasosos, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, e depois seguir também para o espaço interestelar. Ambas as sondas ainda transmitem sinais para a Terra a quase 43 anos, desde 1977, graças ao gerador termoelétrico de radioisótopos que possuem, que transforma energia nuclear em energia elétrica e possui alta longevidade.

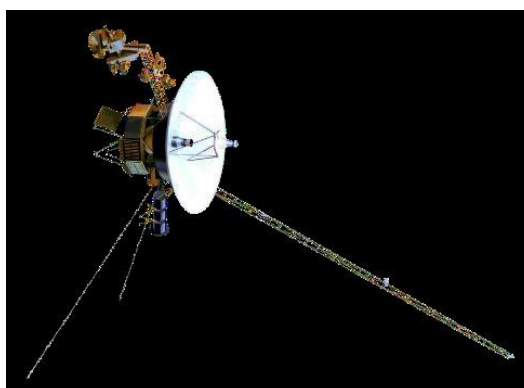


Figura 11: foto da Voyager 2. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_2

A Voyager 2 é o segundo objeto artificial mais distante da Terra e atualmente está a cerca de 120,4 UA da Terra e também já saiu do Sistema solar, atravessando a Heliopausa em novembro de 2018. A figura 12 mostra, de forma simbólica e fora de escala, as duas sondas, os planetas, a Heliosfera, a Heliopausa e a *Nuvem de Oort*.

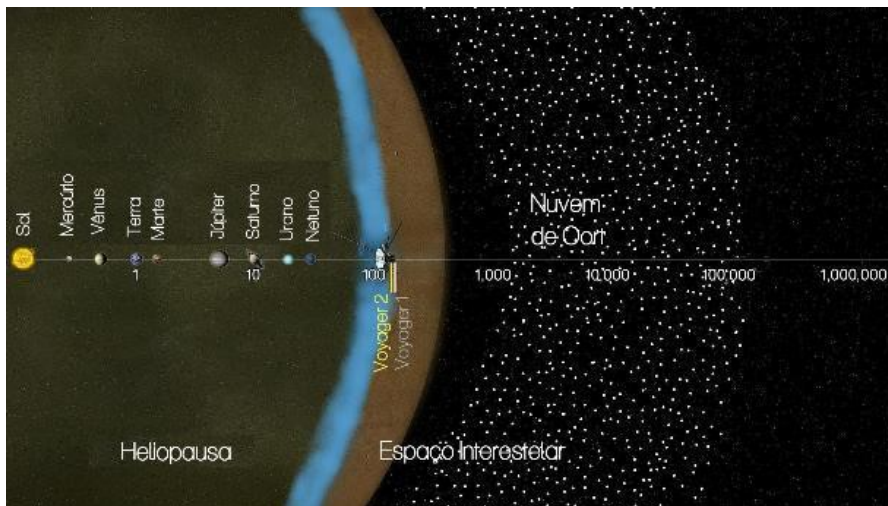


Figura 12: Imagem mostrando a Heliosfera, a Heliopausa, as sondas Voyager 1 e 2 e a Nuvem de Oort, com a distância mostrada em UA. Imagem: NASA/JPL-Caltech. Adaptada pelo autor. Fonte: <https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/?search=voyager+2&category=#submit>.

A Heliosfera é uma região que se estende do Sol até cerca de 120 UA dele e que forma uma bolha de gás ou plasma emitido pelo Sol através do vento solar. A Heliopausa é a fronteira dessa região com o meio interestelar, além da qual a quantidade de partículas do vento interestelar aumenta e do vento solar diminui. A Nuvem de Oort é uma região esférica, que envolve o Sol, formada por milhões de cometas e que se estende até aproximadamente 1 ano-luz ou 50000 UA, sendo 1 ano-luz a distância que a luz percorre em 1 ano. Essa nuvem está muito distante do Sol, a cerca de um quarto de distância até a estrela mais próxima, denominada de Próxima Centauri, que está a 4,2 anos-luz do Sol. As distâncias são tão imensas que as sondas levarão cerca de 300 anos para atingir a borda interna da Nuvem de Oort e possivelmente cerca de 30.000 anos para voar além dela e mesmo assim ainda não alcançarão as outras estrelas.

As descobertas das sondas em Júpiter

Durante a missão da Voyager 1 em Júpiter de janeiro a abril de 1979, várias descobertas importantes foram feitas sobre suas inúmeras luas, seu cinturão de

radiação e seu sistema de anéis. A sonda fez sua máxima aproximação em 5 de março de 1979, enquanto a Voyager 2 chegou no ponto mais próximo de Júpiter em 9 de julho do mesmo ano. A figura 5 mostra uma das fotos enviadas que mostra a turbulenta e complexa atmosfera de Júpiter, que possui uma tempestade gigante com diâmetro três vezes maior que o da Terra, denominada de Grande mancha Vermelha, já conhecida dos astrônomos desde 1665.



Figura 13: Júpiter e sua Grande Mancha Vermelha, uma tempestade maior do que a Terra . Voyager 1. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1.

Uma das descobertas mais surpreendentes foi a atividade vulcânica na lua Io, a mais interna das quatro principais luas de Júpiter. Conforme a figura 14, em Io foram encontrados nove vulcões ativos em erupção e quatro meses depois, a Voyager 2 descobriu que oito deles ainda estavam ativos. Para grande surpresa de todos, um anel fino e empoeirado também foi descoberto em torno de Júpiter.

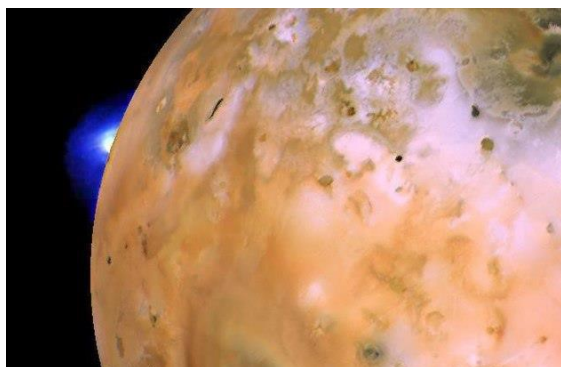


Figura 14: Fluxo de lava ricos em enxofre do vulcão de Ra Patera em Io. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1.

As descobertas em Saturno

Em Saturno as sondas confirmaram que seus anéis são constituídos essencialmente por uma mistura de gelo, poeira e material rochoso, conforme figura 15 e têm espessuras que não ultrapassam 1,5 km.

A Voyager 1 descobriu três novos satélites naturais que foram denominados de Atlas, Prometeu e Pandora, estando os dois últimos bem próximos do anel, como é mostrado na figura 16, tendo ambos diâmetros de cerca de 80 km de extensão. Saturno é o planeta do Sistema Solar com o maior número de luas ou satélites naturais (82 luas) e os principais são mostrados na figura 17.

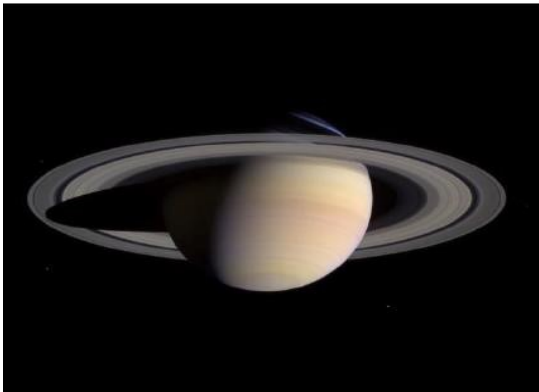


Figura 15: Anéis de Saturno.
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1

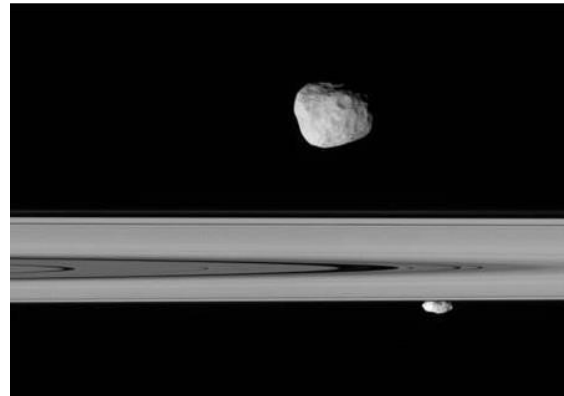


Figura 16: Prometeu em cima e Pandora abaixo de um dos anéis de Saturno
Fonte: <https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/?search=cassini&category=#submit>.



Figura 17: Satélites de Saturno.
Fonte: <http://jovemastronomo.wdfiles.com/local--files/saturno/saturno-luas-familia00.jpg>.

Urano e Netuno

Antes de sair do Sistema Solar a Voyager 2 ainda passou por Urano, ver na figura 18 e por Netuno, conforme figura 19, registrando muitas fotos e descobertas



Figura 18: Foto de Urano.

Fonte:

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Urano_\(planeta\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Urano_(planeta))



Figura 19: Fotografia feita pela sonda Voyager 2 ao passar pelo planeta Netuno em 1989.

Fonte:

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Netuno_\(planeta\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Netuno_(planeta))

Explorações fora do Sistema Solar

Após a sua missão planetária, a Voyager 1 iniciou a fase de exploração das fronteiras do Sistema Solar denominada *Voyager Interstellar Mission* (VIM), que propõe o estudo da Heliosfera e da Heliopausa. Os cientistas esperavam que a comunicação com a sonda se perca por volta da década de 2020. Contudo ambas as Voyagers estão agora indo para a fronteira externa do Sistema Solar, talvez mandando informações por algum tempo ainda.

Referências:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Voyager_1.

<http://astro.if.ufrgs.br/solar/voyager.htm>

Atividades – Estação 3

1) Qual foi a missão principal da sonda espacial Voyager 1?

A – Estudar somente os planetas mais distantes do Sistema Solar Urano e Netuno e depois o espaço interestelar.

B – Estudar o cinturão de asteroides situado entre as órbitas de Marte e Júpiter.

C – Estudar somente os planetas rochosos Marte, Vênus e Mercúrio.

D - Estudar os planetas gasosos Júpiter e Saturno e em seguida o espaço interestelar.

2)As sondas espaciais Voyager 1 e Voyager 2 realizaram várias descobertas importantes em Júpiter. Dentre as alternativas abaixo assinale a única correta sobre essas descobertas.

A – As sondas descobriram as quatro grandes luas de Júpiter Europa, Ganimedes, Calixto e Io até então desconhecidas.

B – As sondas descobriram uma grande mancha vermelha em Júpiter maior do que a Terra.

C – As sondas descobriram atividade vulcânica na Lua Io e um anel fino e empoeirado ao redor de Júpiter.

D – As sondas descobriram que o planeta Júpiter possui um oceano de água líquida.

3)Qual é a fonte de energia das sondas Voyager 1 e 2?

A – Visto que no vácuo do espaço não existe resistência do ar, elas não utilizaram fonte nenhuma de energia além da propulsão inicial necessária para lançá-las a partir da Terra.

B – Por estarem longe do Sol e não poderem captar energia solar em quantidade suficiente, elas utilizaram um gerador termoelétrico de radioisótopos, que transforma energia nuclear em energia elétrica.

C – Pelo fato de viajarem para uma região longe do Sol essas sondas utilizaram combustíveis fósseis.

D – Pelo fato de viajarem para uma região próxima do Sol essas sondas utilizaram energia solar.

4)Como as sondas espaciais podem viajar no espaço por tantos anos sem precisar ligar seus propulsores?

A – Isso só foi possível pois essas sondas foram lançadas em direção aos planetas gigantes Júpiter e Saturno, que devido a sua imensa gravidade atraíram essas sondas.

B – Como elas viajaram na direção oposta do Sol, elas foram empurradas para fora do Sistema Solar pela radiação do vento solar emitida pelo Sol.

C – Pelo fato de serem feitas de aço, essas sondas foram atraídas pelos intensos campos magnéticos dos planetas Júpiter e Saturno.

D – No espaço interplanetário e interestelar não há forças de resistência e a força resultante na sonda é praticamente nula, de tal forma que ela se move devido à sua inércia e ao impulso inicial.

5) Geralmente quando as sondas espaciais se aproximam dos planetas é necessário fazer correções de rotas para conseguir tirar melhores fotos ou impedir que a sonda se perca no espaço ou que sejam atraídas e caiam no planeta. Explique, baseado nas leis da Física, como as sondas podem executar essas manobras no vácuo do espaço?

A – Em concordância com a segunda Lei de Newton, a força gravitacional do planeta, do qual ela se aproxima, gera uma aceleração inversamente proporcional a sua massa e desta forma as manobras são realizadas.

B – Em concordância com a primeira Lei de Newton, a toda ação existe uma reação de igual intensidade, mesma direção e mesmo sentido. Assim, nessas manobras as sondas ejetam materiais gasosos, realizando os movimentos.

C – Em concordância com a terceira Lei de Newton, a toda ação existe uma reação de igual intensidade, mesma direção e sentido oposto. Assim, nessas manobras, as sondas ejetam materiais gasosos num sentido e se deslocando no sentido oposto.

D – Pela Lei da ação e reação a nave só consegue realizar manobras quando se move dentro de um meio externo e assim, ao se aproximar do planeta e entrar em sua atmosfera, ela pode acionar seus propulsores e realizar as correções de rota.

CAPÍTULO 8

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON (PARTE 2)



Astronauta *Buzz Aldrin*

CAPÍTULO 8: Aplicações das Leis de Newton – Parte 2

Neste encontro, daremos continuidade às aplicações das Leis de Newton reforçando situações problema conceituais. O professor deverá entregar o texto abaixo que será discutido na aula dialogada seguinte.

TEXTO 7 - PRIMEIRA LEI DE NEWTON

A primeira lei de Newton, também conhecida como **Princípio da Inércia**, afirma que:

“Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou em movimento retilíneo uniforme, caso a soma das forças que atuem sobre ele se anule, isto é, se a força resultante sobre o corpo for nula”.

Esta lei foi concebida pelo físico inglês Isaac Newton em 1687 a partir de observações feitas pelo italiano Galileu Galilei e juntamente ao princípio fundamental da dinâmica (2ª Lei de Newton) e à lei da ação e reação (3ª Lei de Newton), constituem o conjunto de leis que fundamentam a base teórica da **Mecânica Clássica ou Mecânica Newtoniana**.

Como percebemos a inércia?

“A inércia é definida como a tendência natural de um corpo de manter o estado de repouso ou de movimento em linha reta com velocidade constante.”

Essa descoberta permitiu entender diversos fenômenos. Seguem alguns exemplos de nosso cotidiano:

a) Um ônibus acelerando: Quando um ônibus, inicialmente em repouso em relação à Terra, dá uma arrancada acelerando para frente com aceleração (**a**), os passageiros por inércia tendem a permanecer em repouso. Como consequência, uma pessoa de pé dentro ônibus, que não esteja se segurando muito bem, é projetada para trás conforme mostrado na figura 20.



Figura 20: Um passageiro sendo projetado para trás quando um ônibus, inicialmente em repouso, acelera para frente.

Fonte: <https://fisica220v.wordpress.com/2017/11/13/as-leis-de-newton-parte-2/>.

b) Um ônibus freando: Quando um ônibus em movimento em linha reta com velocidade constante (V) de repente freia, os passageiros por inércia tendem a permanecer em movimento. Como consequência, uma pessoa de pé dentro ônibus, que não esteja se segurando muito bem, é projetada para frente conforme mostrado na figura 21. A desaceleração é representada como uma aceleração (a) oposta à velocidade.



Figura 21: Um passageiro sendo projetado para frente quando um ônibus, inicialmente em movimento em linha reta com velocidade constante, de repente freia.

Fonte: <https://fisica220v.wordpress.com/2017/11/13/as-leis-de-newton-parte-2/>

c) O maior Chapéu Mexicano do mundo: Podemos também sentir a inércia quando estamos sentados dentro de um brinquedo de parque de diversões que gira em alta velocidade. Devido a inércia, os corpos tendem a se movimentar em linha reta e como as cadeiras com as pessoas estão presas por cabos e obrigados a girar, as pessoas se sentem projetadas para fora como mostra a figura 22.



Figura 22: Num brinquedo de parque de diversões que gira, o passageiro está sendo projetado para fora. Fonte: <https://twitter.com/agorasabe/status/782633211927138304>.

DEFINIÇÃO E TIPOS FORÇAS

“Uma força é o agente físico que pode alterar o estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme de um corpo, vencendo assim sua inércia ou de manter o sistema em equilíbrio se anulando com outras forças.”

Como calcular a força Peso ou força da gravidade?

Vamos analisar o exemplo de um objeto caindo. A figura 23 mostra que a **força peso (P)** acelera o objeto para baixo tirando-o do repouso com aceleração da gravidade (**g**). Essa força é a atração gravitacional que a Terra faz no objeto e possui direção e sentido sempre apontando para o centro do planeta.

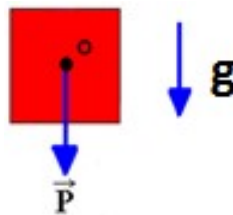


Figura 23: Objeto caindo devido à ação da força peso **P** e adquirindo a aceleração da gravidade (**g**) de queda. Fonte: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/forca-atrito-estatico.html>

A força peso pode ser calculada através da equação:

$$P = m \cdot g$$

P: Peso (N)
m: massa (kg)
g: aceleração da gravidade (m/s^2)

onde a massa pode ser medida em quilograma (kg), a aceleração em m/s^2 e a força peso em Newton (N).

Aqui é importante entender que massa e peso grandezas diferentes, sendo a massa de um objeto uma grandeza constante pois só depende da quantidade de matéria e o peso uma grandeza que depende da gravidade local. Por exemplo, próximo da superfície da Terra a aceleração da gravidade é $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$ e próximo da superfície da Lua vale $g_L = 1,6 \text{ m/s}^2$. Assim o astronauta na Lua (ver figura 24) pesa cerca de 6 vezes menos do que na Terra e tem dificuldade para andar.

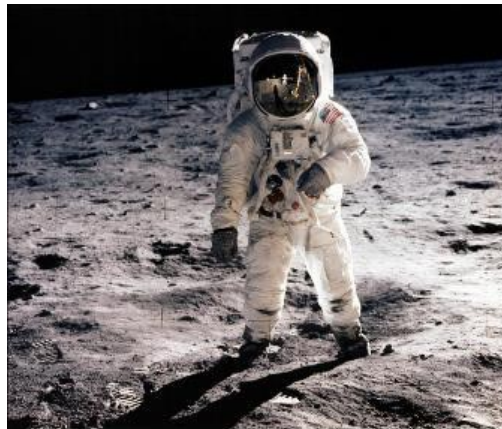


Figura 24: O astronauta Buzz Aldrin foi o segundo homem a pisar na Lua.

Fonte: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2019/07/16/interna_ciencia_saude,771171/homem-na-lua-ha-50-anos-a-apollo-11-era-lancada-rumo-ao-satelite.shtml

Quais são as forças que mantêm um objeto em equilíbrio numa superfície horizontal?

Na figura 25, temos um objeto em repouso numa superfície horizontal, onde atuam duas forças. A força peso P para baixo exercida pela gravidade da Terra e a denominada **força Normal (N)** para cima exercida pela superfície e que impede o objeto de cair.

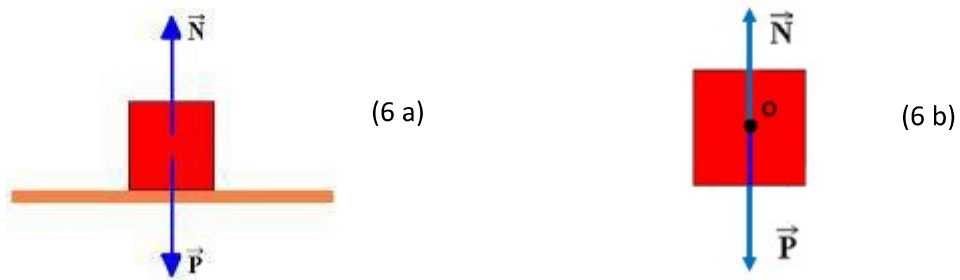


Figura 25: Objeto em repouso numa superfície horizontal submetido a duas forças, o peso P e a normal N . Fonte: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/forca-atrito-estatico.html>

Cada átomo do objeto tem seu peso, mas essa força pode ser representada como se estivesse atuando no centro de massa do objeto (ver Ponto **O** na figura (6b)). Geralmente elas são representadas como na figura (6a), mas a figura (6b) mostra de forma bem clara que a força normal é a soma das forças que atuam na superfície inferior do objeto. Como o objeto se encontra em repouso, as duas forças se anulam ($P = N$) e a força resultante é nula.

O peso P e a normal N sempre se anulam?

A resposta é não, pois o peso sempre aponta para baixo e a normal é perpendicular à superfície e nem sempre tem o mesmo valor do peso. Como exemplo temos o plano inclinado da figura 26.

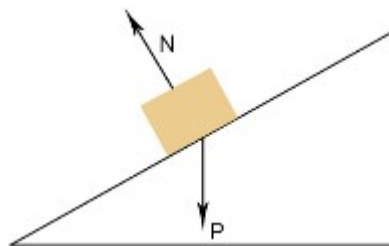


Figura 26: No plano inclinado o peso e a normal não são mais opostos e nem se anulam. Fonte: <https://www.stoodi.com.br/blog/2018/08/20/plano-inclinado/>

É possível eliminar o atrito?

No Jogo de *Air-Hockey* ou Hóquei de ar, dois jogadores disputam pontos batendo com seus tacos em um pequeno disco que desliza numa mesa. Uma espécie de “colchão de ar”, formado pelo ar comprimido saindo de furinhos sobre a mesa mantém o disco suspenso impedindo seu contato com a mesa, praticamente eliminando o atrito e permitindo que o disco se desloque quase sem perda de energia (ver figura 27 e 28).

Sem o atrito o disco se mantém em movimento retilíneo uniforme até colidir com as bordas da mesa ou ser rebatido pelo oponente.



Figura 27 e 28: Imagens de um jogo de Hóquei de ar e de uma mesa desse jogo onde um disco se desloca quase sem atrito.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/H%C3%B3quei_de_ar

O que acontece se o sistema de ar comprimido for desligado?

Neste caso além das forças peso P e normal N teremos também uma força de atrito como mostrado na figura 29, se opondo ao movimento.

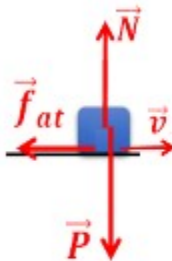


Figura 29: Um objeto inicialmente se deslocando sendo freado pela força de atrito cinética.

Fonte: http://www.fismatica.com.br/Fisica/Site/Mecanica/Dinamica/Forcas/Dinamica_Forcas_Forca_de_Atrito.html.

A força resultante agora é a força de atrito e o estado de movimento do objeto se altera com a redução da velocidade até atingir o repouso.

Do que depende a inércia de um corpo?

Quanto maior for a massa de um corpo, maior será a sua inércia e conseqüentemente maior será a força necessária para alterar o seu estado de movimento. Quem já fez compra de supermercado percebeu isso, pois à medida que vai enchendo o carrinho

vai ficando mais difícil empurrá-lo, embora nesse caso também esteja atuando a força de atrito (ver figura 30).



Figura 30: Quanto mais cheio o carrinho de compras maior a inércia do carrinho.
Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-newton.htm>

Existe algum movimento com atrito nulo?

As viagens das sondas espaciais quando estão muito distantes dos planetas podem ser consideradas praticamente movimentos na ausência completa de forças de resistência e de atrito. Na figura 12 são mostradas cinco sondas espaciais que já estão muito distantes da região interna do Sistema Solar. Nessa região a Voyager 1, a Voyager 2, a Pioneer 10, a Pioneer 11 e a New Horizons, praticamente viajam em linha reta com velocidade constante sem a necessidade de ligar os propulsores.



Figura 12: O Cinturão de Kuiper, localizado além da órbita de Netuno, é composto principalmente por corpos celestes de gelo. Fonte: NASA/JHUAPL/SWRI/MAGDA SAINA.

2º LEI DE NEWTON

A **segunda lei de Newton**, também conhecida como **princípio fundamental da dinâmica**, afirma que:

“Se houver uma força resultante não nula atuando sobre um corpo, ela será igual ao produto de sua massa pela aceleração gerada”.

Essa lei pode ser expressa através da seguinte equação:

$$F_R = m \cdot a$$

onde F_R é a força resultante, m é a massa e a é a aceleração do objeto.

Como calcular a força resultante?

A força é uma grandeza vetorial e deste modo ela tem intensidade (módulo), direção e sentido, e este fato deve ser levado em conta ao calcular a força resultante. Por exemplo, na figura 31 estão atuando 4 forças, sendo duas na direção vertical (o peso P e a normal N) e duas na direção horizontal (a força motora F e a força de atrito F_{at}).

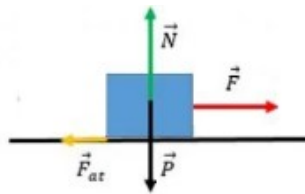


Figura 31: Objeto sendo puxado pela força motora F , atuando também o peso P , a normal N e a força de atrito F_{at} . Fonte: <https://cursoenemgratuito.com.br/forca-resultante/>

Ao calcular a força resultante podemos adotar a convenção de que forças para cima e para a direita são positivas e forças para baixo e para a esquerda são negativas. Desta forma, temos:

- O peso e a normal se anulam por terem a mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos, isto é, $P - N = 0$.
- A força resultante será horizontal para a direita pois a força motora é maior do que a força de atrito. A força resultante será: $F_R = F - F_{at}$.
- Consequentemente a aceleração será positiva, isto é, para a direita.

Qual a influência da massa sobre a aceleração?

A aceleração gerada pela força resultante será inversamente proporcional à massa ou à inércia do objeto. A figura 32 mostra dois objetos de massas diferentes, um carro

e um caminhão, sendo empurrados pela mesma força e adquirindo acelerações inversamente proporcionais às suas massas.

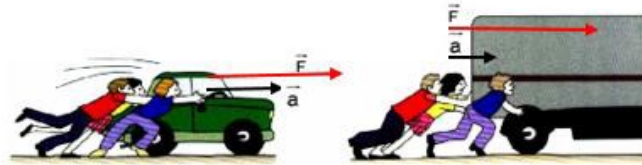


Figura 32: Um carro e um caminhão sendo empurrados pela mesma força apresentando acelerações inversamente proporcionais às suas massas. Adaptada pelo autor.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/nuno.jose.duarte/newton-1384410>.

Como atua a Força Gravitacional entre os astros do Sistema Solar?

A denominação de força peso é usada para os objetos que estão próximo a superfície da Terra ou de outro planeta. Para calcular a força gravitacional entre quaisquer duas massas, por exemplo entre a Terra e a Lua ou entre a Terra e o Sol deve-se usar a Lei da Gravitação Universal de Newton, que afirma o seguinte:

“Dois corpos atraem-se com uma força diretamente proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa.”

Através dessa Lei da Gravitação Universal e das três leis de Newton é possível descrever todo o funcionamento do Sistema Solar, por exemplo, compreendendo porque as órbitas são elípticas e também fazer cálculos precisos de envio de naves espaciais em viagens.

Referências:

<https://fisica220v.wordpress.com/2017/11/13/as-leis-de-newton-parte-2/>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Leis_de_Newton

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica/leisdenewton.php>

https://pt.wikipedia.org/wiki/H%C3%B3quei_de_ar

[org/wiki/H%C3%B3quei_de_ar](https://pt.wikipedia.org/wiki/H%C3%B3quei_de_ar)

Será que você consegue responder a essas questões? Teste seu conhecimento.

Questão 1: Porque é tão difícil ficar em pé dentro do ônibus sem se apoiar? Explique baseado nas leis de Newton?

Questão 2: Imagine que você virou um astronauta e que estará participando de uma expedição da NASA, que vai te levar para a Lua. Calcule o seu peso na Lua.

Questão 3: Você já jogou o esporte *Air Hockey* ou Hóquei de ar? Por que nesse jogo o disco se desloca em velocidade constante?

Questão 4: Por que as sondas ao viajarem pelo espaço não tem necessidade de ligar os propulsores?

Questão 5: Porque é tão difícil empurrar um caminhão quebrado? O que a Física diz sobre isso?

Questão 6: Quais são as Leis que são usadas para planejar as viagens espaciais?

Questão 7: A força gravitacional e a força peso são forças iguais ou diferentes? Explique porquê.

Atividades – Aplicações Leis de Newton

1) Baseado nas Leis de Newton, por que é tão difícil ficar em pé dentro de um ônibus em movimento, sem se segurar?

A – Devido à Lei da Inércia, quando o ônibus está se deslocando, o seu movimento nunca interfere nos passageiros e assim eles só procuram sentar-se por comodidade.

B – Quando o ônibus freia o passageiro é projetado para frente, já quando o ônibus acelera o passageiro é projetado para trás e esses comportamentos estão de acordo como a Primeira Lei de Newton.

C – Quando o ônibus freia o passageiro é jogado para trás, já quando o ônibus acelera o passageiro é jogado para frente e assim os passageiros sempre acompanham o movimento do ônibus permanecendo no seu interior.

D – Quando o ônibus faz uma curva os passageiros que estão em pé precisam se segurar muito bem, caso contrário seriam lançados no mesmo sentido da curva, isto é, se a curva for para a direita eles serão lançados para a direita e assim por diante. Este fenômeno está de acordo com a segunda Lei de Newton.

2) Imagine que você virou um astronauta e que estará participando de uma expedição da NASA, que vai te levar para a Lua. Sabendo-se que as acelerações da gravidade nas superfícies da Lua e da Terra são, respectivamente, $g_{\text{Lua}} = 1,6\text{m/s}^2$ e $g_{\text{Terra}} = 10\text{m/s}^2$, como seria seu peso na Lua em comparação com o seu peso na Terra?

A – Aproximadamente 6 vezes maior.

B – Zero.

C – Aproximadamente 6 vezes menor.

D – Igual ao seu peso na Terra.

3) Por que no esporte *Air Hockey* ou Hóquei de ar, o disco se desloca com velocidade aproximadamente constante?

A – O “colchão de ar” formado pelo ar comprimido, não permite que o disco toque na mesa e assim ele continua a se mover sem parar até que uma força atue sobre ele.

B – O ar comprimido saindo dos furinhos sobre a mesa aumenta o atrito, permitindo que o disco se desloque quase sem perda de energia.

C – Sem o atrito o disco se mantém em movimento retilíneo uniformemente variado até colidir com as bordas da mesa ou ser rebatido pelo outro jogador.

D – Um objeto deslizando sobre uma mesa perde velocidade por ação da força resultante do atrito atuando entre ele e a mesa e nesse esporte o ar comprimido impulsiona o disco mantendo sua velocidade.

4) Considere a situação em que o mesmo grupo de pessoas precisa empurrar primeiro um carro pequeno e depois um caminhão, estando ambos os veículos quebrados. Assinale a alternativa que descreve de forma incorreta essa situação.

A – A massa do caminhão é maior do que a massa do carro e pela Segunda Lei de Newton a força necessária para acelerar um objeto é proporcional à sua massa. Isso explica a maior dificuldade em empurrar o caminhão.

B - A Lei da Inércia diz que, quanto maior a massa do corpo, maior a sua inércia, por isso é mais difícil deslocar o caminhão do que o carro pequeno.

C – A maior dificuldade em empurrar o caminhão não se deve à sua maior massa e sim somente ao maior atrito em seus eixos menos lubrificados.

D – Caso a mesma força seja aplicada ao carro e ao caminhão, o primeiro adquirirá uma aceleração maior pois esta grandeza é inversamente proporcional à massa.

5) Analisando os conceitos de força gravitacional e força peso é possível concluir que:

A – São forças de naturezas e valores diferentes, que provocam a queda dos corpos colocados próximos da superfície da Terra.

B – São forças de naturezas diferentes, porém de mesmo valor, que explicam a queda dos corpos colocados próximos da superfície dos planetas.

C – A força peso mede a quantidade de matéria do objeto enquanto a força gravitacional mede a quantidade de gravidade do objeto.

D – A força peso é a designação utilizada para referir-se à força gravitacional entre um astro, por exemplo um planeta ou a Lua e um objeto relativamente próximo de sua superfície. Assim trata-se da mesma força.

Agora retomando as Leis de Newton, segue sugestões ao professor com os enunciados das Leis de Newton e aplicar as questões abaixo.

• Slide 1

1ª LEI DE NEWTON – LEI DA INÉRCIA

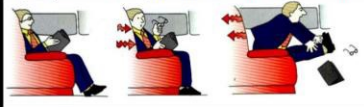
“Se nenhuma força resultante atuar sobre um corpo, ele permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (com velocidade constante).”

Os estados de repouso e de movimento em linha reta com velocidade constante são denominados de **ESTADOS DE EQUILÍBRIO DO CORPO.**

• Slide 2

Questão 1

Analisando as 3 imagens abaixo, assinale a alternativa correta, sabendo-se que na 1ª nada acontece ao passageiro, na 2ª ele é pressionado contra a poltrona e na 3ª ele cai para frente.



A) Na 1ª o avião com certeza ainda está em repouso no solo. Na 2ª o avião está acelerando e na 3ª ele está freando.


B) Na 1ª o avião com certeza está em repouso ou possui velocidade constante, na 2ª o avião está acelerando e na 3ª uma força empurra o passageiro para frente.

C) Na 1ª o avião com certeza está num estado de equilíbrio, na 2ª o avião está acelerando empurrando o passageiro para a frente e na 3ª, devido a inércia o passageiro cai para frente, quando o avião freia.

D) Os desenhos não refletem a realidade uma vez que é impossível para uma pessoa dentro de um avião com as janelas fechadas perceber se o avião está ou não acelerando.

• Slide 3

Questão 2



A figura mostra imagens de um teste de colisão realizado com bonecos. A foto A revela o momento exato da colisão do carro contra um muro com velocidade $V=56\text{km/h}$. As fotos B, C e D são imagens sequenciais da colisão.

O motorista, que usa cinto de segurança, fica espremido entre o banco e o volante. A criança, que estava sentada no banco da frente, ao lado do motorista, bate no para-brisa e é arremessada para fora do carro. Com relação às Leis de Newton, podemos afirmar:

a) Embora seja recomendado, não é necessário que os passageiros sentados na parte traseira do carro usem cinto de segurança pois, por estarem mais longe da região da colisão, não são afetados pela rápida mudança de velocidade do carro.

b) Em razão da inércia, todos os passageiros do carro são “projetados para frente”, conforme se observa nas fotos B, C e D, e por essa razão, o uso do cinto de segurança é obrigatório a todos.

c) O cinto de segurança contribui para reduzir a desaceleração abrupta do carro durante a colisão e por isso é obrigatório a todos.

d) Nos carros modernos, o atrito entre o banco e os passageiros juntamente com o Airbag, podem substituir a necessidade do cinto de segurança, sendo suficientes para impedir que eles sejam arremessados para frente.

• Slide 4


2ª LEI DE NEWTON – PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

“Quanto maior a massa de um corpo, menor é a aceleração que determinada força imprime nele; e, quanto maior a massa, maior a força necessária para imprimir determinada aceleração.”

A aceleração que um corpo adquire é diretamente proporcional à força resultante que atua e tem a mesma direção e o mesmo sentido dessa força.

• Slide 5

Questão 3
A partir da figura abaixo podemos concluir que:



A) De acordo com a segunda lei de Newton a aceleração e a força resultante tem o mesmo sentido se o sistema estiver acelerando e sentidos opostos se o sistema estiver freando.
B) Se a força resultante num sistema aumentar a aceleração aumenta na mesma proporção, independente de variarmos a massa.
C) A aceleração de um objeto é proporcional à força resultante atuando nele e é inversamente proporcional à massa dele, sendo este princípio definido como a primeira lei de Newton.
D) Dobrando a força resultante atuante num objeto, a velocidade com que ele se desloca é imediatamente dobrada.

• Slide 6

Questão 4
Um dos principais argumentos a favor do Sistema Geocêntrico de mundo (Terra em repouso no centro do Universo), defendido pelos aristotélicos, era de que se a Terra estivesse se movendo, seu movimento faria com que os corpos não presos à sua superfície, tais como as nuvens, os pássaros, e os corpos atirados para cima, etc., ficariam para trás.
E como isso não é observado, a Terra estaria em repouso. Qual das alternativas abaixo pode invalidar o raciocínio acima exposto?

A) As velocidades de rotação e translação da Terra são pequenas demais para esses efeitos citados acima serem notados, embora existam.
B) As velocidades de rotação da Terra em torno do seu eixo e de translação em torno do Sol são sempre opostas, tal que apesar de altas, tem seus efeitos cancelados.
C) Todas as coisas que estão na Terra, presas ou soltas em sua superfície, incluindo sua atmosfera, compartilham a mesma velocidade de rotação em torno do eixo e de translação em torno do Sol.
D) O efeito não é observado pois os ventos e a gravidade impedem que as nuvens, pássaros e objetos lançados ao ar sejam jogados no sentido oposto ao movimento da Terra.

• Slide 7

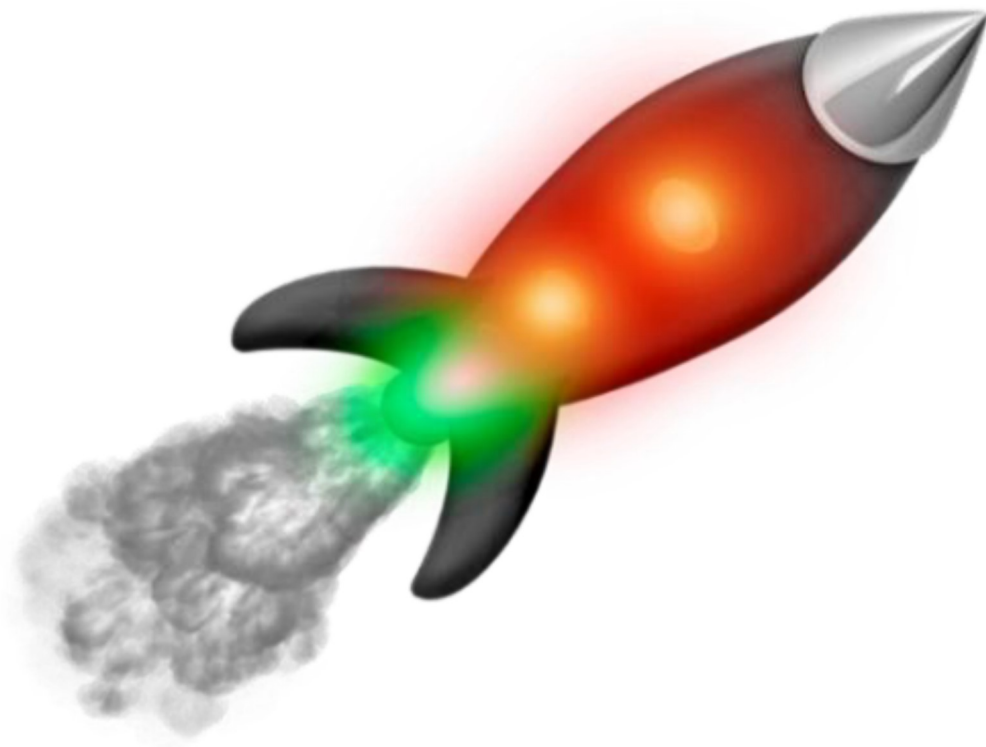
Questão 5
Os planetas do Sistema Solar têm diâmetros, massas e densidades variadas, tal que as acelerações da gravidade em suas superfícies são, em geral, diferentes como mostrado na tabela ao lado. Como consequência disso é correto afirmar:

Júpiter	24,79 m/s ²
Netuno	11,15 m/s ²
Saturno	10,44 m/s ²
Terra	9,78 m/s ²
Vênus	8,87 m/s ²
Urano	8,69 m/s ²
Marte	3,711 m/s ²
Mercúrio	3,7 m/s ²

A) A massa de um objeto assume valor diferente se colocada em cada planeta.
B) Apesar das acelerações da gravidade serem diferentes, o peso de um objeto será sempre o mesmo pois está relacionado à quantidade de matéria.
C) A massa e o peso são os mesmos, mas a força gravitacional que atua no objeto assume valores diferentes.
D) A massa do objeto é uma constante e o peso, por ser uma força, está relacionado à aceleração da gravidade, sendo diferente em cada planeta.

CAPÍTULO 9

ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES 3 – MARÉS, SIMULADORES E FOGUETES



CAPÍTULO 9 – Marés, Simuladores e Foguetes

A proposta original desse encontro é a apresentação aos alunos de uma rotação com três estações simultâneas. Contudo, esse encontro pode ser adaptado apresentando para turma uma estação de cada vez e também com as questões sendo aplicadas através da ferramenta *Google Forms* de modo *online*.

O uso do ensino híbrido através da Rotação por Estação de Trabalho – RET, consiste em dividir a turma em pequenos grupos ou duplas, criando um circuito no ambiente, no qual o aluno irá alternar as atividades com mediação do professor. Nesse modelo, são valorizados os momentos colaborativos e individuais. Após o tempo determinado de 20 minutos para cada estação, o professor deve informar ao aluno, de acordo com o planejamento, para passar para outra estação. Mais detalhe do método no anexo B deste material.

A seguir seguem os detalhes das estações.

- **Estação 1: Maré e Lua**
- **Estação 2: Balão-Foguete**
- **Estação 3: Simulador *Space Lander* (parte 2)**

9.1 - Estação 1: Maré e Lua

Texto 8 – Maré e Lua

As marés na Terra constituem um fenômeno resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, em menor escala, da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra. A ideia básica da maré provocada pela Lua, por exemplo, é que a atração gravitacional sentida por cada ponto da Terra devido à Lua depende da distância do ponto à Lua.

Portanto, a atração gravitacional sentida no lado da Terra que está mais próximo da Lua é maior do que a sentida no centro da Terra, e a atração gravitacional sentida no lado da Terra que está mais distante da Lua é menor do que a sentida no centro da Terra. Assim, em relação ao centro da Terra, um lado está sendo puxado com uma força maior F_1 para a Lua e o outro lado está sendo puxado com uma força menor F_2 para a Lua (figura 33).

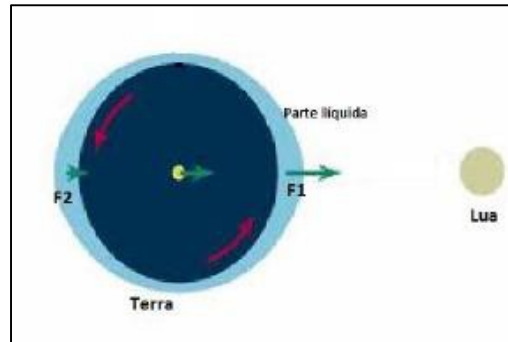


Figura 33: Formação dos bojos de maré no oceano na região mais próxima e mais distante da Lua. Figura fora de escala.

As partes sólidas da Terra resistem mais à deformação (figura 33), que se manifesta mais claramente nas grandes porções líquidas. Como a água flui muito facilmente, ela se “aglomera” em dois lados opostos da Terra, formando um bojo de água no lado mais próximo da Lua e outro no lado mais distante. O bojo ou calombo é definido como o acúmulo de água.

Enquanto a Terra gira no seu movimento diário de rotação a Lua orbita a Terra no mesmo sentido dessa rotação, de forma que o dia lunar é de 24 h 48 minutos. Assim, após 6h e 12 min, a posição do bojo (maré alta) terá girado 90 graus e o local onde a maré era alta se torna maré baixa e vice-versa, pois o bojo de água continua sempre apontando aproximadamente na direção da Lua (figura 34). Após mais 6h e 12 min, o mesmo ponto da Terra terá girado 180° em relação à Lua, e terá maré alta novamente. Portanto, as marés altas acontecem duas vezes ao dia, separadas de aproximadamente 12 h 24 min, no mesmo ponto da Terra.

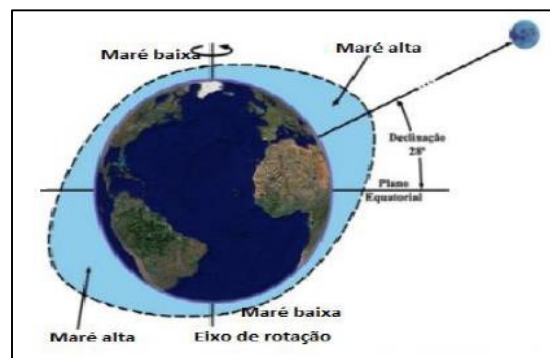


Figura 34: Alternância das marés alta e baixa devido ao movimento de rotação da Terra. Observe que a órbita da Lua tem uma inclinação de aproximadamente 28 graus em relação ao equador terrestre.

Os efeitos das marés lunar e solar combinam-se de forma que a intensidade da maré resultante depende da elongação da Lua (figura 35). A elongação da Lua é o ângulo entre ela e o Sol quando observado da Terra e está relacionada com as fases da Lua. Na Lua Nova e na Lua Cheia, as duas forças se somam e produzem as marés cheias mais altas e marés baixas mais baixas (são chamadas marés de sizígia, ou marés “vivas”). Na Lua Quarto Crescente e Quarto Minguante os efeitos da maré se subtraem produzindo marés menores (marés de quadratura ou marés “mortas”).

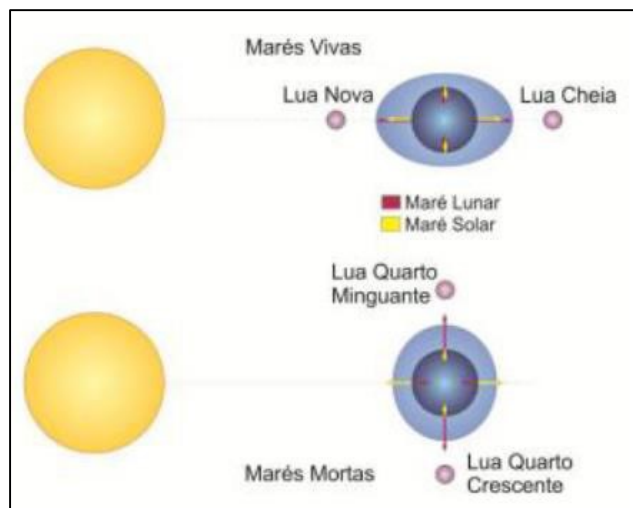


Figura 35: Quando a Lua está em conjunção (Lua Nova) ou oposição (Lua Cheia), as forças de maré da Lua (setinhas vermelhas) e do Sol (setinhas amarelas) estão no mesmo sentido, de forma que a maré resultante é mais intensa (marés vivas). Quando a Lua está em quadratura (Quarto Crescente ou Quarto Minguante), as forças de maré da Lua e do Sol estão em sentidos contrários, e a maré resultante é atenuada (marés mortas).

Maré na Terra

As marés são originadas pelas forças gravitacionais diferenciais da Lua e do Sol na Terra, sendo que a da Lua tem o dobro da intensidade da do Sol. A atração gravitacional percebida pelo lado da Terra mais próximo da Lua é maior do que a percebida no centro da Terra. Em relação ao centro da Terra, um lado está sendo puxado no sentido da Lua e o outro lado está sendo puxado no sentido contrário. A água se acumula nesses dois lados opostos da Terra.

O ciclo das marés segue o dia lunar, que tem duração de 24h 48min. Como os bojos de maré se formam simultaneamente em dois pontos diametralmente opostos da Terra, no mesmo ponto acontecem duas marés altas por dia, separadas de 12h24min.

Como formam as marés?

Seriam as marés provocadas por seres misteriosos que habitam o fundo dos mares?

Realmente não.

Mas como é então que os mares e oceanos enchem e esvaziam sem ninguém colocar mais água neles?

A causa dessa “bagunça” é a Lua e em menor escala o Sol.

Mas como assim?

Foi o próprio Newton o primeiro a explicar convincentemente o fenômeno das marés e para isso ele usou a Lei da Gravitação Universal, também de sua autoria. Desta maneira, o Sol por ter uma imensa massa e a Lua por estar relativamente próxima da Terra, exercem forças gravitacionais diferentes em partes diversas da superfície terrestre. A lei da gravitação universal de Newton afirma que quaisquer dois corpos se atraem mutuamente com uma força diretamente proporcionais às suas massas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre elas. O efeito das marés surge exatamente pelo fato das forças gravitacionais do Sol e da Lua terem valores diferentes em partes da Terra que estão em distâncias diferentes deles. A região do nosso planeta que está mais próxima da Lua ou do Sol sofrerá uma força maior e com isso a parte líquida (oceanos) se aglomeram formando um bojo (calombo) nessa região (figura 36).

No lado oposto o que deverá acontecer?

Acontecerá o mesmo porque nessa região a atração pela Lua ou do Sol será menor, o que provoca um pequeno afastamento da superfície do oceano em relação a ela.

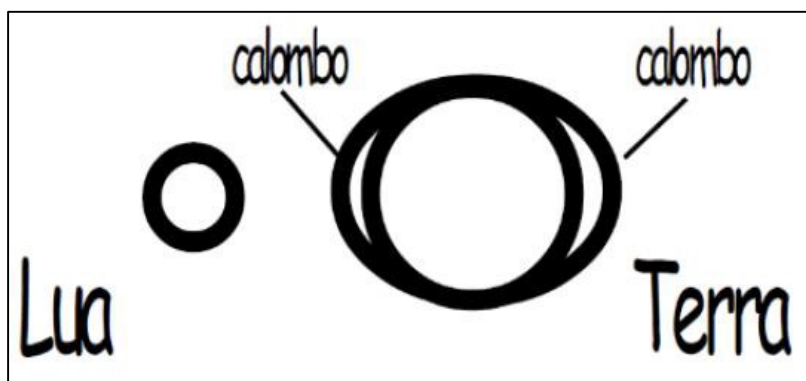


Figura 36: Representação da maré lunar.

O efeito de maré ocorre também na crosta terrestre?

Sim, mas em escala muito menor, pois apesar o manto não ser sólido a crosta terrestre se eleva apenas alguns centímetros enquanto os oceanos de elevam muitos metros.

Então isso quer dizer que sempre está havendo marés em alguma região da Terra?

É verdade, no entanto, as marés são realmente muito maiores quando o Sol e a Lua estão "alinhados" pois ambos estão agindo juntos numa mesma região da Terra.

Atividades – Maré e Lua

1) Qual das alternativas abaixo descreve melhor o fenômeno das marés na Terra?

A – Fenômeno que ocorre devido ao movimento de rotação diário da Terra em torno de seu eixo.

B – Fenômeno resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, em menor escala, da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra.

C – Fenômeno que ocorre predominantemente em razão da atração gravitacional do Sol sobre a Terra.

D – Fenômeno que ocorre somente em razão da atração gravitacional da Lua sobre a Terra

2) Como que as diferentes fases da Lua interferem nas marés?

A – Visto que a causa das marés não é a Lua, não há nenhuma interferência.

B – Na Lua Quarto Crescente e Quarto Minguante não ocorre o fenômeno das marés visto que as atrações do Sol e da Lua sobre a Terra se anulam completamente. Nas outras fases temos marés normais.

C - Na Lua Nova a maré é máxima pois o Sol e a Lua estão do mesmo lado da Terra e suas atrações gravitacionais se somam. Já na Lua cheia a maré é mínima pois o Sol e a Lua estão em lados opostos da Terra e suas atrações gravitacionais se anulam. Nas outras fases temos marés intermediárias.

D – Na Lua Nova e na Lua Cheia, ocorre um alinhamento entre as posições do Sol, da Terra e da Lua e assim os efeitos das marés desses astros se somam, produzindo marés mais altas na Terra. Nas outras fases lunares as marés são menores.

3) Explique com suas palavras porque as marés altas ocorrem tanto na região da Terra mais próxima da Lua, mas também ocorrem na região da Terra mais distante da Lua, isto é, porque se formam dois bojos (calombos) ao invés de um? (Figura 37)

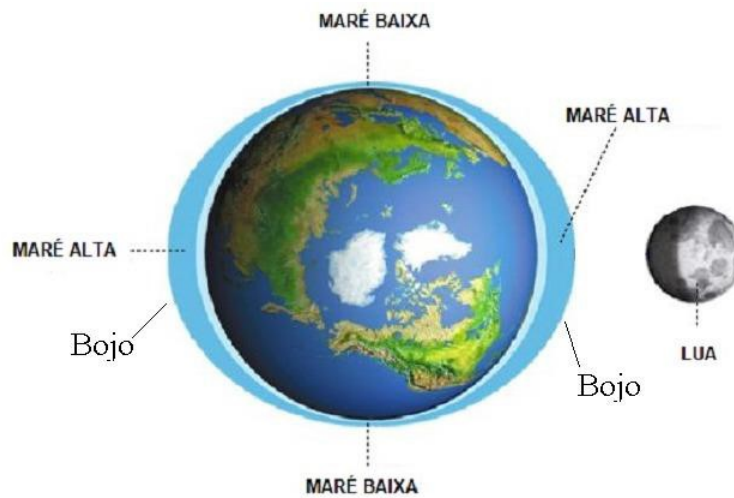


Figura 37: <https://paddlenews.com.br/canoahavaiana/vai-remar-baixe-a-tabua-de-mare-do-seu-pico-e-navegue-com-seguranca/>. Adaptada pelo autor.

9.2 - Estação 2: Balão Foguete

Roteiro – Balão Foguete

Recursos:

- Balão
- Barbante (2 a 3m)
- 2 cadeiras
- 1 canudo
- Fita adesiva
- Prendedor de roupa

Conteúdos:

A Terceira Lei de Newton - Princípio da Ação e Reação, diz que:

“A toda ação corresponde uma reação com a mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário”.

Com isso, as forças sempre ocorrem aos pares, ou seja, para toda ação sempre haverá uma reação correspondente. Assim, quando você libera o fluxo de ar, o balão empurra o ar para trás e este, por sua vez, empurra o balão para frente. Pelo fato de o balão estar preso ao carrinho, este acompanha o seu movimento.

O experimento consiste em aproveitar o movimento de um balão cheio quando é solto com a entrada de ar aberta de tal modo que este movimento seja retilíneo. A ideia é explorar a conservação da quantidade de movimento que ocorre neste experimento. Enquanto o balão se desloca para um lado, o ar que escapa dele se desloca no sentido oposto.

Objetivos:

Mostrar que a partir de um sistema, onde inicialmente não existe movimento nenhum, é possível que duas de suas partes diferentes comecem a se movimentar. Esses movimentos ocorrem na mesma direção, porém em sentidos opostos.

Montagem do Experimento:

- Amarre cada uma das extremidades do barbante nas cadeiras em posição distante, como mostra na figura 38;
- Corte o canudinho ao meio e insira o cordão por dentro do canudinho;
- Encha o balão e mantenha a boca do mesmo fechada, enquanto a superfície do balão é colada ao pedaço de canudinho;
- Passe uma das pontas da linha por dentro do canudo e estique bem o barbante;
- Encha o balão e solte-o e observe o movimento.

ilustração do Experimento:

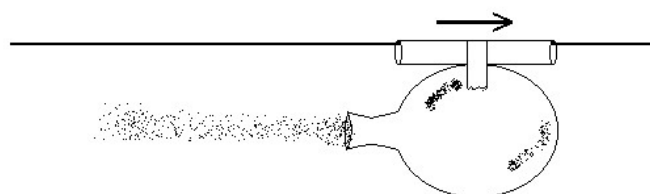


Figura 38: Experimento do balão-foguete.

Fonte: pontociência / www.pontociencia.org.br.

Faça você mesmo o seu balão-foguete e veja o passo a passo no vídeo.

Agora vamos investigar?

Atividades – Experimento

1) Após a abertura do balão você observou que se iniciou um movimento. Assinale a alternativa que descreve corretamente o que aconteceu:

A– O ar comprimido dentro do balão saiu por trás e empurrou o balão-foguete no mesmo sentido para trás.

B – O ar entrou dentro do balão puxando o balão-foguete no sentido oposto.

C – O ar comprimido, por ser muito leve, não conseguiu empurrar o balão-foguete que é mais pesado e o movimento só ocorreu porque o barbante se encontrava inclinado para baixo.

D – O ar comprimido dentro do balão saiu por trás e empurrou o balão-foguete no sentido oposto para frente.

2) Agora vamos tentar explicar porque o movimento do balão-foguete aconteceu. Qual das alternativas abaixo explica corretamente o fenômeno?

A – A medida que o ar comprimido vai saindo do balão-foguete, ele vai ficando mais leve e a gravidade o puxa no sentido oposto, pois o barbante está ligeiramente inclinado para baixo.

B – De acordo com a Lei da ação e reação de Newton as forças sempre ocorrem aos pares e são proporcionais às massas onde atuam. Assim, a força que empurra o balão-foguete é maior do que a força que atua no ar comprimido, gerando o deslocamento.

C – De acordo com a Lei da ação e reação de Newton uma força é sempre acompanhada de uma reação oposta. Assim, o balão-foguete empurra o ar comprimido para trás e este empurra o balão-foguete no sentido oposto para frente com uma força de mesma intensidade.

D – O fenômeno é explicado pela Lei da ação e reação de Newton. Assim o balão-foguete empurra o ar comprimido e este empurra o balão-foguete no sentido oposto com a mesma aceleração.

3) Qual a importância de construir, realizar e investigar o experimento do balão-foguete?

A – Demonstrar que um corpo permanece necessariamente em seu estado de repouso a menos que atue sobre ele uma força resultante não nula, ilustrando assim a Lei da Inércia.

B – Demonstrar que é possível gerar movimentos de partes de um sistema somente com a ação de forças internas que atuam entre essas partes, ilustrando assim a lei da ação e reação.

C - Demonstrar que *as forças internas que agem em sistemas, como por exemplo as forças entre o ar comprimido e o balão-foguete sempre se anulam e nunca conseguem gerar movimento, demonstrando assim a Lei da ação e reação.*

D – *Demonstrar* que os gases seguem leis diferentes dos objetos sólidos e assim para eles não podemos usar as leis de Newton.

4) Vamos agora tentar descobrir outros fenômenos que podem ser explicados pelos mesmos princípios físicos da Lei da Ação e Reação de Newton (3ª Lei). Assinale abaixo o fenômeno que NÃO TEM UMA EXPLICAÇÃO SEMELHANTE à dada para o movimento do balão-foguete.

A – Um foguete se deslocando de forma acelerada no vácuo do espaço.

B – O recuo ou “coice” de uma arma ao ser disparada por uma pessoa.

C – Um patinador sobre o gelo arremessando um objeto pesado numa direção com suas mãos.

D – Um balão sem furos e cheio de ar quente subindo.

5) Vamos tentar usar o que você aprendeu para comparar o voo dos aviões e dos foguetes. Assinale abaixo a alternativa correta:

A – São semelhantes pois ambos somente podem se deslocar no ambiente onde tem atmosfera para dar sustentação ao voo.

B - São semelhantes pois ambos podem se deslocar em ambientes sem atmosfera pois são baseados na Lei da ação e reação de Newton.

C – Os foguetes podem se deslocar no espaço pois levam consigo todo combustível e materiais que utilizam na propulsão, enquanto os aviões necessitam da sustentação do ar atmosférico e do oxigênio para a combustão em seus propulsores e, portanto, não podem se deslocar no espaço.

D – Não há semelhança nenhuma entre os dois voos uma vez que o avião só consegue voar porque é menos denso que o ar enquanto o foguete pode voar no vácuo.

9.3 - Estação 3: Simulado *Space Lander* (parte 2)

Recursos:

- Celular
- Internet

Conteúdos:

Velocidade, força e aceleração. Tipos de movimento. Lei de Newton. Movimento no campo gravitacional da Lua e força de empuxo de um foguete.

Objetivos:

- Compreender a 3ª Lei de Newton e o fato de que forças de ação e reação atuam sempre em objetos diferentes que estão interagindo mutuamente entre si.
- Entender o princípio de propulsão de um foguete no vácuo.
- Compreender como um foguete se movimenta na presença de um campo gravitacional.

Ferramenta:

Acesse o Play Store e baixe o aplicativo: **Space Lander**

<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.everydaygames.yass>

Conceito – Propulsão do Foguete:

O princípio do funcionamento do foguete baseia-se na **3ª Lei de Newton, a Lei da ação e Reação**: “Toda ação corresponde a uma reação, com mesma intensidade, mesma direção e sentidos contrários.”

O motor de propulsão do foguete funciona baseado numa combustão (reação química) produzida dentro da câmara de combustão, impulsionando o foguete, como mostra na figura 39.

Imaginemos uma câmara fechada com um gás em combustão, conforme a figura 40. A queima do gás irá produzir pressão em todas as direções. A câmara não se moverá em nenhuma direção, pois as forças nas paredes opostas da câmara irão se anular. Se introduzirmos uma abertura na câmara onde os gases possam escapar, haverá

um desequilíbrio. A expansão dos gases produz uma força no foguete num sentido e o foguete faz uma força de reação de mesma intensidade no sentido oposto. Assim, os gases se deslocarão numa direção e o foguete se deslocará na direção oposta.



Figura 39: Forças de ação e reação no lançamento de um ônibus espacial.

Fonte:

http://www.hugo.pro.br/astrologia_2.9.htm

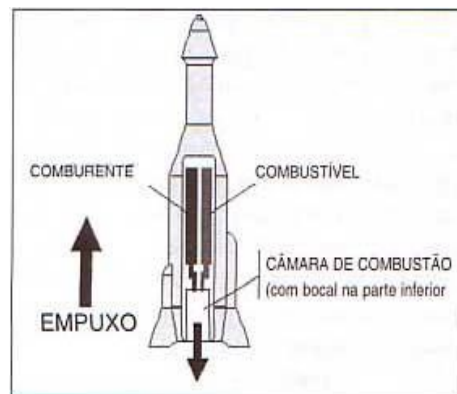


Figura 40: Forças de ação e reação no lançamento de um ônibus espacial. **Fonte:**

<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/reacao-de-empuxo-como-os-foguetes-se-locomovem.htm>

Referências:

<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/reacao-de-empuxo-como-os-foguetes-se-locomovem.htm>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Foguete_espacial

https://play.google.com/store/apps/details?id=net.everydaygames.yass&hl=pt_BR

Simulador – Space Lander:

Space Lander é uma simulação de pouso na superfície lunar. (Figura 41)

Os desafios são:

- Combustível limitado,
- Pequena área de pouso,
- A velocidade não deve ser muito alta
- O ângulo de descida não deve ser muito íngrem

Comandos do Simulador

Os controles para os comandos do simulador são:

LEFT esquerda RIGHT direita LIFT levantar LASER raio

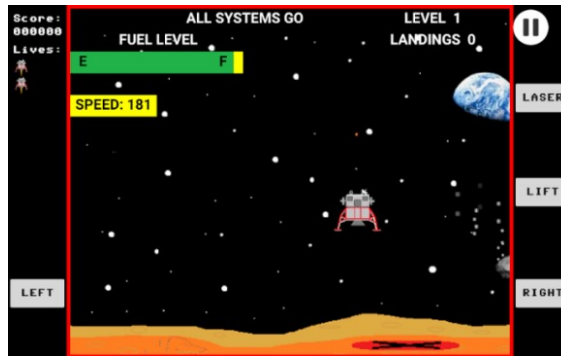


Figura 41: Imagem do simulador Space Lander.

3 níveis de dificuldade crescente:

Você deve pousar 3 vezes no nível um e 4 vezes no nível 2 para avançar para o próximo nível. Cada pouso bem-sucedido oferece mais uma "vida" ou tentativa de pouso.

Para controlar a espaçonave:

Toque nos botões esquerdo (Left) ou direito (Right)

Toque em levantar (Lift) para acionar o motor. Tenha cuidado para economizar combustível!

Existem asteroides que podem destruir a nave espacial:

Sua defesa contra asteroides é um raio (Laser).

Clique no botão Laser para disparar quando um asteroide se aproximar da espaçonave.

Pontos ganhos por desembarque com sucesso: 500 x nível.

Pontos perdidos por acidente: 100 pontos.

Se um asteroide destruir a nave, você perde 150 pontos.

CAPÍTULO 10

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON (PARTE 3)



Saturno V

CAPÍTULO 10 : Aplicações das Leis de Newton – Parte 3

Nesse encontro apresentamos um texto de apoio sobre a Terceira Lei de Newton, sugestões de slides para uma aula dialogada e questões a serem aplicadas através do método *Peer Instruction*, conforme Anexo A. Neste encontro reforçamos as aplicações das leis de Newton bem como a Lei da Gravitação Universal.

Texto 9 – A Terceira Lei de Newton

Dentro do contexto da mecânica newtoniana, uma força é o resultado da interação entre corpos. Durante seus estudos, Isaac Newton percebeu que, na interação entre dois corpos, um exerce uma força sobre o outro, que, por sua vez, exerce uma força no primeiro. Este par de forças foi denominado de par ação e reação.

Também conhecida como “**Lei da ação e reação**”, o enunciado da terceira lei de Newton diz que:

“A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos.”

Na figura 42 é representado o choque entre duas bolinhas de tamanhos diferentes.

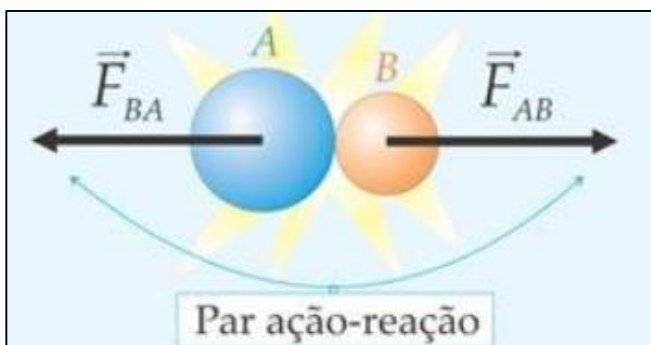


Figura 42: Par ação e reação.
Fonte: http://www.hugo.pro.br/astro nomia_2.9.htm

Durante o choque elas exercem forças uma sobre a outra e depois cada uma segue um caminho. O par de forças ação e reação é representado pelos seguintes vetores que indicam a intensidade, a direção e o sentido



F_{BA}: Força que a bolinha B faz na bolinha A.



F_{AB}: Força que a bolinha A faz na bolinha B.

Observe que os vetores **FBA** e **FAB** têm o mesmo módulo (tamanho), mesma direção (horizontal) e sentidos opostos.

Veja os exemplos:

1) Você já teve o “azar” de dar um pontapé numa pedra grande?

Se sim, já sentiu que embora tivesse exercido uma força sobre a pedra, como mostra na figura 43, houve uma reação recíproca da pedra sobre o seu pé.



Figura 43: Tropeçando numa pedra.
Fonte: https://br.freepik.com/vetores-premium/boy-estava-tropecando-na-rocha_2815318.htm

2) E um foguete, você sabe como funciona?

A Terceira Lei de Newton vai te ajudar a explicar. Vejamos:

Um foguete é constituído por uma estrutura, um motor de propulsão por reação e uma carga útil. A estrutura serve para albergar os tanques de combustível e oxidante (comburente) e a carga útil. Chama-se também "foguete" ao motor de propulsão.

Existem várias formas de forçar os gases de escape para fora do foguete com energia suficiente para conseguir propulsionar o foguete para a frente (isto é, vários tipos de motor de foguete). O tipo mais comum, que inclui todos os foguetes espaciais que existem atualmente e que voaram até hoje, são os chamados foguetes químicos, que funcionam libertando a energia química contida no seu combustível através de processo de combustão. Estes foguetes necessitam de transportar também um comburente para fazer reagir com o combustível.

No momento em que o propulsor do foguete é acionado, como mostra a figura 44, inicia-se a queima do combustível e gases são expelidos com velocidades altas na base do foguete. Como resultado, o foguete executa uma força intensa empurrando os gases num sentido e como reação, os gases empurram o foguete no sentido oposto, conforme a figura 45. Deste modo, o foguete pode se deslocar no vácuo do

espaço ao contrário dos aviões que necessitam do ar atmosférico como sustentação e propulsão.



Figura 44: O foguete Saturno V ou lunar sendo lançado com a Apollo 11, em 16 de julho de 1969.

Fonte:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Foguete_espaciaal#/media/Ficheiro:Apollo_11_Saturn_V_lifting_off_on_July_16,_1969.jpg

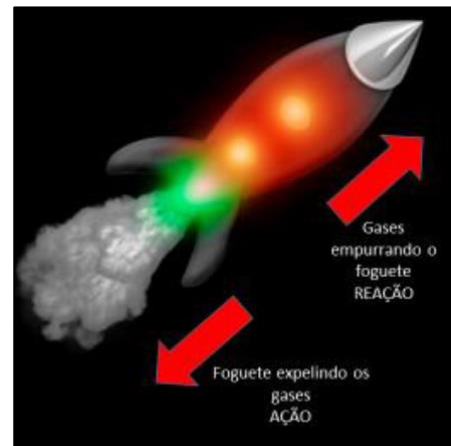


Figura 45: Par ação e reação atuando com foguete expelindo os gases e estes empurrando o foguete no sentido oposto.

Fonte:

<https://pixabay.com/pt/illustrations/foguete-astronauta-ufo-planetas-4892415/>.

Nas viagens espaciais, quando o foguete já se encontra no espaço, onde é praticamente vácuo, e ele já está com a trajetória e velocidade planejada, ele pode ter seus propulsores desligados, pois como não há no espaço a resistência do ar, ele manterá essa velocidade.

Importante observar que:

As forças de ação e reação atuam em pares, mas nunca equilibram, uma vez que estão aplicadas em corpos diferentes. Lembrando que essas forças apresentam a mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.

3) O que acontece quando duas pessoas estão sobre patins e uma empurra a outra?

Duas pessoas de patins estão paradas uma de frente para a outra, como mostra a figura 46. Se uma pessoa der um empurrão na outra, as duas vão se mover, porém será em sentidos opostos, pois o empurrão terá a mesma intensidade nas duas pessoas.

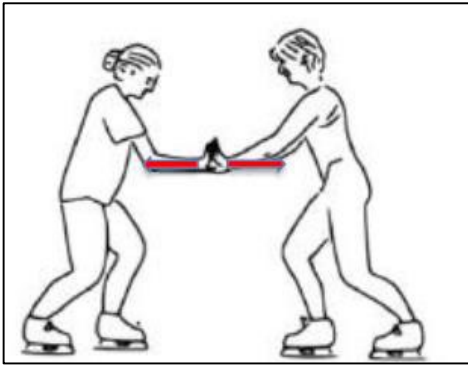


Figura 46: Duas pessoas sobre patins se empurrando
 Fonte: <https://vestibular1.com.br/revisao/terceira-lei-de-newton/>

Observe que:

- Estamos desconsiderando totalmente o atrito dos patins com o piso.
- Em todos os casos com uma empurrando ou a outra ou ainda as duas se empurrando as duas irão se afastar pois o par de forças criado têm sentidos opostos.
- Quem tiver maior massa irá acelerar menos de acordo com a 2ª Lei de Newton.

4) Por que conseguimos andar?

O simples ato de caminhar só pode existir graças à força de atrito entre o pé e o piso, como mostra a figura 47. Nessa interação temos um par de ação e reação, onde o pé empurra o piso para um lado e este empurra o pé e conseqüentemente o corpo para o outro, fazendo com que a pessoa ande.



Figura 47: Par ação e reação presente ao caminhar.
 Fonte: <https://fisicalegal.forumeiros.com/t25p90-discutindo-a-3-lei-de-newton>

Atividades – Terceira Lei de Newton

A seguir, são mostrados os slides utilizados para a apresentação e discussão com a turma.

PPGEs Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – MMAE

ENCONTRO 7

3º LEI DE NEWTON

CIÊNCIAS - FÍSICA
PROF. ALCIE LELES
9º ANO

3ª LEI DE NEWTON

PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO

"A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade. As ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos contrários."

Questão 1

De acordo com a 3ª Lei de Newton as forças que a Terra faz na Lua e que a Lua faz na Terra formam um par ação e reação. A reação gravitacional entre a Terra e a Lua é mostrada na figura ao lado.

A respeito das afirmativas a seguir, assinale:

A) Forças opostas e de mesma intensidade, as forças se anulam, impedindo que a Terra e a Lua colidam.

B) Apesar da ação mútua a relação da Lua com a Terra não permite deslizar ao movimento circular de rotação na Lua em torno da Terra que permanece fixa no centro.

C) O bulbo do mar é causado pelo fato de um lado da Terra estar mais próximo da Lua e ser mais fortemente atraído pela força gravitacional, porém o bulbo do lado mais próximo e ainda permanece sem deformação.

D) O sentido da maré do Sistema Terra-Lua não se altera devido a atração gravitacional mútua entre os dois corpos e ação reação entre os corpos que se anulam em tempo zero.

Questão 2

As figuras 2a e 2b, em toda sua extensão, representam, respectivamente, um objeto em repouso na Terra e um objeto em repouso em sua superfície.

Qual alternativa descreve corretamente as relações entre as forças e suas consequências?

A) Na figura 2a a força do objeto (F) e a força normal (F_N) se anulam impedindo o objeto em repouso e elas formam um par ação e reação de acordo com a 3ª Lei de Newton.

B) A força gravitacional que a Terra faz no objeto na figura 2a e a força do objeto na figura 2b são duas forças de natureza completamente diferentes.

C) Na figura 2a a força que a Terra faz na bola possui uma reação que é a força que a bola faz na Terra. Já na figura 2b, pelo fato do objeto estar em repouso na superfície, a força peso não possui uma reação.

D) Na figura 2a a força que a bola faz na Terra para ter esse sentido e ter uma aceleração basta soma na Terra, que resulta em movimento em direção a Terra, porém não se anula em tempo zero.

As forças que os patinadores fazem um no outro são iguais em magnitude, mas agem em sentidos opostos e em corpos diferentes. Elas formam um par ação e reação.

Questão 3

Um simples ato de caminhar ilustra bem a aplicação das 3ª Lei de Newton. Nas figuras ao lado vemos que o pé está sobre a superfície e a força de atrito se manifesta entre as superfícies.

Das afirmativas a seguir assinale a incorreta:

A) Para que o pé não escorregue sobre a superfície, a força que o pé faz em direção ao solo e a força de atrito resultante que formam um par ação e reação de acordo com a 3ª Lei de Newton.

B) O ato de caminhar é possível devido ao fato de a superfície oferecer uma força de atrito e a sola do pé oferecer uma força de reação de mesma natureza.

C) Como o atrito atua em direção ao solo, isso não pode proporcionar o ato de caminhar.

D) Apesar de a força de reação atuar em direção ao pé, isso não pode proporcionar o ato de caminhar, pois a reação atua em direção ao pé e não ao solo.

Questão 4

Um nadador, conforme mostrado na figura, imprime uma força com as mãos na água (F₁) trazendo-a na direção de seu tórax. A água, por sua vez, imprime uma força no nadador (F₂) para que ele se mova para frente durante o nado.

Qual é a afirmativa correta?

A) Esse princípio obedece à Lei da Inércia, uma vez que o nadador permanece em seu estado de movimento.

B) Devido ao 3ª Lei da Ação e Reação, o nadador imprime uma força na água para trás (F₁) e a água, por sua vez, empurra o para frente com uma força F₂.

C) O nadador puxa a água com uma força (F₁) e a água empurra o nadador com uma força (F₂). Visto que F₂ > F₁, de acordo com a Segunda Lei de Newton, uma força resultante acelerará o nadador.

D) Na verdade, é o próprio nadador que puxa seu corpo, aplicando uma força nele próprio para se movimentar sobre a água.

Questão 5

Após a cobrança de uma falta, num jogo de futebol, a bola chutada acertou violentamente o rosto de um zagueiro. A foto mostra o instante em que a bola encontra-se muito deformada devido às forças trocadas entre ela e o rosto do jogador.

A respeito dessa situação, qual afirmativa correta?

a) A força aplicada pela bola no rosto e a força aplicada pelo rosto na bola têm direções iguais, sentidos opostos e intensidades iguais, porém, não se anulam.

b) A força aplicada pelo rosto na bola é mais intensa do que a força aplicada pela bola no rosto, uma vez que a bola está mais deformada do que o rosto.

c) A força aplicada pelo rosto na bola atua durante mais tempo do que a força aplicada pela bola no rosto, o que explica a inversão do sentido do movimento da bola.

d) A força de reação aplicada pela bola no rosto, é a força aplicada pela cabeça no péstoco do jogador, que surge como consequência do impacto.

Questão 6

A propulsão do foguete se dá quando as substâncias químicas são misturadas na válvula de ignição, entrando em processo de combustão, impulsionando o foguete. Qual a afirmativa correta?

A) A combustão dos gases impulsiona o foguete e os gases ejetados num mesmo sentido.

B) A força que os gases fazem no foguete (F₁₂) e a força que ejeta os gases (F₂₁), feita pelo foguete, constituem um par ação e reação.

C) Os foguetes funcionam de acordo com a 2ª Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica e para serem acelerados precisam se apoiar na atmosfera.

D) Comparando-se as forças concluímos que F₁₂ > F₂₁, pois se forem iguais elas se anulam e o foguete não se desloca.

REFERÊNCIAS

BISCH, Sérgio Mascarello. **Introdução à Astronomia**. Universidade Aberta do Brasil. Universidade Federal do Espírito Santo. Física – Licenciatura. Vitória: UFES.2012.

Disponível em: <https://www.plickers.com>. Acesso em: 19 set 2019.

Disponível em: <https://silabe.com.br/blog/rotacao-por-estacoes/>. Acesso em: 19 set 2019.

Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html. Acesso em: 19 set.2019.

NOGUEIRA, Salvador. **Astronomia: ensino fundamental e médio**. Coleção Explorando o Ensino. Fronteira Espacial. Ministério da Educação. Brasília: MEC, SEB: MCT - AEB, v.11.232 p.2009.

MAZZUR, Eric. **Peer Instruction: A User's Manual**. New Jersey: Editora Prentice Hall, 1997.

OLIVEIRA FILHO, Kepler De Souza ; SARAIVA, Maria De Fátima Oliveira. **Sistema Solar**. UFRGS.2019. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>. Acesso em 18 set. 2019.

_____. **Precessão do Eixo da Terra**. 2016. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node8.htm>. Acesso em 18 set 2019.

OLIVEIRA FILHO, Kepler De Souza ; SARAIVA, Maria De Fátima Oliveira; Muller, Alexei Machado. **Aula 8: Forças gravitacionais diferenciais – maré e precessão**. Disponível em:<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2010/Aula8-132.pdf>. Acesso em 19 set 2019.

ANEXO A - O método de Instrução pelos Colegas (IpC)

Este método foi desenvolvido por Eric Mazur (1997) e trata-se de uma forma rápida e eficaz de o professor obter um *feedback* sobre o conteúdo que está sendo ensinado. De uma forma geral, o método consiste em uma explanação Inicial, por volta de 20 minutos, sobre um tema e então é aplicada uma questão de múltipla escolha, que tem como objetivo promover e avaliar a compreensão dos aprendizes sobre os conceitos apresentados. A questão deve permitir que os alunos sejam instigados a pensar. A partir de então é feita a verificação das respostas e então é colhida a informação da quantidade de acertos. Dependendo do percentual de acertos os alunos são convidados a discutir em grupos ou em dupla com aqueles que escolheram respostas diferentes, argumentando e tentando convencer o outro de sua resposta. Posteriormente é feita uma nova análise em relação à pergunta e uma nova contabilização dos acertos.

Com base nas respostas informadas, mas ainda sem indicar a opção correta aos alunos, o professor decide entre:

- Explicar a questão, reiniciar o processo de exposição dialogada e apresentar uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Essa opção é aconselhada se mais de 70% dos estudantes votarem na resposta correta;
- Agrupar alunos em pequenos grupos (2 a 5 pessoas), preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes, pedindo que eles tentem convencer uns aos outros quanto as suas respostas, usando justificativas.
- Após alguns minutos, o professor abre novamente o processo de votação e explica a questão. Se julgar necessário, o professor pode apresentar novas questões sobre o mesmo tópico, ou passar diretamente para a exposição do próximo tópico, reiniciando o processo. Essa opção é aconselhada se o percentual de acertos obtidos na primeira votação estiver entre 30% e 70%. O tempo despendido nesta etapa costuma ser de três a cinco minutos, dependendo do nível de discussão alcançada;
- Revisitar o conceito explicado, através de nova exposição dialogada buscando aclará-lo, apresentando outra questão conceitual ao final da explanação e

recomeçando o processo. Essa é a opção indicada se menos de 30% das respostas estiverem corretas.

O diagrama da Figura 48, a seguir, ilustra o processo descrito.

Neste trabalho, foi utilizado o sistema de placas, juntamente com o aplicativo *plickers*, que foi adotado pelo professor, por ser a forma mais adequada dada a realidade da escola em que a pesquisa foi realizada. Para isso, os alunos precisam possuir uma placa com QR CODE gerado no site do aplicativo, <https://www.plickers.com/>, conforme Figura 49.

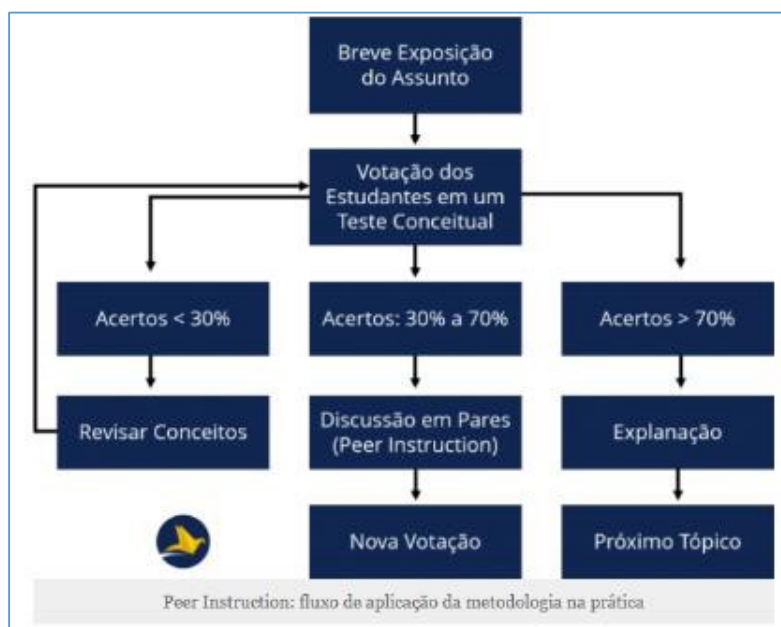


Figura 48: Diagrama representativo do método IpC.
 Fonte: <https://www.plickers.com/>

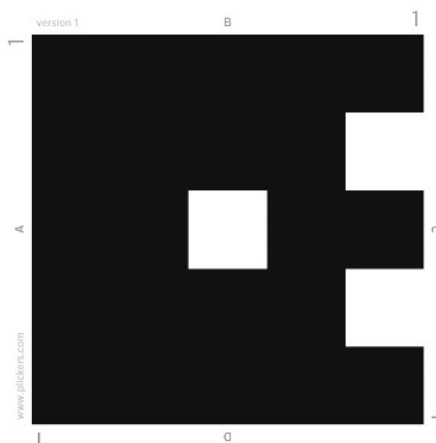


Figura 49: Cards – Cartões de Resposta.

A utilização do aplicativo segue três fases:

1ª fase: cadastramento de pastas, turmas e questões na versão web do aplicativo (pelo site): **passos 1, 2, 3, 4, e 5.**

2ª fase: Impressão dos cartões de resposta: **passo 6.**

3ª fase: aplicação de questões na sala de aula pelo aplicativo instalado no celular do professor: **passo 7.**

Os passos, do 1 ao 6, são feitos todos pelo site e só depois utilizamos o aplicativo no *smartphone* para aplicar as questões na sala de aula. Existem duas opções para criar a conta e ambas são fáceis: pelo modo tradicional inserindo o nome, sobrenome, e-mail e senha ou utilizando suas informações da conta Google. Depois dessas etapas já é possível iniciar a utilização. Agora vejamos um detalhamento dos passos:

PASSO 1: CRIE SUA CONTA E ACESSE O APLICATIVO NA VERSÃO WEB

Para começar precisamos acessar o site www.plickers.com.

PASSO 2: CRIE UMA PASTA

A criação da pasta serve para organizar as questões que você irá criar depois e isso pode ser feito por turma, por disciplina, por conteúdo, etc. Contudo, se você acha que não tem necessidade de criá-las não há problema.

PASSO 3: CRIE AS QUESTÕES

Com as pastas criadas, já podemos elaborar as questões que queremos aplicar aos alunos. O aplicativo permite criar dois tipos de questões: de múltipla escolha ou verdadeiro/falso. Basta inserir o comando e as alternativas da questão e selecionar ao lado qual é a alternativa correta.

PASSO 4: CRIE TURMAS

Agora é necessário criar a(s) turma(s), para inserir os alunos dentro dela(s). Basta escolher um nome para turma, o ano/ série e um assunto (o sistema entende como a área do conhecimento). Além disso, precisamos escolher uma cor para melhor identificar a turma.

PASSO 5: CADASTRE OS ALUNOS NA TURMA

Após a criação da turma, aparece uma página própria para cadastro de alunos e podemos fazer isso de duas formas: inserindo vários alunos em uma lista ou inserir de um por um. No formato de lista escrevemos um nome embaixo do outro e quando clicamos no botão “salvar” todos alunos são inseridos de uma única vez. No modo individual, inserimos o nome e sobrenome do aluno, salvamos e esse aluno é incluído. Nessa tela do aplicativo também é possível editar os dados da turma (nome, série, assunto e cor, vistos no passo 4).

PASSO 6: IMPRIMA OS CARTÕES DE RESPOSTA

Em seguida podemos salvar e imprimir os cartões. Não é necessário imprimir os cartões sempre que for aplicar os testes, pois eles podem ser reaproveitados.

ANEXO B - Rotação por Estação de Trabalho- RET

No método de “Rotação por estações”, os alunos são organizados em grupos, cada um dos quais realizando uma tarefa, de acordo com os objetivos da aula. Após um determinado tempo, previamente combinado com os alunos, eles trocam de estação e esse revezamento continua até todos terem passado por todas. Podem ser realizadas atividades escritas, leituras, entre outras, mas pelo menos um grupo deve estar envolvido com uma proposta on-line que, de certa forma, independe do acompanhamento direto do professor. Neste método é importante valorizar momentos em que os estudantes possam trabalhar de forma colaborativa e também individual, e de acordo com a necessidade, o professor vai auxiliando.

A variedade de recursos utilizados, como vídeos, textos, trabalho individual ou colaborativo, entre outros, também favorecem a personalização do ensino, pois, como sabemos, nem todos os alunos aprendem da mesma forma. Assim, o objetivo principal desse método é fazer com que os alunos experimentem diversas formas de aprender um mesmo conteúdo. Cada material será usado em uma diferente estratégia de aprendizado para que cada perfil de aprendizagem seja contemplado ao final da atividade conforme ilustrado na figura 50.



Figura 50: Modelo de Rotação por Estação

A sala deverá estar preparada previamente, como todo o aparato tecnológico testado e validado. Seguem abaixo os passos a serem seguidos:

1º momento (10 minutos)

Explicar aos alunos a proposta da atividade da rotação em 3 estações.

2º momento (80 minutos)

Dividir os alunos em grupos e trabalhar a metodologia do ensino híbrido – rotação por estações.

Estação 01: 1 mesa redonda com cadeiras, folhas sulfites xerocadas com a atividade a ser realizada em duplas.

Estação 02: 4 mesas redonda com 4 cadeiras, folhas sulfites xerocadas com a atividade a ser realizada em duplas com uso de jogo interativo.

Estação 03: computadores, folhas sulfites xerocadas com a atividade a ser realizada em duplas.

3º momento (10 minutos)

Conclusão da atividade pela professora.