



CADERNOS DE APOIO À APRENDIZAGEM

INICIAÇÃO CIENTÍFICA FÍSICA

Unidade 3 – versão – 11 junho 2021

1^A
SÉRIE



GOVERNO
DO ESTADO

SECRETARIA
DA EDUCAÇÃO

Governo da Bahia

Rui Costa | Governador

João Leão | Vice-Governador

Jerônimo Rodrigues Souza | Secretário da Educação

Danilo de Melo Souza | Subsecretário

Manuelita Falcão Brito | Superintendente de Políticas para a Educação Básica

Coordenação Geral

Manuelita Falcão Brito

Jurema Oliveira Brito

Leticia Machado dos Santos

Diretorias da Superintendência de Políticas para a Educação Básica

Diretoria de Currículo, Avaliação e Tecnologias Educacionais

Jurema Oliveira Brito

Diretoria de Educação e Suas Modalidades

Iara Martins Icó Sousa

Thamires Vasconcelos de Souza

Coordenações das Etapas e Modalidades da Educação Básica

Coordenação de Educação Infantil e Ensino Fundamental

Kátia Suely Paim Matheó

Coordenação de Ensino Médio

Renata Silva de Souza

Coordenação do Ensino Médio com Intermediação Tecnológica

Leticia Machado dos Santos

Coordenação da Educação do Campo e Escolar Quilombola

Poliana Nascimento dos Reis

Coordenação de Educação Escolar Indígena

José Carlos Batista Magalhães

Coordenação de Educação Especial

Marlene Santos Cardoso

Coordenação da Educação de Jovens e Adultos

Isadora Sampaio

Coordenação da Área de Ciências da Natureza

Adaltro José Araújo Silva

Dilcleia Santana de Oliveira Soares da Silva

Edileuza Nunes Simões Neris

Juçara Batista Menezes da Silva

Tanara Almeida de Freitas

Equipe de Elaboração

Adriana Anadir dos Santos • Adaltro José Araújo da Silva • Alessandra Adelina Santos Cerqueira • Allana Souza de Carvalho • Alexandra Souza de Carvalho • Andréia Bárbara Serpa Dantas • Andréa Passos Araújo Castro • Ana Claudia Borges Calheiros • Ana Claudia dos Passos Fernandes • Ana Cristina Florindo Mateus • Antonio Ricardo Araújo Gonçalves • Braian Barbosa De Oliveira • Carlos André Carmo dos Santos • Carlos Antônio Neves Junior • Carlos Liverton da Silva Borges • Carmem Renata Almeida de Santana • Cristiane Silva Conceição • Débora Correia dos Santos • Dilcleia Santana de Oliveira Soares da Silva • Debora Maria Valverde da Silva Edmeire Santos Costa • Elenita Silva da Conceição • Enaldo de Menezes Pontes • Esmeraldo Fábio Argolo Rebouças •

Fernanda Pereira de Brito • Francisco Xavier Julião de Jesus • Frank Hebert Pires Franca • Giulianne Nayara Lima da Silva • Graça Regina Armond Matias Ferreira • Iara Rego Soares Fon • Icaro Andrade Santos • Jamilyne Pereira Almeida • Joelson Batista de Souza • Jorge Luiz Oliveira Costa • José Humberto Torres Júnior • Juçara Batista Menezes da Silva • Jucelia Silva dos Santos • Katia Patrícia Giffoni de Souza • Karla Correia Sales Conceição • Katyuscya Ferreira Barreto • Leinah Silva Souza • Lázaro de Jesus Lima • Leila Cardoso Carvalho • Lilian Cruz Santos • Luciana de Menezes Moreira • Luciana Rocha Coelho Ribeiro • Luciano Dias de Andrade • Lucinete Rodrigues França • Luiz Odizo Junior • Marcelo Nunes dos Santos • Márcia de Souza Ramos • Márcio Assis de Sá • Murilo César Carneiro Bastos • Neide Souza Graça Pinheiro • Rafaela dos Santos Lima • Rosineide Menezes Planzo • Roque Lima de Almeida • Sonia Maria Cavalcanti Figueiredo • Soraia Jesus de Oliveira • Tanara Almeida de Freitas • Tânia Teles dos Santos • Thalisson Andrade Mirabeau • Vânia dos Santos Souza Moura • Vanuza Freitas Araújo • Viviane Miranda de Carvalho • Zulmira Ellis Oliveira Carvalho

Equipe Educação Inclusiva

Marlene Cardoso • Ana Claudia Henrique Mattos • Daiane Sousa de Pina Silva • Edmeire Santos Costa • Gabriela Silva de Jesus • Nancy Araújo Bento • Cíntia Barbosa de Oliveira Bispo

Coordenação da Revisão

Ivonilde Espirito Santo de Andrade • Jurema Oliveira Brito • Leticia Machado dos Santos • Silvana Maria de Carvalho Pereira

Revisão de Conteúdo

Alécio de Andrade Souza • Ana Paula Silva Santos • Carlos Antônio Neves Júnior • Carmelita Souza Oliveira • Cláudia Celly Pessoa de Souza Acunã • Claudio Marcelo Matos Guimarães • Edileuza Nunes Simões Neris • Eliana Dias Guimarães • Gabriel Souza Pereira • Helena Vieira Pabst • Helionete Santos da Boa Morte • Helisângela Acris Borges de Araujo • Ivan De Pinho Espinheira Filho • João Marciano de Souza Neto • Jose Expedito de Jesus Junior • Jussara Santos Silveira Ferraz • Kátia Souza de Lima Ramos • Leticia Machado dos Santos • Márcia de Cácia Santos Mendes • Márcio Argolo Queiroz • Mônica Moreira de Oliveira Torres • Renata Silva de Souza • Roberto Cedraz de Oliveira • Rogério da Silva Fonseca • Solange Alcântara Neves da Rocha • Sônia Maria Cavalcanti Figueiredo

Revisão Ortográfica

Ivonilde Espirito Santo de Andrade • Ana Lúcia Cerqueira Ramos • Clísia Sousa da Costa • Elias dos Santos Barbosa • Elisângela das Neves Aguiar • Jussara Bispo dos Santos • Maria Augusta Cortial Chagas da Silva • Marisa Carreiro Faustino • Rosângela De Gino Bento • Roseli Gonçalves dos Santos • Tânia Regina Gonçalves do Vale • Solange Alcântara Neves da Rocha

Colaboradores

Edvânia Maria Barros Lima • Gabriel Souza Pereira • Gabriel Teixeira Guia • Jorge Luiz Lopes • José Raimundo dos Santos Neris • Shirley Conceição Silva da Costa • Silvana Maria de Carvalho Pereira

Projeto Gráfico e Diagramação

Bárbara Monteiro

À Comunidade Escolar,

A pandemia do coronavírus explicitou problemas e introduziu desafios para a educação pública, mas apresentou também possibilidades de inovação. Reconnectou-nos com a potência do trabalho em rede, não apenas das redes sociais e das tecnologias digitais, mas, sobretudo, desse tanto de gente corajosa e criativa que existe ao lado da evolução da educação baiana.

Neste contexto, é com satisfação que a Secretaria de Educação da Bahia disponibiliza para a comunidade educacional **os Cadernos de Apoio à Aprendizagem**, um material pedagógico elaborado por dezenas de professoras e professores da rede estadual durante o período de suspensão das aulas. Os Cadernos são uma parte importante da estratégia de retomada das atividades letivas, que facilitam a conciliação dos tempos e espaços, articulados a outras ações pedagógicas destinadas a apoiar docentes e estudantes.

Assegurar uma educação pública de qualidade social nunca foi uma missão simples, mas, nesta quadra da história, ela passou a ser ainda mais ousada. Pois, além de superarmos essa crise, precisamos fazê-la sem comprometer essa geração, cujas vidas e rotinas foram subitamente alteradas, às vezes, de forma dolorosa. E só conseguiremos fazer isso se trabalharmos juntos, de forma colaborativa, em redes de pessoas que acolhem, cuidam, participam e constroem juntas o hoje e o amanhã.

Assim, desejamos que este material seja útil na condução do trabalho pedagógico e que sirva de inspiração para outras produções. Neste sentido, ao tempo em que agradecemos a todos/as que ajudaram a construir este volume, convidamos educadores e educadoras a desenvolverem novos materiais, em diferentes mídias, a partir dos Cadernos de Apoio, contemplando os contextos territoriais de cada canto deste “país” chamado Bahia.

Saudações educacionais!

Jerônimo Rodrigues



UNIDADE

3

Terra e Universo

Objetos de Conhecimento:

1. Introdução à Gravitação Universal. 2. Leis de Kepler. 3. Leis de Newton.

Competência(s):

1. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

Habilidades:

1. (EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
2. (EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
3. (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

TEMA: Introdução à Gravitação Universal

Objetivos de Aprendizagem: Conhecer a evolução das teorias e leis em seu contexto histórico que deram origem à Gravitação Universal.

Semana	Aula	Atividade
1	1	Pesquise sobre os conceitos básicos das teorias geocêntrica e heliocêntrica.
	2	Redija um pequeno texto, explicando o que você entendeu sobre o que é a astronomia.
2	3	Descreva a primeira lei de Kepler.

TEMA: Leis de Kepler

Objetivos de Aprendizagem: Entender que os corpos celestes se movimentam em órbitas elípticas. Compreender que os astros percorrem áreas iguais em tempos iguais. Entender que a área percorrida por um astro é proporcional ao tempo gasto. Relacionar o período de translação ao raio da órbita.

Semana	Aula	Atividade
2	4	Relacione os filósofos gregos e suas ideias, que elaboraram modelos com o intuito de explicar o formato da Terra, as estações do ano, bem como os movimentos do Sol, da Lua e dos outros planetas visíveis a olho nu.
3	5	Faça um <i>podcast</i> de, no máximo 5 minutos, comentando o seu entendimento sobre qual a diferença entre a teoria mitológica e a filosófica para explicar o universo.
	6	Descreva dois exemplos de autores para cada linha de pensamento: geocentrismo e o heliocentrismo.
4	7	Faça um pequeno relato sobre o porquê da teoria geocêntrica foi descartada.
	8	Explique, usando sua criatividade, a afirmação "O dia e a noite ocorrem porque o Sol está girando ao redor da Terra".
5	9	Relacione os nomes dos planetas do sistema solar em sua ordem e suas características.

TEMA: Lei da Gravitação Universal

Objetivos de Aprendizagem: Contribuir com a identificação das aplicações da gravitação universal no cotidiano dos alunos. Identificar a importância da gravitação universal para o funcionamento e manutenção de diversos aspectos na sociedade. Relacionar peso, gravidade e os movimentos de corpos celestes à teoria da gravitação universal. Relacionar força, peso, aceleração gravitacional da Terra e os movimentos de corpos celestes ou satélites artificiais com o princípio universal de atração entre massas.

Semana	Aula	Atividade
5	10	Descreva a 2ª lei de Kepler: lei das áreas.
	11	Descreva a 3ª lei de Kepler: lei das áreas.
6	12	A fim de entender o movimento planetário, Isaac Newton se fundamentou no modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico para basear seus estudos. Faça a representação matemática da lei da gravitação universal, segundo Newton.
7	13	Faça um comentário, pode ser vídeo, <i>podcast</i> , texto, do seu entendimento sobre o porquê dos corpos caírem.
	14	
8	15	Explique o questionamento "Onde você pesa mais? Na praia ou no alto de uma montanha alta, como o Monte Everest?" Use sua criatividade e conhecimento para responder.
	16	Represente, matematicamente, o que acontece com a força da gravidade entre dois corpos quando a distância entre eles dobra.



1. PONTO DE ENCONTRO

Olá, galera! Estamos começando a terceira unidade com novos conhecimentos e novas trilhas!

“Todo universo pra gente se perder.
Não foi suficiente, olha e vê.
Fez a minha órbita.
Passar rente de você.
E a tua gravidade me prender”

Todo o Universo – Lulu Santos

Você deve está se perguntando o porquê dessa música. Pois é, nessa trilha vamos falar do **universo e das leis que tentam explicá-lo**.

O ser humano sempre foi intrigado e interessado nos mistérios do universo. Muitas questões foram levantadas e muitas teorias foram criadas ao longo dos séculos para tentar respondê-las, mas nem todas foram respondidas e muitas teorias já caíram por terra.

Pois bem! Na primeira trilha desta unidade, vamos falar dessas teorias, desde Aristóteles até Newton, passando por Copérnico, Galileu e outros, comparando o geocentrismo e o heliocentrismo. Ficou curioso? Então vamos nessa!

2. BOTANDO O PÉ NA ESTRADA

Bom, como de costume, vamos iniciar nossa trilha com algumas perguntas.

- 1 Você sabe a diferença entre geocentrismo e heliocentrismo?
- 2 O que é força gravitacional?
- 3 Por que a Lua gira ao redor da Terra?
- 4 Por que a Lua não cai na Terra?
- 5 Quem é maior, a Terra ou o Sol?
- 6 O que são estrelas?
- 7 Quando você chuta uma bola pra cima, ela sobe e depois desce. Por quê?
- 8 Por que nós temos estações climáticas na terra? Por que elas são diferentes?

3. LENDO AS PAISAGENS DA TRILHA

Ahhh... O universo e seus mistérios! Ainda há tanto a descobrir. Hoje em dia, já avançamos nas nossas descobertas e estudos, por exemplo, já sabemos da Terra e de outros planetas, já diferenciamos planetas de estrelas, luas, cometas, entre outros. Já entendemos como ocorrem os dias e as noites, as estações do ano e muito mais.

Foi preciso muitos anos, estudos e teorias para chegarmos ao entendimento de agora.

No início, os homens tentaram explicar esses fenômenos através da mitologia, creditando aos deuses a autoria de tudo, mas, com o passar dos anos, séculos, o mito deu lugar à razão (Filosofia).

- 1 Qual a diferença entre a teoria mitológica e a filosófica para explicar o universo?
- 2 Dê dois exemplos de autores para cada linha de pensamento: geocentrismo e o heliocentrismo.

4. EXPLORANDO A TRILHA



Texto 1 – O que é Astronomia?

A Astronomia é uma ciência natural que se ocupa basicamente em estudar os fenômenos que ocorrem fora da atmosfera terrestre e a estrutura dos corpos celestes, como os planetas, as estrelas e outras estruturas cosmológicas (cometas, galáxias e nebulosas, por exemplo), e o próprio espaço em si. A palavra Astronomia vem do grego Astron, que significa astro, e Nomos, que significa lei.

Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/as-galaxias.htm/>
Acesso em: 08 abr. 2021.

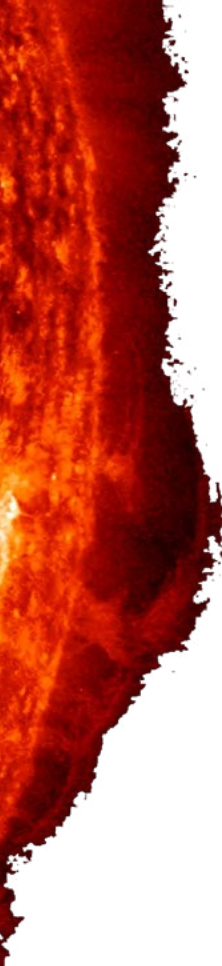
Texto 2 – História da Astronomia

Muitas civilizações antigas tratavam os astros como divindades. O estudo dos movimentos dos planetas e estrelas permitia aos povos antigos a distinção entre épocas de plantio e colheita, por exemplo. Algumas culturas antigas, como os maias, os chineses, os egípcios e os babilônios, foram capazes de elaborar complexos calendários baseados no movimento do Sol e outros astros.

Os gregos antigos também contribuíram muito para o avanço da Astronomia. Muitos filósofos gregos elaboraram modelos com o intuito de explicar o formato da Terra, as estações do ano, bem como os movimentos do Sol, da Lua e dos outros planetas visíveis a olho nu.

Um desses filósofos foi Tales de Mileto (624-546 a.C.), que considerava a Terra um disco plano preenchido por água. Pitágoras de Samos (572-479 a.C.), por sua vez, acreditava que a Terra apresentava formato esférico. Já Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) explicou que as fases da Lua dependiam da iluminação solar, ao observar a formação de sombras durante os eclipses, e também defendia a hipótese de que o Universo fosse finito e esférico e que, juntamente aos astros, fosse imutável: sempre existira e sempre existiria.

A visão de Aristóteles do sistema solar era qualitativa, pois usava de poucos recursos matemáticos para justificar seu modelo. Sua interpretação logo tornou-se aceita, acolhida e difundida por séculos, contribuindo para



a propagação de conceitos físicos e astronômicos equivocados. Entre esses equívocos, podemos ressaltar o éter: a substância proposta por Aristóteles que comporia os corpos celestes, cuja existência foi investigada até meados do século XIX.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) foi o primeiro filósofo a propor que a Terra se movia em torno do Sol, quase 2 mil anos antes de Copérnico, e também conseguiu medir o tamanho do Sol e da Lua em relação à Terra. Eratóstenes de Cirênia (276-194 a.C.) calculou, com boa precisão, o diâmetro da Terra.

As primeiras tentativas de descrição do sistema solar colocavam no centro do Universo o Sol, a Lua e os demais astros, que giravam ao redor da Terra. Esse modelo de sistema solar centrado na Terra ficou conhecido como geocêntrico.

O ápice do sistema geocêntrico foi o complexo modelo Ptolemaico, proposto pelo cientista grego Cláudio Ptolomeu (85-165 d.C.). Esse modelo apresentava diversas órbitas circulares, que descreviam com relativa precisão o movimento dos planetas conhecidos, mas não era capaz de explicar o movimento retrógrado de alguns planetas, quando observados da Terra. O modelo foi usado até a época do Renascimento Científico, no século XVI.

Em 1608, Galileu Galilei (1564-1642) enfrentou as ideias geocentristas da época, bem como a visão de imutabilidade dos astros proposta por Aristóteles, aperfeiçoou o telescópio e utilizou-o para observar as crateras da Lua, as fases de Vênus e descobriu os satélites naturais de Júpiter: Io, Ganimedes, Calixto e Europa.

O primeiro modelo matemático capaz de prever as órbitas planetárias com precisão, porém com grande complexidade, foi atribuído ao astrônomo francês Nicolau Copérnico (1473-1543). Copérnico abandonou a visão geocêntrica, atribuindo, em seu modelo, ao Sol o centro do Sistema Solar, no qual a Terra orbitaria o astro-rei em uma trajetória circular, completando uma volta a cada ano. Nessa representação, a inclinação do eixo de rotação da Terra seria a responsável pela divisão das estações do ano, e o movimento retrógrado de alguns planetas, como Marte, e a mudança de luminosidade eram explicados com o uso de diversas órbitas.

O modelo planetário de Copérnico foi posteriormente corrigido pelas precisas observações astronômicas do dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601).

Em 1599, o brilhante astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630) tornou-se assistente de Tycho e teve em suas mãos uma enorme quantidade de dados astronômicos de grande precisão. Kepler revolucionou a mecânica celeste quando enunciou três leis que regem as órbitas planetárias, descrevendo-as como elipses, e não como círculos, como até então se acreditava, e estabeleceu uma relação Matemática entre o período e o raio orbital dos planetas.

Anos mais tarde, munido das grandes contribuições de Copérnico, Galileu e Kepler, Isaac Newton (1642-1727) elaborou sua Lei de Gravitação Universal, explicando o fenômeno da gravidade e a dinâmica planetária de forma inédita.

[...]

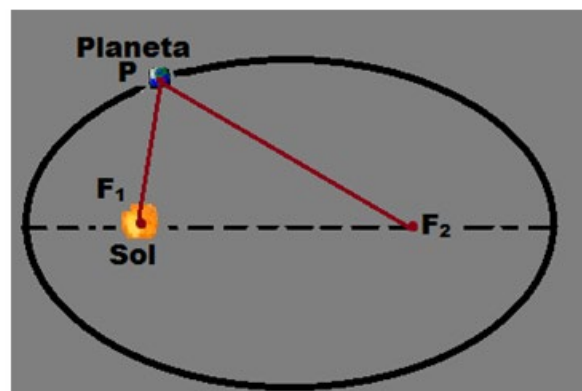
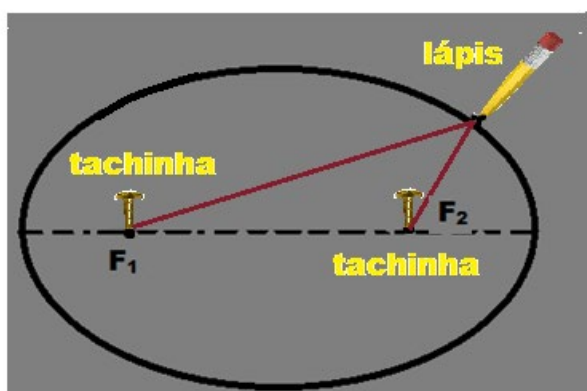
Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/a-historia-astronomia.htm> Acesso em: 08 abr. 2021.

Texto 3 – LEIS DE KEPLER: GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

[...]

Primeira lei de Kepler (lei das órbitas elípticas)


“As órbitas que os planetas descrevem ao redor do Sol são elípticas, com o Sol ocupando um dos focos F_1 ou F_2 da elipse”.



O que você deve saber, informações e dicas

Considerando o sistema solar, a maior parte de sua massa está concentrada no Sol (99,85%).

Na realidade, os planetas giram ao redor do Sol em torno de um ponto comum, o centro de massa do sistema Sol-planeta, mas como a massa de



qualquer planeta é muito pequena em relação à massa do Sol, esse ponto está localizado no centro do Sol. Assim, os planetas giram em torno do centro do Sol que está num dos focos da elipse.

Já para o sistema Terra-Lua, como a massa da Lua não é insignificante em relação à massa da Terra (aproximadamente 81 vezes menor), este ponto comum está localizado no interior da Terra, a uma distância aproximada de 74% do raio terrestre, a partir do centro da Terra.

De uma maneira geral, as três leis de Kepler são válidas sempre que um corpo gravita em torno de outro com massa bastante superior, como por exemplo, os satélites artificiais em torno da Terra e tornam-se mais simples escolhendo o Sol como sistema de referência.

O sentido de translação dos planetas em torno do Sol é o mesmo sentido que o da rotação do Sol em torno de seu eixo.

Disponível em: <https://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/gravitacao/leis-de-kepler-gravitacao-universal/>. Acesso em: 08 abr. 2021 (texto Adaptado).

Textos e vídeos complementares:

Para aprofundar mais sobre esse tema, é necessário que você realize os estudos do seu livro didático sobre as teorias da Gravitação Universal, e, se estiver com acesso à *internet*, visite os materiais complementares indicados a seguir.

Leis de Kepler – Gravitação Universal

Disponível em: <http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/gravitacao/leis-de-kepler-gravitacao-universal/>. Acesso em: 08 abr. 2021.

Poeira das estrelas – Parte 1

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aEwmX8yerWQ&list=P-LA8124EF193A42761>. Acesso em: 08 abr. 2021.

5. RESOLVENDO DESAFIOS DA TRILHA

Este conteúdo realmente é muito interessante! Vamos testar se você conseguiu entender as informações até agora?

Por isso, resolva as questões a seguir no seu **diário de bordo**:

- 1 Por que a teoria geocêntrica foi descartada?
- 2 O dia e a noite ocorrem porque o Sol está girando ao redor da Terra? Explique.
- 3 Cite dois erros do modelo de Ptolomeu.

6. A TRILHA É SUA: COLOQUE A MÃO NA MASSA

Esse passeio está sendo enriquecedor e muito prazeroso. Estou adorando! Espero que você também porque agora chegou a hora de você usar seus talentos e expressar seu aprendizado.

Então, **faça um desenho** colocando na ordem, partindo do Sol, os planetas do nosso sistema, determinando, de forma crescente, o tempo de translação de cada um deles.

Lembre-se de usar seu **caderno** ou bloco com folhas em branco para realizar suas atividades e anotar suas dúvidas.

Vamos lá? Mãos à obra!

7. A TRILHA NA MINHA VIDA

Nossa trilha já está quase no final. Uma pena!

Acredito que esse passeio pelo mundo do conhecimento trouxe muitas novidades para você.

Agora me conte, em poucas palavras, sobre os conceitos relacionados ao universo e às leis que tentam explicá-los, que aprendeu, comparando aquilo que você acreditava antes e com os conceitos aprendidos hoje.



8. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SOCIAL

Agora que você sabe um pouco mais sobre o Universo e as Leis que os governa, é preciso dividir com outras pessoas esse conhecimento.

Que tal você, através de seus conhecimentos, elaborar um vídeo e criar imagens que demonstrem as diferenças entre o geocentrismo e o heliocentrismo.

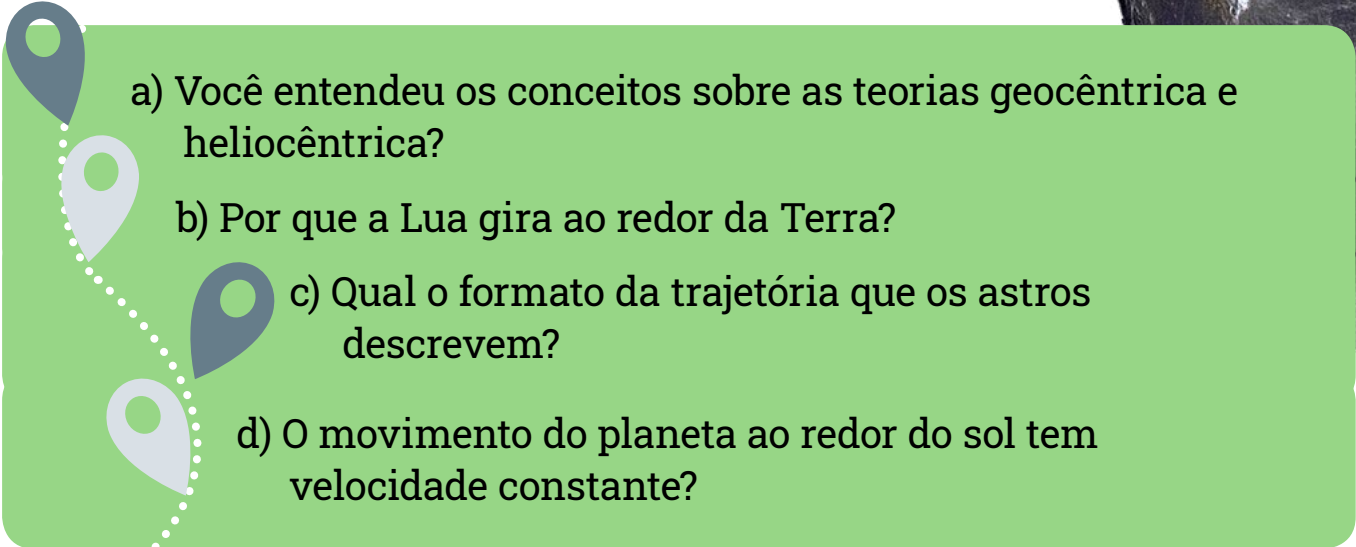
Faça um *post* nas redes sociais ou outra forma de divulgação.

9. AUTOAVALIAÇÃO

Hum! Nossa trilha chegou ao final! Como sempre, foi muito bom ter a sua companhia. Parabéns por ter chegado até aqui!

Sua participação nesta trilha foi muito importante e pode ajudar muitas pessoas além de você mesmo.

Mas, antes de terminar, peço que responda apenas algumas perguntas no seu **diário de bordo**:

- 
- a) Você entendeu os conceitos sobre as teorias geocêntrica e heliocêntrica?
 - b) Por que a Lua gira ao redor da Terra?
 - c) Qual o formato da trajetória que os astros descrevem?
 - d) O movimento do planeta ao redor do sol tem velocidade constante?

Obrigado/a pelas respostas! Socialize-as com seu/sua professor/a e com os/as colegas quando estiverem juntos no Tempo Escola. Ah! Fique atento, em breve nos encontraremos novamente para trilhar outros caminhos.

Você chegou até o final de mais uma trilha. PARABÉNS!



1. PONTO DE ENCONTRO

Olá, pessoal! Estou ansioso/a para continuarmos nossa viagem. Isso mesmo. Vamos continuar falando do **universo e das leis que o regem**. Este tema, como você deve ter percebido, é muito rico.

Na última trilha, fizemos uma viagem pela evolução do pensamento científico para tentar explicar o universo através de leis. Falamos desde Aristóteles até Newton. Nessa trilha, vamos falar um pouco mais sobre as **Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal do Sr. Isaac Newton**.

Pois é, ainda falta muita coisa interessante para chegarmos ao final desta etapa. Nesta trilha, vamos comparar o tamanho dos planetas, o tempo de translação de cada um, as estações do ano, campo gravitacional e força gravitacional.

Ainda temos muitas coisas para descobrirmos. Então vamos nessa!

2. BOTANDO O PÉ NA ESTRADA

Como sempre, antes de continuarmos quero fazer a você mais algumas perguntas:

- 1 Você sabe o que significa afélio e periélio?
- 2 Você sabe o que significa apogeu e perigeu?
- 3 Por que quando o hemisfério sul vive o verão, hemisfério norte vive o inverno?
- 4 Você acha que o universo está parado ou em movimento?

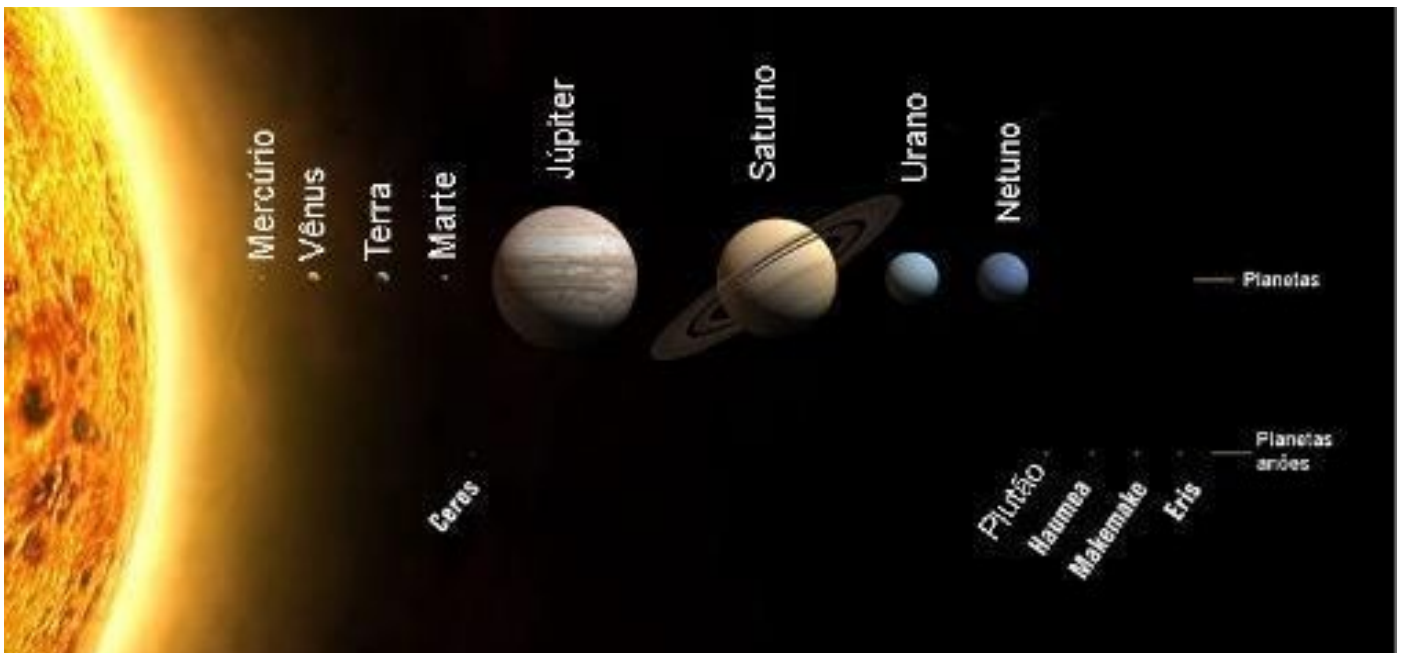
3. LENDO AS PAISAGENS DA TRILHA

Nossa! São tantas perguntas e respostas. Acho que, depois dessa trilha, você conhecerá bastante do nosso universo. Vamos aprender um pouco mais? Leia o texto que segue.

Texto 1 – Planetas do Sistema Solar

O Sistema Solar corresponde a um conjunto formado pelo sol, asteroides, satélites, meteoros, cometas e oito planetas. Em 2006 Plutão foi rebaixado a planeta anão, com formas esféricas as quais descrevem órbitas elípticas.

Figura 1 – O Sistema Solar



Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>. Acesso em: 08 abr. 2021.

Os nomes dos planetas do sistema solar em sua ordem são:

Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Cada planeta tem suas características.

Mercúrio é o planeta mais próximo do sol. É um planeta rochoso, destituído de satélites e atmosfera rarefeita, sendo também o menor planeta do sistema solar. Por esse motivo apresenta temperaturas bastante elevadas de aproximadamente 400°C.

Vênus é conhecido como “Estrela D’Alva”, por causa de seu forte brilho, Vênus tal qual Mercúrio é um planeta que não possui satélite. Visível do nosso planeta, Vênus é o segundo planeta a partir do sol e o mais perto do planeta Terra.

Terra é terceiro planeta do sistema solar a partir do Sol, o planeta Terra é rochoso, com atmosfera gasosa e temperatura média de 15°C.

Possui um satélite natural, a **lua**, e a quantidade de água existente no planeta, também chamado de “planeta azul”, aliada à quantidade de oxigênio, permitem o desenvolvimento da vida no planeta, sendo o único do sistema solar com vida humana.

Marte é o quarto planeta a partir do sol e o mais visível do planeta Terra, Marte possui dois satélites naturais “Fobos e Deimos”, sendo o segundo menor planeta do sistema solar, atrás de Mercúrio.

Júpiter é o maior planeta do sistema solar. É um Planeta Gasoso (composto sobretudo por hidrogênio), 1.300 vezes maior do que o Planeta Terra.

Saturno é o segundo maior planeta do sistema solar, depois de Júpiter, Saturno é conhecido pelos seus anéis, formados por rocha, gelo e poeira.

Urano é o terceiro maior planeta do sistema solar e sétimo planeta a partir do sol, Urano é um planeta gasoso que apresenta médias de temperatura de -185°C e possui 27 satélites.

Netuno é o planeta do sistema solar mais distante do sol e o quarto maior em tamanho, Netuno possui 14 satélites naturais e apresenta temperaturas médias de aproximadamente -200°C.

Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/planetas-do-sistema-solar/>.
Acesso em: 08 abr. 2021. (Texto Adaptado)

Depois dessas informações, tente responder essas questões a seguir:

- 1 Você sabe qual a ordem dos planetas do nosso sistema a partir do Sol?
- 2 Será que todos os planetas que giram ao redor do Sol têm a mesma velocidade?
- 3 Um ano (período de translação) na Terra é igual a um ano de Netuno?

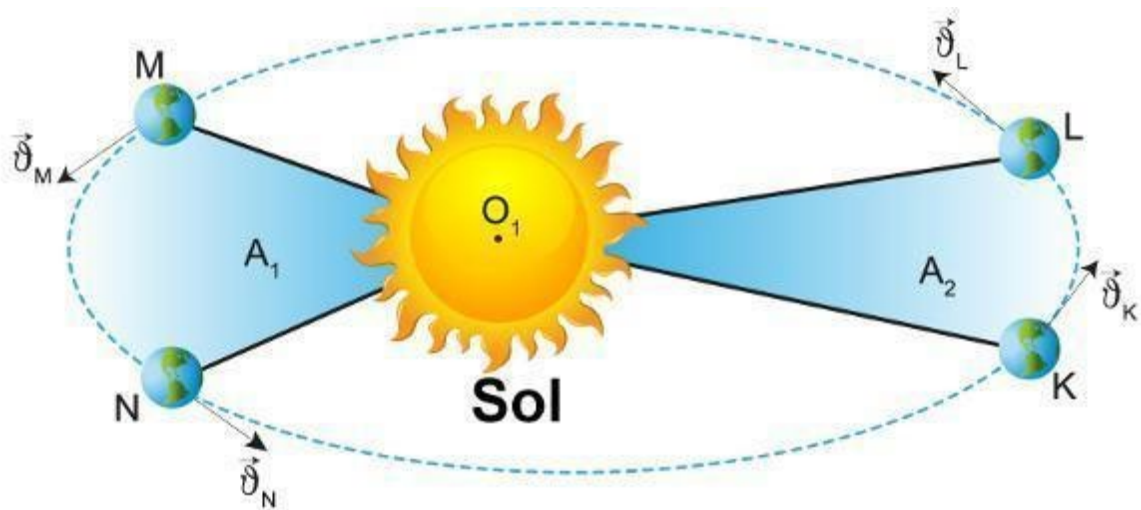
- 4 Qual a duração de um ano, aproximadamente, de Mercúrio (primeiro planeta, a partir do sol) e o da Terra?

4. EXPLORANDO A TRILHA

Como havia dito antes, vamos conhecer um pouco mais sobre as leis de Kepler e de Newton, e como essas contribuições foram essenciais para a evolução do conhecimento humano!

Texto 2 – 2ª lei de Kepler: lei das áreas

A segunda lei de Kepler afirma que a linha imaginária que liga o Sol aos planetas que o orbitam varre áreas em intervalos de tempo iguais. Em outras palavras, essa lei afirma que a velocidade com que as áreas são varridas é igual, isto é, a velocidade areolar das órbitas é constante.



Na figura, encontramos “A linha imaginária que liga o Sol aos planetas que o orbitam varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais.”

De acordo com a lei das áreas, para o mesmo intervalo de tempo, as áreas A_1 e A_2 são iguais.

3ª lei de Kepler: lei dos períodos ou lei da harmonia

A terceira lei de Kepler afirma que o quadrado do período orbital (T^2) de um planeta é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol (R^3).

Além disso, a razão entre T^2 e R^3 tem exatamente a mesma magnitude para todos os astros que orbitam essa estrela.

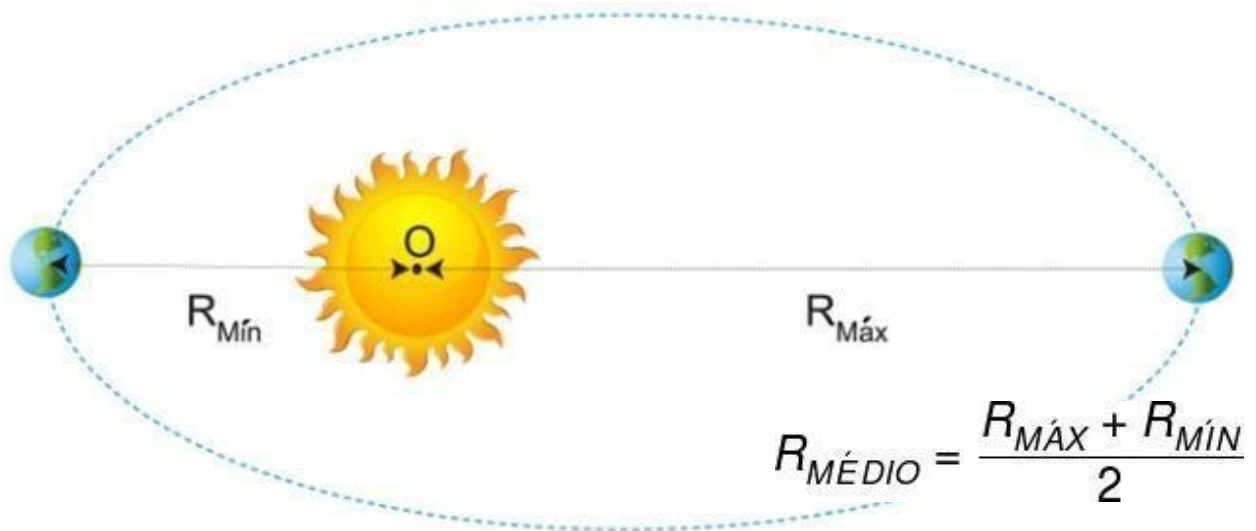
“A razão entre o quadrado do período e o cubo do raio médio da órbita de um planeta é constante.”

A expressão usada para o cálculo da terceira lei de Kepler é mostrada a seguir, confira:

$$\frac{T^2}{R^3} = \textit{constante}$$

T – período orbital
R – raio médio da órbita

Observe a próxima figura, nela mostramos os semi eixos maior e menor de uma órbita planetária em torno do Sol:



O raio médio é calculado pela média entre os raios do periélio e afélio.

Quando a Terra aproxima-se do periélio, sua velocidade orbital aumenta, uma vez que a aceleração gravitacional do Sol intensifica-se. Dessa maneira, a Terra tem máxima energia cinética quando nas proximidades do periélio. Aproximando-se do afélio, ela perde energia cinética, tendo assim a sua velocidade orbital reduzida à sua menor medida.

Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-kepler.htm#:~:text=As%20leis%20do%20movimento%20planet%C3%A1rio,massivo%2C%20como%20planetas%20ou%20estrelas>. Acesso em: 08 abr. 2021. (Texto Adaptado)

Texto 3 – Lei da Gravitação Universal

A fim de entender o movimento planetário, Isaac Newton, renomado físico inglês, se fundamentou no modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico para basear seus estudos.

Analisando então o movimento dos planetas, Newton apresentou uma explicação, na qual mostrava que esse movimento era baseado em uma atração entre os corpos, nesse caso, entre os planetas.

Segundo Newton:

A representação matemática da lei da gravitação universal é:

$$F = G \frac{Mm}{d^2}$$

Onde:

F = intensidade da força gravitacional.

G = constante de gravitação universal, cujo valor é $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

M e m = massa dos corpos analisados.

d = distância.

Em resumo, pode-se definir que a força gravitacional é o resultado diretamente proporcional entre o produto de massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os centros de massa. Tal análise, é claro, deve ser feita para corpos que se atraem gravitacionalmente.

Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lei-gravitacao-universal.htm>. Acesso em: 08 abr. 2021. (Texto Adaptado).

Textos e vídeos complementares.

Para aprofundar seus conhecimentos sobre esse tema, é necessário que você realize os estudos nos seu livro didático sobre as teorias da Gravitação Universal, além disso, se estiver com acesso à *internet*, pode consultar os materiais indicados a seguir:

Gravitação Universal: Leis de Kepler

Disponível em: <http://pat.educacao.ba.gov.br/emitec/disciplinas/exibir/id/2433>. Acesso em: 08 abr. 2021.



As Leis de Kepler

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z9bL5zZzFxU>.
Acesso em: 08 abr. 2021.

5. RESOLVENDO DESAFIOS DA TRILHA

Agora vamos testar o que você entendeu do conteúdo até aqui. Para isso, responda as perguntas a seguir no seu **diário de bordo**:

- 1 O que é força gravitacional?
- 2 Qual o seu peso, ou seja, qual a força gravitacional que a Terra exerce sobre você?
- 3 Qual dos oito planetas que fazem parte do nosso sistema planetário tem o menor período de translação?
- 4 A velocidade de translação da Terra é constante?
- 5 Onde a Terra atinge sua maior velocidade durante o seu movimento ao redor do sol?

6. A TRILHA É SUA: COLOQUE A MÃO NA MASSA

Uma das formas de verificarmos um indício de que o aprendizado funcionou mesmo é expressando o que você aprendeu de uma forma diferente da que você leu.

Faça um desenho ou uma maquete, com a representação do Sol e dos planetas do nosso sistema na ordem correta.

Vamos lá, mãos à obra!



7. A TRILHA NA MINHA VIDA

Nossa! Já caminhamos bastante e estamos quase no fim dessa trilha. Eu percebi que, durante esse nosso passeio, entre tantos planetas, foi possível aumentar nosso conhecimento sobre cosmologia.

Agora me diga, em poucas palavras, alguns momentos de sua vida em que você poderia explicar algumas situações vivenciadas, por meio dos conceitos aprendidos hoje.

8. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SOCIAL

Ufa! Hoje falamos muito de movimento e você sabe que a mobilidade, em muitas cidades do país, é um problema grave. Muitas delas enfrentam, em momentos de pico, engarrafamentos quilométricos.

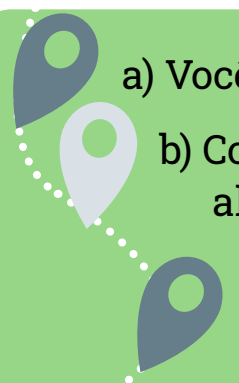
Que tal você, através de seus conhecimentos, criar uma tabela contendo a massa, a velocidade média, o período e a temperatura média dos planetas do sistema solar? Faça um *post* nas redes sociais.

Dessa forma, você poderá ajudar os/as seus/suas seguidores/as a ficarem informados/as.

9. AUTOAVALIAÇÃO

Finalizamos mais uma etapa da nossa viagem. Espero que você tenha gostado. Adorei a sua companhia, foi muito bom estar com você.

Mas eu fiquei curioso em relação ao que você achou desta aventura e o que aprendeu com ela. Por favor, responda algumas perguntas.

- 
- a) Você precisou de quanto tempo para realizar esta atividade?
 - b) Considera que a trilha ajudou você a compreender melhor alguns fenômenos que acontecem ao seu redor?
 - c) Você acha que consegue aplicar na sua vida as aprendizagens dessa aula? Comente.

Anote todas as respostas no seu **caderno** ou no seu bloco de anotações do celular, pois, no nosso tempo escolar, eu poderei lhe pedir para compartilhar suas respostas.

Obrigado/a por me acompanhar nessa trilha e espero encontrá-lo/a na próxima viagem! Até mais!



1. PONTO DE ENCONTRO

Que bom encontrá-lo/a novamente! Bom saber de sua curiosidade em todos nossos encontros! Você toparia sair da Terra hoje a caminho de um outro planeta?


O que prende você aqui na Terra ? Imagino que você pode pensar na sua família e amigos. A saudade das pessoas queridas é uma realidade para todos os astronautas. Contudo, há algo mais que lhe prende aqui, e não é nada sentimental. É a **força gravitacional da Terra!** Já reparou que não importa o quão alto você consiga pular, você sempre volta para o chão?

É a força gravitacional que está puxando você de volta. Essa força que “segura” você na Terra, a mesma força que mantém a Lua girando ao nosso redor e mantém o planeta Terra girando ao redor do Sol.

Você é capaz de sentir “a força da Terra” quando salta, mas será que você também pode sentir a “força do Sol” sob você? Nessa trilha, vamos entender **o que é a força gravitacional e como ela atua nos corpos.** Vamos juntos?

2. BOTANDO O PÉ NA ESTRADA

Todos os planetas do sistema Solar orbitam uma estrela chamada Sol. Nós fazemos parte desse sistema, somos um planeta bastante diferente dos outros em nosso sistema. Não somos nem o maior, nem o menor, nem o mais quente ou o mais frio. Nós somos diferentes porque até o momento, somos o único planeta com seres vivos que conhecemos. Seres vivos capazes de se relacionar, criar tecnologias, estudar e refletir sobre a natureza.



Um dos ilustres moradores do nosso planeta, chamado Galileu Galilei (1564-1642) ao observar o céu com sua luneta percebeu que haviam corpos que giravam ao redor do planeta Júpiter. O que será que fazia estes corpos girarem ao redor de Júpiter?

Tempos depois, um outro morador chamado Isaac Newton (1643-1727) deu continuidade às questões de Galileu. Newton perguntou o que fazia a Lua girar ao redor da Terra? O que fazia a Terra girar ao redor do Sol, e ousou afirmar algo inovador para sua época.

Newton propôs que a força que mantinha a Lua orbitando a Terra, era a mesma força que fazia os corpos caírem no chão. Ou seja, a força que puxa a Lua para a Terra, também puxa os nossos corpos para o chão da Terra! E por que isso acontece? Newton supôs que qualquer corpo com massa é capaz de atrair outro corpo com massa. E quanto maior for a massa, maior é a atração. Sob essa proposta desenvolveu e deu o nome de força gravitacional.

CALÇADA, Caio Sérgio. SAMPAIO, José Luiz. **Física Clássica**. São Paulo: Atual, 1998.

Refletindo sobre as suas observações da natureza e as afirmações de Newton, você imagina que ao deixar cair a 1 metro de altura uma maçã na Lua e outra na Terra, qual chega primeiro ao chão? Considere que a Lua tem uma massa 6 vezes menor que a Terra.

3. LENDO AS PAISAGENS DA TRILHA

Frequentemente ouvimos sobre o termo peso no nosso dia a dia, você já deve ter estudado nas unidades anteriores que peso e massa são grandezas de naturezas diferentes.

Resumidamente, podemos lembrar que peso é uma grandeza que representa força, medido em Newtons, enquanto massa representa quantidade de matéria, dada em quilograma. Além disso, a força peso depende da aceleração gravitacional do planeta, quanto maior for a massa do planeta, maior será essa aceleração.

CALÇADA, Caio Sérgio. SAMPAIO, José Luiz. **Física Clássica**. São Paulo: Atual, 1998.

Conhecendo isso, observe a tirinha:

Figura 1 – Tirinha do Garfield: Uma afirmação sobre o seu peso.



Disponível em: <http://clubes.obmep.org.br/blog/probleminha-peso-x-massa/>. Acesso em: 08 abr. 2021.

Lembrando que o peso (P) é igual ao produto da massa pela aceleração da gravidade local.

- 1 Ao ser confrontado sobre estar com um alto peso, quais são as opções do Garfield para diminuí-lo?
- 2 Qual foi a opção escolhida? Como ela irá afetar o seu peso?
- 3 É possível ficar mais “pesado” sem alterar a massa do corpo? Como?

4. EXPLORANDO A TRILHA

Sabemos que quanto maior a massa de um corpo, maior é a intensidade da força gravitacional exercida por ele em outros. Sendo assim, podemos voltar à questão proposta no começo da nossa caminhada! Se o Sol é tão grande, sua massa é tão maior que a do planeta Terra, por que as coisas caem para baixo, na direção da Terra? E não “caem para cima” na direção do Sol?

Texto 1 – Porque os corpos caem?

De fato, a massa do Sol é mais de 330 mil vezes a massa da Terra, desse modo, uma maçã abandonada deveria ser atraída pelo sol com uma força 330 mil vezes maior do que a força com que a Terra a atrai. Mas porque não vemos as maçãs “caindo para cima”?

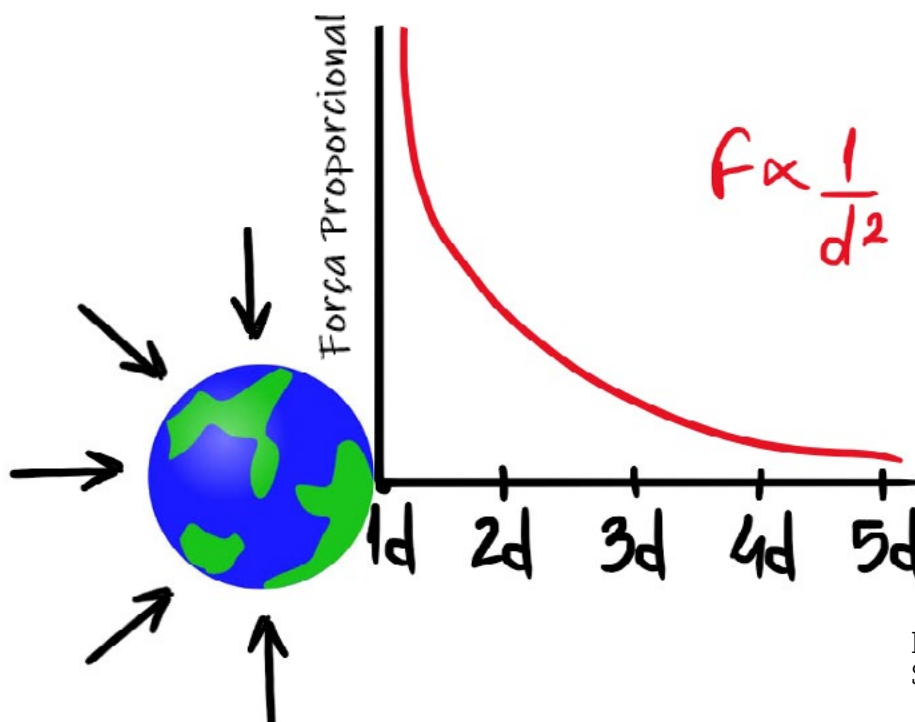
De fato, essa questão não é um problema para a teoria da gravitação universal newtoniana. Pois ao elaborar sua teoria, além de propor que a força gravitacional é proporcional às massas dos corpos, Newton também percebeu que essa força é inversamente proporcional ao inverso do quadrado da distância, ou seja, também depende da distância entre os corpos. Matematicamente, expressamos a relação da seguinte forma:

$$F \propto \frac{\text{massa}_1 \times \text{massa}_2}{\text{distância}^2}$$

Fonte: Oliveira, Braian. SEC/BA, 2021.

A massa 1 e a massa 2 são as massas dos corpos em kg, e a distância é dada em metro. Essa lei, é também chamada de “lei do inverso do quadrado”, por expressar uma relação bem peculiar de proporcionalidade. Quanto maior for o valor da massa dos corpos, maior será a força gravitacional. E quanto maior a distância, menor a força gravitacional. Mas o que há de peculiar nessa relação é que qualquer aumento na distância, resulta em uma diminuição da força significativamente maior na força, por esse termo variar no denominador de forma quadrática.

Figura 2 – Relação gráfica de proporcionalidade entre a força gravitacional



Fonte: Oliveira, Braian. SEC/BA, 2021.

A figura 2 traz uma representação gráfica da relação do inverso do quadrado da distância. Nela, utilizando a expressão matemática da força gravitacional podemos perceber que um simples aumento de duas vezes na

distância, iria equivaler uma redução de 4 vezes na força, um aumento de 5 vezes na distância, iria equivaler a uma queda de 25 vezes na força.

Agora, somos capazes de entender porque não “caímos para cima” na direção do Sol. Isso porque, mesmo a sua massa sendo da ordem de 10^{30} kg, e a massa da Terra sendo da ordem de 10^{24} kg. O Sol está a milhões de quilômetros de nós, sendo assim, a força que ele exerce sobre nossos corpos é significativamente menor quando comparada com a força da Terra sobre nós.

Por fim, para expressarmos de maneira exata e não apenas proporcionalmente a relação da força gravitacional, precisamos introduzir uma constante experimental à nossa equação. Uma constante que ajusta os nossos cálculos à forma que a natureza funciona. Essa é a constante gravitacional, chamada de G. E sempre que você precisar calcular o valor da força gravitacional sobre um corpo, consulte e utilize o valor de G para chegar a um valor exato.


$$F = G \times \frac{\text{massa}_1 \times \text{massa}_2}{\text{distância}^2}$$

Fonte: Oliveira, Braian. SEC/BA, 2021.

Onde G equivale a $6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

Fonte: HEWITT, Paul G. **Fundamentos de Física Conceitual**, 11 ed. Bookman, 2001.

5. RESOLVENDO DESAFIOS DA TRILHA

Esse é o momento de verificar a sua evolução e debater sobre algumas questões curiosas acerca da força gravitacional.

- 1 O que acontece com a força da gravidade entre dois corpos quando a distância entre eles dobra?
- 2 Onde você pesa mais? Na praia ou no alto de uma montanha alta como o Monte Everest? Por que?

6. TRILHA É SUA: COLOQUE A MÃO NA MASSA

Sabemos que quanto maior for a massa de um planeta, maior será a força gravitacional dele, conseqüentemente, maior o peso de um corpo em sua superfície.

Você consegue imaginar como seria a vida em um planeta com 10 vezes a massa da Terra? Represente através de desenho, poema ou música como seria a vida nesse planeta.

7. A TRILHA NA MINHA VIDA


Já estamos quase no fim da nossa trilha. Para nos despedirmos, eu gostaria de saber como foi a sua experiência de aprendizagem no nosso trajeto? Você já consegue imaginar a sua vida sem a força gravitacional ou com uma aceleração da gravidade muito menor a que estamos acostumados? Imagine um mundo onde os corpos demoram muito para cair ou fiquem flutuando. Lembre das suas atividades do dia a dia, elas ficariam mais fáceis ou mais difíceis? Como seria a sua vida na ausência de gravidade?

8. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SOCIAL

Você se lembra da representação que você fez no item 6 da nossa trilha? Vamos fazer um cartaz ou publicação da sua arte nas redes sociais sobre esse resultado. Acho que todos/as deveriam saber um pouco mais sobre esse tema!

9. AUTOAVALIAÇÃO

Nossa trilha está chegando ao final. Foi muito bom ter a sua companhia. Antes de terminar, peço que responda apenas algumas perguntas no seu **diário de bordo**:

- 
- a) Essa trilha ajudou você a compreender melhor sobre força gravitacional?
 - b) Quanto tempo você precisou para realizar essa atividade?
 - c) Você encontrou dificuldades na realização da trilha? Se sim, cite quais foram.

Você chegou até o final de mais uma trilha. Parabéns!