



Caro(a) aluno(a),

Neste Caderno você terá contato com diversos conceitos básicos da Astronomia. O estudo dos elementos que compõem o Universo e a forma como eles são organizados são o ponto de partida da nossa aventura.

Você poderá construir uma classificação e organização dos elementos que compõem o Universo com critérios científicos. Para consolidar esta organização dos conceitos astronômicos, serão utilizadas grandezas físicas como massa, distância, tamanho, velocidade e trajetória. Também serão considerados aspectos de formação dos elementos e tipos de agrupamentos.

Continuaremos a aventura estudando nosso próprio planeta – a Terra –, suas dimensões e sua interação com a Lua. Assim como a Lua orbita a Terra, o planeta também orbita o Sol, que é uma estrela. Juntamente com outros planetas e planetas-anões, constituímos o Sistema Solar, que é nosso próximo objeto de estudo.

Ao estudar as constelações, maiores distâncias serão envolvidas. Para distâncias tão grandes será apresentada uma nova medida de distância: o ano-luz.

Por fim, você estudará a interação entre diversos corpos no espaço por meio do campo gravitacional, bem como os movimentos nos lançamentos oblíquos e os movimentos orbitais que ocorrem próximos à superfície da Terra. Poderá, inclusive, comparar situações de interações de objetos na Terra e na Lua, por exemplo.

Dessa forma, você poderá, juntamente com seus colegas de classe e com seu professor, ampliar seus conhecimentos sobre o Universo, a Terra e a vida, tendo uma ideia de como esses conhecimentos evoluem através dos tempos, como um processo de construção humana.





Este Caderno apresenta sugestões de atividades práticas e de experimentos de investigação, além de sugestões de pesquisas que envolvem leitura, consultas a *sites*, livros e revistas, dando atenção aos conceitos físicos e à linguagem matemática. Essas atividades são fundamentais para o domínio dos conhecimentos propostos nesta etapa, tudo com a devida coordenação e orientação de seu professor.

Equipe Técnica de Física
Área de Ciências da Natureza
Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo





Para começo de conversa

Você algum dia já se perguntou sobre o espaço, as estrelas ou o Universo? Estes são assuntos que despertam muita curiosidade em todos nós. Neste Caderno, vamos falar sobre eles. Começaremos com uma discussão sobre a Terra e seus vizinhos mais próximos (a Lua, o Sol e os outros planetas) e, em seguida, sobre as estrelas. Além de tudo isso, teremos a oportunidade de conversar sobre a exploração e a pesquisa do espaço, relacionando todos esses assuntos com os conceitos físicos que aprendemos nos Cadernos dos volumes 1 e 2.

Aprecie esta viagem!

TEMA 1:

UNIVERSO: ELEMENTOS QUE O COMPÕEM



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 UM PASSEIO PELA GALÁXIA

Nesta primeira atividade, você vai se preparar para ler um livro, tarefa que será desenvolvida ao longo deste Caderno. Será uma leitura interessante, relacionada com os temas que serão tratados nas aulas de Física até o final do ano. A primeira coisa a ser feita é conhecer um pouco mais sobre a obra e seu autor.

1. Qual é o título do livro que seu professor sugeriu?

2. Quando soube do título, qual foi sua impressão sobre o assunto do livro?

3. Qual é o nome do autor? O que seu professor comentou sobre ele?

4. Na sua opinião, qual é a relação entre esse livro e o conteúdo das aulas?

5. Se houve apresentação de vídeo, que vídeo foi esse? Qual a relação entre o vídeo e o livro?

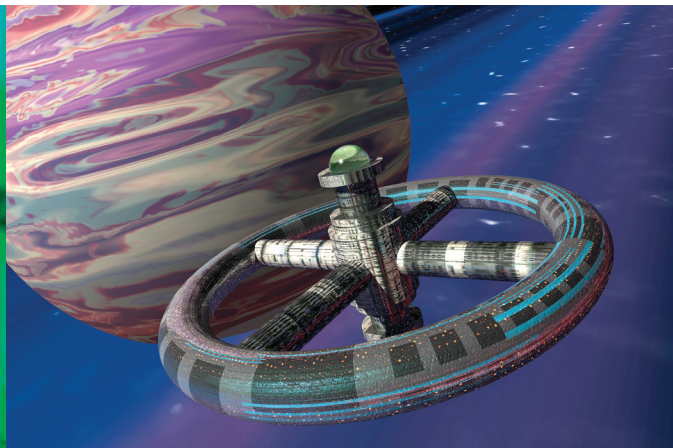


LIÇÃO DE CASA



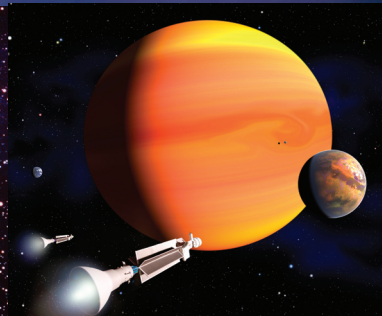
1. Para a próxima aula, procure lembrar-se de ideias associadas ao espaço que aparecem em meios de comunicação, como filmes, revistas, histórias em quadrinhos, jornais, telejornais, documentários, livros, desenhos animados, propagandas, letras de música. Anote em seu caderno essas ideias (planetas, naves, extraterrestres, estrelas e assim por diante), indicando também de onde elas foram tiradas. Se possível, faça uma pesquisa sobre o tema e leve pelo menos três dos materiais encontrados para a sala de aula.

© Thom Lang/Corbis-Latinstock



© Clark Dunbar/Corbis-Latinstock

© Tony Hallas/SPL-Latinstock



© Stocktrek Images/Corbis-Latinstock

2. Procure mais informações sobre o livro que será lido durante o bimestre. Você pode obtê-las na internet a partir do roteiro a seguir:
- Quem é o autor? Sua nacionalidade, local onde vive (ou viveu), datas de nascimento e de morte (se necessário).
 - Qual é a formação do autor? Em que profissões atua(ou)? Além de escrever, ele exerce(eu) outra atividade?
 - Que tipos de livro esse autor costuma(va) escrever? Há algum outro livro importante escrito por ele? Qual(is)?
 - Sobre o livro que você vai ler: que informações novas você conseguiu? Você encontrou opiniões a respeito dessa obra? Quais?



APRENDENDO A APRENDER

Há filmes interessantes de ficção científica que podem enriquecer seu vocabulário e ajudá-lo a compreender melhor as leituras desse gênero. Um seriado antigo, mas bastante divertido, é *Jornada nas estrelas*, que também conta com longas-metragens e filmes produzidos mais recentemente. Outra série famosa de filmes é *Star wars (Guerra nas estrelas)*. Ao longo do bimestre, se tiver oportunidade de ver esses filmes, compare suas histórias com aquilo que é retratado no livro. Com base nos temas das aulas e na leitura, pense nos aspectos do filme que lhe parecem fantasiosos e também naqueles que parecem estar mais próximos da realidade.



PARA SABER MAIS

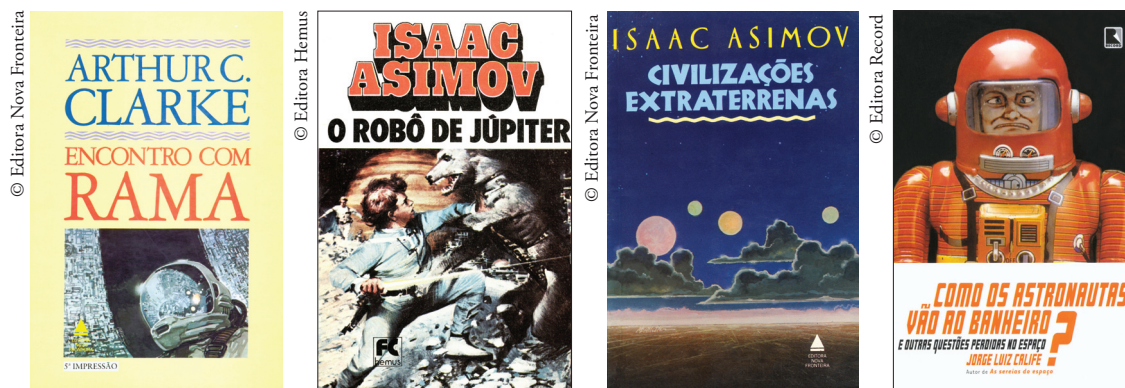
Há diversos livros que seu professor poderá escolher como leitura para a classe, todos eles interessantes e relacionados a assuntos da Astronomia e da Física. Aqui há uma pequena lista de sugestões de leitura para você. Se tiver oportunidade, leia algumas delas.

- ADAMS, Douglas. *O guia do mochileiro das galáxias*. Rio de Janeiro: Sextante, 2004. Obra de ficção que conta a divertida história de Arthur Dent, um rapaz que descobre que seu melhor amigo é um extraterrestre, que a Terra será destruída no dia seguinte e que sua única opção é sair em uma aventura pela galáxia. Este é o primeiro volume de uma série de cinco livros, que exploram a ficção científica com muito humor.



© Editora Sextante

2. ASIMOV, Isaac. *O robô de Júpiter*. São Paulo: Hemus, s. d. Esta é uma das seis histórias de Lucky Starr, um misto de detetive e agente policial do espaço, que sempre se envolve em aventuras mirabolantes no Sistema Solar com um amigo marciano. Neste livro, ele tenta resolver um mistério de sabotagem em Júpiter.
3. ASIMOV, Isaac. *Civilizações extraterrenas*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1980. Será que um dia poderemos viver no espaço? É possível que haja seres inteligentes em outros lugares do Universo? Este é um livro de não ficção que discute cientificamente a possibilidade de vida inteligente fora da Terra. É uma leitura interessante e muito instrutiva.
4. CALIFE, Jorge Luiz. *Como os astronautas vão ao banheiro? E outras questões perdidas no espaço*. Rio de Janeiro: Record, 2003. Este é um livro de não ficção que discute diversas questões sobre a exploração espacial: a história da ida ao espaço, as dificuldades, as curiosidades e as possibilidades futuras. Apresenta várias fotos coloridas sobre a exploração do espaço. Há também uma discussão sobre os filmes de ficção espacial mais conhecidos, abordando aquilo que é mais realista ou mais fantasioso em cada um deles.
5. CLARKE, Arthur C. *Encontro com Rama*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1998. Um objeto do espaço vai passar perto da Terra. O que se acreditava ser um asteroide é, na verdade, uma imensa nave, com quilômetros de extensão. Os exploradores descobrem que dentro dela parece não haver ninguém e resolvem se aventurar. Uma história cheia de mistério e emoção. *Encontro com Rama* é o primeiro de uma série de quatro livros.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2

O QUE TEM LÁ EM CIMA?

Sob a coordenação de seu professor, agora você vai se reunir em grupo para examinar os materiais que cada um de vocês encontrou na pesquisa feita na **Lição de casa**.

1. Quais foram os exemplos trazidos pelas pessoas do grupo? Escreva a lista completa a seguir.



2. Descreva no espaço a seguir três dessas situações trazidas pelos colegas. Não se esqueça de indicar de onde o exemplo foi tirado.

Colega/situação: _____

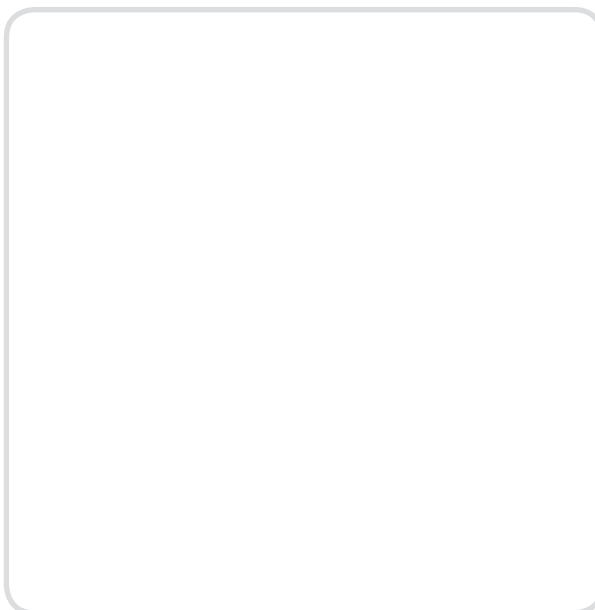
Colega/situação: _____

Colega/situação: _____

3. Agora, discuta com o grupo: quais exemplos estão mais próximos da realidade? E quais parecem ser exageradamente fantasiosos? Por quê? No espaço a seguir, registre com suas palavras as conclusões do grupo.





4. Observe a figura a seguir. Ela mostra uma maneira interessante de organizar as ideias, de mostrar como uma coisa está relacionada a outra. Tente elaborar um esquema como esse, junto com seu grupo, usando os exemplos que você preencheu na Situação de Aprendizagem 1. Ao tentar fazer isso, certamente surgirão dúvidas e discussões. Quando for preciso, peça ajuda ao professor, mas também solte a imaginação, pois há muitas maneiras diferentes de criar o esquema, todas elas válidas. Utilize o espaço ao lado da figura para apresentar o esquema de seu grupo.



5. Depois que seu esquema estiver concluído, separe uma apresentação dos resultados do trabalho para a classe. No espaço a seguir, escreva que modificações você faria no seu esquema, incluindo coisas que aprendeu durante as apresentações dos colegas. Esta é uma tarefa individual.

6. Voltando a trabalhar em grupo, a tarefa agora será imaginar uma história de viagem fictícia pelo espaço. Pode ser uma viagem turística, uma viagem de pesquisa, alguém capturado por uma espaçonave alienígena, um sonho, qualquer roteiro imaginado pelo grupo. Na aula, você deve apenas imaginar a história, que será escrita em casa. No espaço a seguir, escreva um roteiro resumido da história, liste os personagens, os fenômenos e os eventos que serão vistos na viagem. Como modelos de roteiro resumido, veja cinco bons exemplos na seção **Para saber mais** (páginas 5 e 6).

 **VOCÊ APRENDEU?** 


Responda às questões, baseando-se nas discussões realizadas em classe.

1. Qual é a principal diferença entre um planeta e um satélite natural?

2. Todos os corpos que orbitam o Sol são planetas? Explique.

3. Que outros corpos do espaço podem ser considerados similares ao Sol? Por quê?

4. O que é uma galáxia? Tem algo a ver com constelação?

 **LIÇÃO DE CASA** 

1. Na sala de aula, você imaginou uma história de viagem espacial com seus colegas e definiu o roteiro. Agora chegou a hora de escrevê-la. Ela não precisa ser longa; uma ou duas páginas de-

vem ser suficientes. Se possível, tente digitá-la no computador. Não se esqueça de que a história deve apresentar as personagens e suas características e contar um fato, com começo, meio e fim. Tente também fazer um desenho (à mão ou em algum programa de computador) para ilustrar sua história.

2. Agora você já deve ter seu livro de leitura em mãos e deve ter começado a lê-lo. Aqui vão algumas tarefas para você.
 - a) Na capa do livro também existem textos e imagens. Na parte de trás e nas dobras da capa (orelhas), geralmente há várias informações sobre a obra. Faça um resumo dessas informações.
 - b) Escreva qual é a relação entre o que há na capa do livro e as informações apresentadas nas aulas.
 - c) Verifique no início do livro se há um texto chamado “prefácio” ou “introdução” e se há textos nas orelhas. Se houver, leia-os. Eles foram escritos pelo mesmo autor da obra? O que é dito nesses textos? Para que servem?
 - d) Procure nas páginas iniciais do livro quando ele foi escrito e responda: quantos anos tem essa obra? Você acha que o conhecimento científico sobre o espaço mudou muito desde que o livro foi escrito? Explique.
 - e) Vamos programar a leitura: quantas páginas o livro tem? Quantos capítulos? Tente calcular quantas páginas você deve ler por semana para terminar a leitura no prazo estipulado pelo professor.
3. Para a próxima Situação de Aprendizagem você deve providenciar bolas dos mais variados tamanhos e tipos, a fim de realizar uma atividade sobre o Sistema Solar. Algumas sugestões: bola de gude, bolinhas de aço, bolinhas de isopor, bolinhas de cabeça de alfinete, bola de pingue-pongue, bola de tênis, bola de borracha, bola de futebol, bola de vôlei, bola plástica grande de parque de diversões. Se possível, traga também bolinhas bem pequenas, como as bolinhas de isopor usadas no enchimento de almofadas.



PESQUISA INDIVIDUAL

Nas próximas aulas, precisaremos de algumas informações importantes sobre a Terra e a Lua. Faça a pesquisa em enciclopédias, em livros e na internet e responda:

1. Qual é o ponto de maior altitude da superfície terrestre? Qual é essa altitude em quilômetros?

2. Qual é o ponto mais profundo dos oceanos terrestres? Qual é sua profundidade?

3. Qual é o diâmetro do planeta Terra?

4. Como a Terra não é uma esfera perfeita, há diferença entre o diâmetro polar (entre os polos Norte e Sul) e o diâmetro equatorial (entre dois pontos opostos na Linha do Equador). Descubra esses valores e calcule a diferença entre eles.
-

5. Qual é a distância entre a Terra e a Lua?
-

6. Qual é o diâmetro da Lua?
-



PARA SABER MAIS

Uma ótima leitura para fixar as discussões realizadas nessa etapa é o livro *O Universo*, da série *Atlas Visuais* (Editora Ática). Há diversos textos curtos sobre os principais corpos e estruturas encontrados no espaço, com descrições e imagens impressionantes dos planetas, do Sol, dos satélites e das galáxias, além de artefatos da exploração espacial como espaçonaves e trajes espaciais. Procure o livro na biblioteca da escola de seu bairro ou de sua cidade. Vale a pena!



© Editora Ática



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 A TERRA É UMA BOLINHA

Agora que falamos um pouco do espaço, vamos voltar à Terra para entender melhor nosso planeta, antes de sair em viagem galáxia afora. Aprendemos que a Terra é “redonda” (ou esférica), mas quando olhamos ao nosso redor não é isso que vemos, e sim ruas, casas, campos, montanhas e árvores com o horizonte lá longe. Assim, a superfície parece mais plana que esférica...

1. Como é possível saber que a Terra tem o formato aproximado de uma bola? Discuta com seus colegas quais são as evidências ou indícios de que a Terra não tem, na verdade, o formato de uma grande *pizza*, de uma folha de papel, de um palmito ou, quem sabe, até outro formato mais estranho. Escreva suas conclusões no espaço a seguir.
-
-

2. Assim como aceitamos a ideia de que a Terra se parece com uma bola, também temos certeza de que ela não é uma esfera perfeita, já que existem o relevo, as montanhas e tudo o mais, da mesma forma que uma laranja também é quase uma bola, mas longe de ser perfeitamente esférica. Se você fosse imaginar a Terra como uma fruta, qual seria uma boa representação? Uma goiaba? Uma pera? Uma jaboticaba? Ou alguma outra fruta? Discuta com seus colegas qual seria a melhor representação e escreva suas conclusões no espaço a seguir, justificando-as.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

O formato da Terra

Na **Pesquisa individual** você descobriu que há informações que podem ajudá-lo a imaginar melhor o formato da Terra. Certifique-se de ter essas informações em mãos. Vamos fazer uma breve atividade para discutir o assunto.

Materiais

- escolha uma das bolas pedidas na **Lição de casa** para representar a Terra. Essa bola deve ser menor do que a folha deste Caderno, porque você vai desenhá-la em tamanho natural na página seguinte, mas também não deve ser pequena demais, para não dificultar o trabalho;
- tenha em mãos lápis e borracha;
- uma calculadora e uma pequena régua podem ajudar na atividade. Um compasso também pode ser útil.

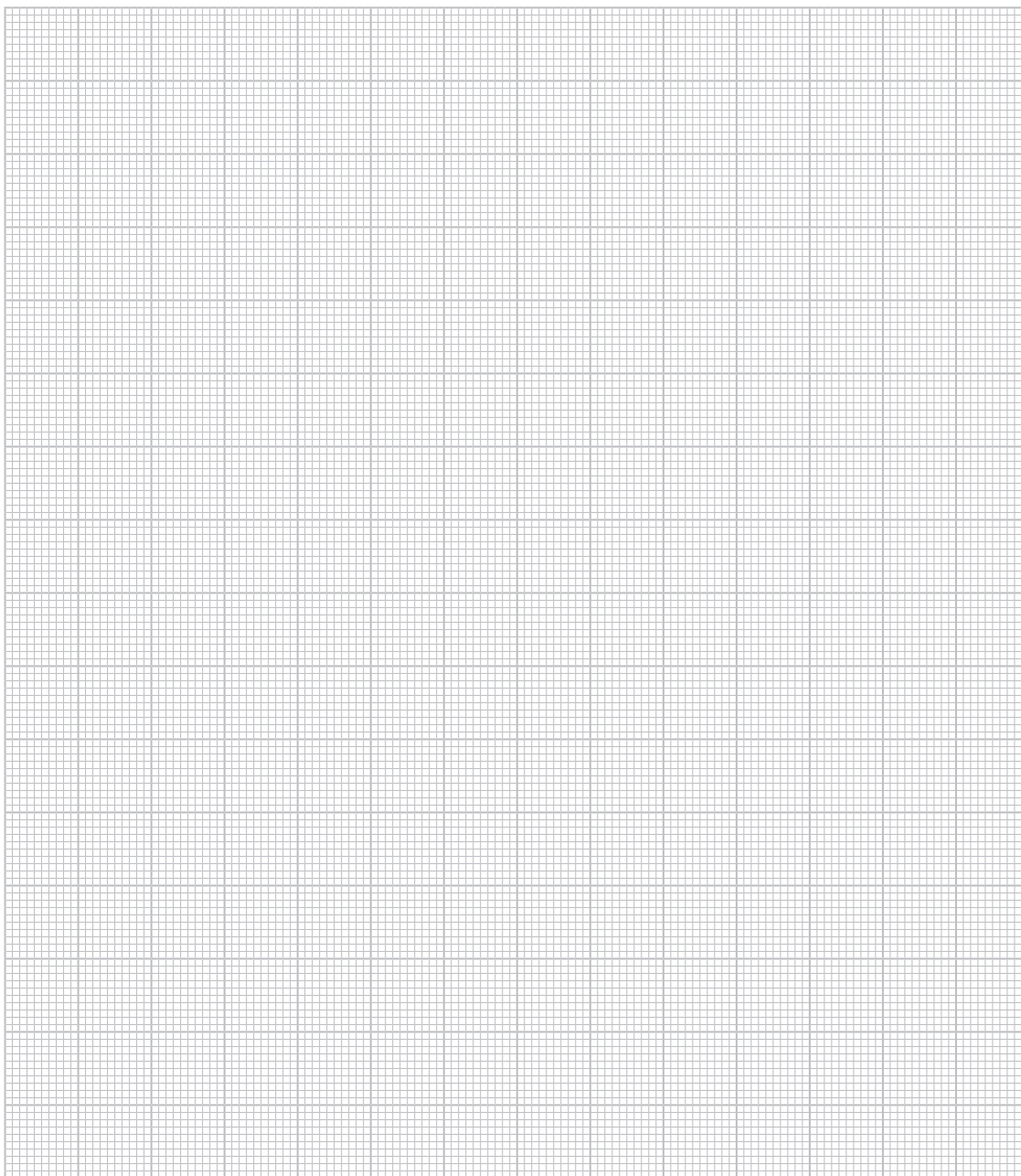
Mãos à obra

1. A primeira coisa a fazer é tentar medir o diâmetro da bola escolhida para representar a Terra. Você pode colocá-la sobre a página seguinte, que é milimetrada, e usar uma régua para auxiliá-lo. Se estiver fazendo a atividade em um dia de sol, a sombra da bola sobre o papel também pode ajudar na medida. Anote o valor obtido no espaço a seguir, em milímetros (lembre-se de que um centímetro equivale a dez milímetros).



Diâmetro: _____

2. No espaço milimetrado a seguir, desenhe uma circunferência com diâmetro igual ao da bola, usando o valor obtido no item anterior.
3. Modifique o desenho de forma a levar em conta – de acordo com o que você imagina – o fato da Terra ser levemente achatada nos polos.
4. Tente acrescentar ao desenho, com base naquilo que você imagina ser a proporção correta, o relevo da Terra, com montanhas, vales e o fundo dos oceanos.



Agora serão feitos alguns cálculos para avaliar o desenho do planeta. A ideia é obter as proporções corretas, imaginando que a Terra é do tamanho da bola que você escolheu. Registre cada passo em seu caderno.

1. Se a Terra tivesse o diâmetro da bola escolhida, qual seria o tamanho da saliência nessa bola correspondente à altura da montanha mais alta de nosso planeta? Para fazer esses cálculos, você deve montar uma regra de três.
2. Imagine que o ponto mais fundo do oceano terrestre seja uma pequena reentrância na bola. Use o procedimento utilizado no exercício anterior para calcular a profundidade dessa reentrância, em milímetros.
3. Calcule o achatamento que a bola deveria ter para levar em conta o formato da Terra. Você já deve ter calculado, na sua pesquisa, a diferença entre o diâmetro equatorial da Terra e seu diâmetro polar. Com o mesmo procedimento, calcule a diferença em milímetros que deveria haver na bola que você está usando como modelo do planeta.
4. Volte ao seu desenho na folha milimetrada. Observando o relevo e o achatamento da Terra que você desenhou, você acha que eles são compatíveis com os resultados dos cálculos? Por quê?

5. Que conclusão você tira a respeito do formato da Terra? Voltando à questão da comparação da Terra com uma fruta, você ainda acha que a fruta que escolheu como representação da Terra continua válida? Explique, discutindo formato e tipo de superfície.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

A Terra e a Lua

Com os mesmos métodos que empregamos para conhecer um pouco mais o formato da Terra, podemos também examinar a relação de distâncias e tamanhos entre a Terra e a Lua.

Materiais

- a mesma bola usada para representar a Terra na experiência anterior;
- outras bolas, de tamanho menor;
- lápis, borracha;
- régua, calculadora e compasso podem ser muito úteis.

Mãos à obra

1. Sabendo que a Lua é menor do que a Terra, qual bola você acha que poderia representar a Lua, supondo que a Terra fosse do tamanho da bola usada na experiência anterior? Escolha uma das bolas disponíveis no grupo ou, então, se não achar uma adequada, peça emprestada alguma trazida por outro colega.
2. Meça o diâmetro da bola escolhida para representar a Lua e anote o resultado, em milímetros: _____
3. Agora, você vai conferir se sua escolha foi adequada. Para isso, você deve recorrer mais uma vez aos cálculos de proporção. Usando os valores obtidos na pesquisa e na atividade anterior, calcule e registre em seu caderno qual deveria ser o diâmetro de uma bola para representar proporcionalmente a Lua.
4. Compare o resultado com o diâmetro da bola que você escolheu para representar a Lua. A escolha era adequada? Por quê? Caso não seja, procure outra bola mais próxima da proporção.
5. Desenhe na folha milimetrada um círculo representando a Lua, proporcional ao tamanho da Terra.
6. Agora que você tem uma bola representando a Terra e outra representando a Lua, imagine qual deveria ser a distância entre elas para representar adequadamente o movimento da Lua ao redor de nosso planeta. Discuta com seus colegas: que distância seria essa? Um palmo? Um dedo? Um braço? Vários metros? Registre as conclusões no espaço a seguir.

7. Agora, você pode calcular quanto deveria ser essa distância. De que dados você precisa? Como deve ser o cálculo? Resolva a questão em seu caderno e escreva abaixo uma conclusão, comparando o resultado com as discussões realizadas no item anterior.

Conclusão:

**VOCÊ APRENDEU?**

1. Às vezes, as pessoas dizem que a Terra é enrugada como a casca de uma laranja. Você concorda com essa afirmação? Por quê?

2. A distância entre a Terra e a Lua é muito grande quando comparada às distâncias entre dois pontos quaisquer no planeta? Explique.

3. Você acha que, se pudéssemos atingir o ponto mais profundo dos oceanos da Terra, estaríamos muito mais próximos do centro do planeta? Explique.



LIÇÃO DE CASA



1. Você já deve ter avançado na leitura do seu livro. Comece a organizar e a registrar suas ideias e impressões sobre o livro e também as relações com o que seu professor tem proposto em sala. Assim você pode aproveitar mais as aulas. Descreva algumas características da obra. Ele é um livro de ficção, que conta uma história? Se for, quais são as personagens e suas características? Em que época e lugar se passa a história? Se o livro não for de ficção, sua tarefa é explicar como estão organizados os capítulos: que sequência o autor escolheu para os capítulos? Que tipo de organização ele usou?
2. Faça, em seu caderno, uma breve síntese de três a cinco linhas sobre os acontecimentos ou explicações dos cinco primeiros capítulos do livro e relacione-os com os conceitos de Física que você está aprendendo.



PESQUISA INDIVIDUAL

Sistema Solar

Nas próximas atividades estudaremos o Sistema Solar, que é composto basicamente do Sol, de oito planetas, satélites, planetas-anões, asteroides e cometas.

1. Pesquise, na internet ou em livros, as informações a seguir sobre os oito planetas, completando a tabela.

Planeta	Diâmetro médio (km)	Distância média até o Sol (milhões de km)	Período orbital (dias ou anos)
Mercúrio			
Vênus			
Terra			
Marte			
Júpiter			
Saturno			
Urano			
Netuno			

2. Descubra também o que são planetas-anões, quais são os conhecidos e em que posição se encontram no Sistema Solar. Escreva os resultados da pesquisa no espaço a seguir, na forma de uma tabela.

3. Para finalizar, descubra qual é o diâmetro do Sol.



APRENDENDO A APRENDER

Na aula de Geografia, peça ao professor dessa disciplina para mostrar um globo terrestre. Verifique se o globo possui relevo e tente imaginar se esse relevo é ou não proporcional às dimensões do planeta Terra. Comente suas observações com o professor de Física e seus colegas de classe.



PARA SABER MAIS

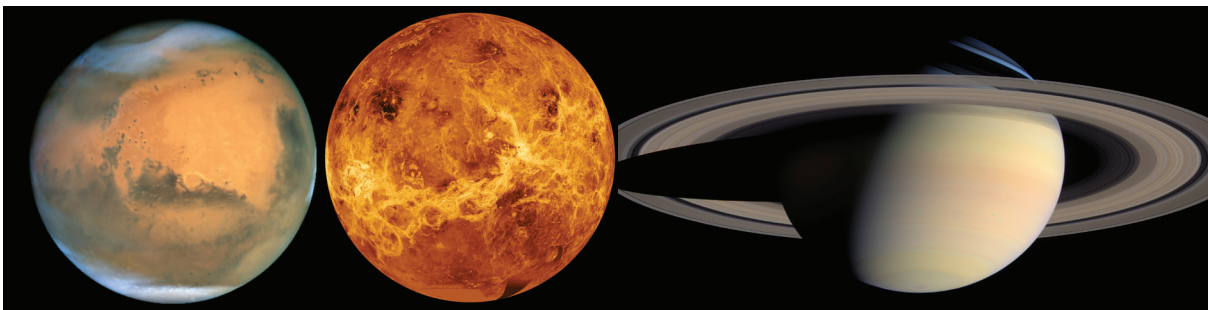
Se quiser uma boa dica de leitura, uma sugestão é a obra do famoso escritor Isaac Asimov chamada *Antologia*. Além de ser um dos melhores escritores de ficção científica, ele também é autor de centenas (isso mesmo, centenas!) de livros de ciência para jovens e pessoas que gostam de saber mais sobre o Universo. No segundo volume de *Antologia* há um texto sobre o tema discutido nesta atividade: o quanto a Terra pode ser considerada “redonda”. O nome desse texto é *A relatividade do erro*, mas há inúmeros textos sobre temas variados, como a inteligência humana, a origem do Universo, a Bíblia, os *icebergs*, as superstições, as línguas e muito mais. A obra é composta de dois volumes publicados pela editora Nova Fronteira. O primeiro deles, *Antologia 1*, reúne textos escritos por Asimov entre 1958 e 1973. O segundo volume traz textos que o autor produziu de 1974 a 1979.

Para quem gosta de ficção científica, há algumas indicações de leitura relacionadas à Lua. Arthur C. Clarke é provavelmente o autor que mais imagens criou sobre como seria viver nesse satélite natural. Em *2001: odisseia espacial*, um estranho artefato de origem desconhecida é encontrado na Lua por cientistas que trabalhavam em uma estação de pesquisa lunar. Na obra *Os naufragos do Selene*, um grupo de turistas está passeando pelas paisagens lunares em um veículo espacial quando um terrível acidente acontece e eles têm de lutar para sobreviver. Finalmente, *Luz da Terra* retrata uma época em que existem verdadeiras cidades na Lua. Apesar de todo o avanço tecnológico, ainda existe a guerra, que neste caso tem consequências difíceis de imaginar. Nas três obras, Clarke transmite uma visão do futuro, com base nos conhecimentos científicos que se tem hoje de como seria viver no único satélite natural da Terra: as dificuldades, as possibilidades, os encantos e os desafios. Ao mesmo tempo, passamos a ver a Lua com outros olhos.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 O SISTEMA SOLAR

© The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)/NASA;
© JPL/NASA;
© CICLOPS/Space Science Institute/NASA



Vamos iniciar a próxima tarefa analisando os dados da tabela que você completou em sua **Pesquisa individual** da Situação de Aprendizagem 3 (página 17).



1. Qual é o maior planeta do Sistema Solar? E o menor?

2. O que significa “período orbital”? Qual é o período orbital da Terra?

3. Você percebe alguma relação entre o período orbital e a distância entre o planeta e o Sol? Qual? Como você explicaria essa relação?

4. Você acha que o período orbital é diretamente proporcional à distância entre o planeta e o Sol, ou seja, o dobro da distância resulta no dobro do período orbital? Use a regra de três com dois planetas quaisquer e tire uma conclusão.

5. Que características você nota que diferenciam os planetas jovianos dos telúricos?

6. Qual planeta possui a maior massa? E qual tem a menor?



A tabela abaixo apresenta alguns dados adicionais sobre os planetas do Sistema Solar. Use-a para responder às questões que se seguem.

	Planeta	Massa (kg)	Densidade (kg/m ³)
Telúricos	Mercúrio	$3,3 \times 10^{23}$	5 430
	Vênus	$4,9 \times 10^{24}$	5 250
	Terra	$6,0 \times 10^{24}$	5 520
	Marte	$6,4 \times 10^{23}$	3 930
Jovianos	Júpiter	$1,9 \times 10^{27}$	1 330
	Saturno	$5,7 \times 10^{26}$	710
	Urano	$8,7 \times 10^{25}$	1 240
	Netuno	$1,0 \times 10^{26}$	1 670

Fonte: Astronomia e Astrofísica/UFRGS. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>>.

7. A massa do maior planeta corresponde a quantas vezes a massa do menor? E a quantas vezes a massa da Terra? Mostre os cálculos.

8. A massa de um planeta é diretamente proporcional a seu diâmetro?

9. E a massa da Terra? Corresponde a quantas vezes a massa do menor planeta? Registre os cálculos.

10. Qual é o planeta mais denso do Sistema Solar? E o menos denso?

11. Quais tipos de planeta são mais densos: os telúricos ou os jovianos? Por que você imagina que há essa diferença?



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Os planetas

Nesta atividade, o que aprendemos sobre proporções será aplicado ao Sistema Solar; assim poderemos ter uma ideia mais precisa de quais são as dimensões envolvidas nas vizinhanças do planeta.

Materiais

- bolas de tamanhos variados;
- régua.

Mãos à obra

1. Como das outras vezes, a atividade fica muito mais interessante e divertida se a iniciamos com o levantamento de hipóteses. Com seus colegas de grupo, tente, sem fazer nenhum cálculo, imaginar quais bolas deveriam ser usadas para representar cada planeta. Use como referência a bola que vocês escolheram para representar a Terra.
2. Imagine que vocês vão fazer um modelo do Sistema Solar, com os planetas e órbitas nas proporções corretas. Tente fazer isso com as bolas disponíveis. Desenhe em seu caderno o resultado imaginado.
3. Agora podemos fazer as proporções e verificar se o modelo está de acordo com as proporções reais do Sistema Solar. Em primeiro lugar, calcule a distância entre a Terra e o Sol no modelo. Suponha que a distância real da Terra ao Sol seja de 150 000 000 km e que o diâmetro da Terra seja de 12 500 km. Se usarmos uma bolinha de 75 mm de diâmetro para representar a Terra, qual deverá ser a distância entre essa bolinha e o Sol no modelo?

Este é um cálculo de proporções, que pode ser montado assim:

$$\begin{array}{l} 75 \text{ mm} \quad (\text{está para}) \quad 12\,500 \text{ km} \\ x \text{ mm} \quad (\text{está para}) \quad 150\,000\,000 \text{ km} \end{array}$$

Dessa forma, obtém-se a equação:

$$x \cdot 12\,500 = 75 \cdot 150\,000\,000 \text{ km}$$

O resultado dará $x = 900\,000 \text{ mm}$. Como 1 metro corresponde a 1000 milímetros, isso quer dizer que a distância seria de 900 metros. Certamente, esse modelo não caberia na sua sala de aula e, possivelmente, nem no terreno da escola.

Faça agora, em seu caderno, o cálculo exato com o diâmetro da bola que o grupo escolheu e os dados obtidos na pesquisa.

4. A partir do que foi feito na questão anterior, agora é possível fazer cálculos proporcionais para os tamanhos e as distâncias no modelo do Sistema Solar, sempre tomando como base a bolinha escolhida para ser a Terra. São muitos cálculos: para cada planeta, você deve calcular o diâmetro e a distância do Sol a ser usados na construção do modelo. Coloque os resultados na tabela a seguir e responda às questões em seu caderno.

Dimensões do modelo de Sistema Solar		
Astro	Diâmetro da bola (mm)	Distância até o Sol (m ou km)
Sol		zero
Mercúrio		
Vênus		
Terra		
Marte		
Júpiter		
Saturno		
Urano		
Netuno		

5. É possível encontrar bolas para representar todos os planetas? Explique.
6. É possível encontrar uma bola para representar o Sol? Por quê?



Desafios!

Dois desafios para quem gosta de fazer cálculos:

- Qual é a velocidade média com que a Terra percorre sua órbita?
- Um ano em Netuno equivale a quantos dias na Terra?



APRENDENDO A APRENDER

Podemos aprender muito vendo filmes de ficção e tentando analisá-los de forma crítica. Uma atividade interessante é assistir a dois filmes sobre um mesmo tema e observar as diferenças de abordagem. A respeito dos assuntos tratados nesta Situação de Aprendizagem, há duas indicações. A primeira é sobre os asteroides e cometas, a possibilidade de atingirem a Terra e suas consequências. Há dois filmes famosos sobre esse tema: *Impacto profundo* (*Deep impact*), que tem Robert Duvall e Elijah Wood no elenco, e *Armageddon* (*Armageddon*), com Bruce Willis e Liv Tyler. Assista aos dois e compare-os com relação à história, aos efeitos, à emoção, mas também levando em conta o conhecimento científico. Qual deles faz uma descrição mais realista do que aconteceria?

A outra dica é sobre o planeta Marte. Também há dois filmes interessantes: *Planeta vermelho* (*Red planet*), com Val Kilmer, e *Missão: Marte* (*Mission to Mars*), com Gary Sinise. A ideia é a mesma: assista aos dois, compare-os e diga qual faz a descrição mais realista do nosso vizinho vermelho. É divertido confrontar a opinião pessoal com a dos colegas que também assistiram aos filmes. Divirtam-se!



PARA SABER MAIS

Uma leitura muito recomendável e acessível sobre o que estudamos aqui é o texto *O que aconteceu com Plutão?*, de Sérgio Scarano Jr., disponível no site *Telescópios na Escola* (<<http://www.telescopiosnaescola.pro.br>>), na seção “Material didático”. O autor explica a definição oficial de planeta adotada em 2006 pela União Astronômica Internacional, que levou à classificação de Plutão como planeta-anão. Outro endereço interessante na internet é o portal *Astronomia e Astrofísica*, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, disponível no endereço <<http://astro.if.ufrgs.br>>. O site apresenta muitos conceitos e informações sobre os assuntos que estamos estudando.

Na área da ficção, uma recomendação é a leitura da série *Lucky Starr*, de Isaac Asimov. Trata-se de uma série de livros de aventura sobre um patrulheiro espacial, em vários lugares do Sistema Solar. Como foram escritos na década de 1950, muitas das informações ali presentes estão desatualizadas, e talvez seja justamente isso o mais interessante: ver como se imaginavam os planetas antes das descobertas permitidas pela exploração espacial. São seis obras: *As cavernas de Marte*, *Os oceanos de Vênus*, *Grande Sol de Mercúrio*, *Vigilante das estrelas*, *O robô de Júpiter* e *Os anéis de Saturno*, todos publicados pela editora Hemus.



VOCÊ APRENDEU?



Responda em seu caderno:

1. O que são planetas telúricos e jovianos? Quais suas características?
2. Todos os planetas do Sistema Solar possuem satélites? Explique.
3. Que outros corpos do Sistema Solar, além dos planetas, orbitam o Sol? Cite e descreva alguns deles.
4. Quais são os planetas-anões conhecidos? Se você fosse incluí-los no modelo de Sistema Solar proposto em aula, qual deveria ser o diâmetro de cada bolinha para representá-los?



LIÇÃO DE CASA



1. Imagine que o modelo de Sistema Solar que você e seus colegas projetaram em classe fosse construído na sua cidade, sendo o Sol representado pela praça central. Nesse caso, em que locais da cidade poderiam ser colocados cada um dos planetas para manter uma proporção aproximadamente correta? Eles teriam que estar em uma mesma linha reta? Por quê?
2. Vamos voltar à leitura do livro, com mais algumas tarefas. Registre em seu caderno:
 - a) Até que capítulo do livro você leu? Faça uma síntese geral dessa leitura até o momento, redigindo um parágrafo.
 - b) Comente e explique: o que mais você gostou na leitura até o momento?
 - c) Nos capítulos que você já leu, deve ter encontrado algumas palavras ou expressões que são termos científicos não usuais ou desconhecidos por você, usados para designar ideias, fenômenos, artefatos etc. Sua missão agora é folhear esses capítulos em busca de pelo menos três dessas palavras. Ao encontrá-las, anote a frase inteira, mostrando onde esses termos se encontram.
 - d) Procure em dicionários, enciclopédias, livros ou na internet o significado das palavras escolhidas. Esse significado está de acordo com o sentido da palavra empregado no texto do livro? Explique por que isso acontece com cada um dos significados das palavras pesquisadas.



PESQUISA EM GRUPO

Constelações

1. Faça uma pesquisa sobre as constelações:
 - O que são constelações?
 - Quais são suas utilidades?
 - Quais são as constelações mais conhecidas?
 - O que é zodíaco?
2. Procure histórias, curiosidades ou mitos a respeito de uma constelação à sua escolha.
3. Descubra quais são as estrelas mais brilhantes do céu.
4. Procure informações sobre as seguintes constelações: Cruzeiro do Sul, Gêmeos, Órion, Centauro, Escorpião e Leão.
5. Procure algumas imagens de constelações e leve-as para a sala de aula.
6. Verifique e indique se algumas dessas estrelas ou constelações são mencionadas no livro que você está lendo. Em caso afirmativo, o que é dito sobre elas no livro?



© Luke Dodd/SPL-Latinstock



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 UM PULINHO A ALFA DO CENTAURO

Vamos iniciar lembrando alguns cálculos de velocidade. Imagine que você possui um veículo muito veloz – um avião – e que vai sobrevoar a Linha do Equador terrestre à velocidade de 1000 km/h. Quanto tempo levaria o passeio?

Sabendo que a distância a ser percorrida é de aproximadamente 40 000 km, o cálculo é simples:

$$v = d / \Delta t \rightarrow 1000 = 40\,000 / \Delta t$$

Então $\Delta t = 40$ horas, ou seja, um dia mais 16 horas.

Faça em seu caderno os cálculos das situações a seguir:

- a) Imagine que você comprou uma espaçonave novinha e que com ela pode ir em linha reta, com velocidade constante de 1000 km/h, da



© Tina Healey/Stock Illustration-Gerty Images

Terra à Lua. Quantos dias levaria? Isso dá uma boa base de comparação entre as dimensões do planeta e a distância até nosso satélite.

- b) Imagine agora que você equipou sua nave com uma superproteção anticolor e que resolveu dar um passeio perto do Sol para testar o equipamento, ainda em linha reta e velocidade constante de 1000 km/h. Será que levaria muito tempo? Meses? Anos? Faça o cálculo e compare com o resultado anterior.
- c) Esta certamente não é uma maneira muito rápida de chegar ao Sol. Se fosse possível viajar na velocidade da luz... (300 000 km/s, ou seja, a luz percorre 300.000 quilômetros em 1 segundo!) Daqui até o Sol, a jornada levaria pouco mais de 8 minutos. Então, em seu caderno, calcule com maior precisão quanto tempo leva a viagem da luz do Sol até a Terra.
- d) Se a luz leva 8 minutos para chegar ao Sol, será que gasta muito tempo para chegar até Plutão, hoje considerado planeta-anão? Calcule isso também e veja como Plutão é longe. (Nem pense em ir até lá com sua espaçonave.)
- e) Se você calculou certo, deve ter resultado em quase cinco horas e meia. Até que não é muito tempo... Mas lembre-se: estamos na velocidade da luz. A luz leva apenas algumas horas de viagem para chegar até Plutão. Isso já é uma distância imensa. Imagine, então, quanto a luz percorreria em um ano! É uma distância muito, mas muito maior, certo? Essa distância tem um nome: ano-luz. Tente calcular quantos quilômetros a luz percorre em um ano. Lembre-se: ela percorre 300.000 quilômetros em 1 segundo. E um ano tem muitos segundos: são 365 dias (cada um com 24 horas, cada uma com 60 minutos, cada um com 60 segundos). Faça as contas!
- f) O grupo de estrelas mais próximo do Sol chama-se Alfa do Centauro. A luz leva pouco menos de quatro anos e meio para chegar até lá (ou para vir de lá para cá)! São 4,4 anos-luz de distância. Quanto isso representa em quilômetros?



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

As constelações

Agora será feita uma atividade em grupo, com o uso dos resultados da pesquisa sobre constelações. Para sua realização, você deverá consultar as tabelas apresentadas a seguir, que mostram as estrelas mais brilhantes de seis constelações, de acordo com o que se vê da Terra. As estrelas estão listadas por ordem de brilho aparente, sendo a primeira a mais brilhante. Na segunda coluna de cada tabela há o nome mais comum da estrela. Na primeira coluna há sua designação na constelação, que usa o nome de uma letra grega (alfa, beta, gama etc.). Na constelação de Gêmeos, por exemplo, a estrela Beta de Gêmeos é conhecida como Pólux. Com essas letras, quando você encontrar um desenho da constelação, poderá identificar qual é cada uma das estrelas, pois muitas vezes elas aparecem indicadas dessa forma (se precisar, consulte a tabela de letras do alfabeto grego a seguir). A terceira coluna refere-se à distância da estrela até o Sistema Solar, medida em anos-luz. Nas duas últimas

colunas há dados que permitem fazer um desenho da constelação em uma folha de papel, caso você não tenha conseguido uma boa imagem da constelação.

Letras do alfabeto grego

α	Alfa	ε	Épsilon	ι	Iota	ν	Ni	ρ	Rô	φ	Fi
β	Beta	ζ	Zeta	κ	Capa	ξ	Csi	σ	Sigma	χ	Qui
γ	Gama	η	Eta	λ	Lambda	\omicron	Ômicron	τ	Tau	ψ	Psi
δ	Delta	θ	Teta	μ	Mi	π	Pi	υ	Úpsilon	ω	Ômega

Dados das constelações¹

	Letra grega	Nome da estrela	Distância do Sol (anos-luz)	Coordenadas para desenho (mm)	
	Gêmeos	Beta	Pólux	34	103
Alfa*		Castor	52	76	199
Gama		Alhena	105	74	44
Épsilon		Mebstuta	940	90	132
Mi		Tejat	190	37	105
Eta		Propus	350	18	105
Qui		Alzirr	57	93	9
Delta		Wasat	59	40	100

	Letra grega	Nome da estrela	Distância do Sol (anos-luz)	Coordenadas para desenho (mm)	
	Leão	Alfa*	Regulus	77	21
Beta*		Denebola	36	132	56
Delta*		Zosma	58	45	116
Gama*		Algeiba	126	50	109
Épsilon		Ras Elased	250	104	148
Teta		Chort	178	45	64
Zeta		Adhafera	260	42	144
Ômicron*		Subra	135	93	7
Eta		–	2100	18	78

Escorpião	Letra grega	Nome da estrela	Distância do Sol (anos-luz)	Coordenadas para desenho (mm)	
	Alfa	Antares	600	73	41
	Lambda	Shaula	365	94	15
	Teta	Sargas	272	103	0
	Delta*	Dschubba	400	1	51
	Épsilon	Hao	65	125	22
	Capa	–	465	116	10
	Beta*	Graffias	530	13	58
	Úpsilon	Lesath	520	87	14
	Tau	–	430	89	37
	Pi*	–	520	137	42
Sigma*	Alniyat	735	53	44	

Órion	Letra grega	Nome da estrela	Distância do Sol (anos-luz)	Coordenadas para desenho (mm)	
	Beta*	Rigel	773	7	18
	Alfa	Betelgeuse	522	108	174
	Gama	Bellatrix	243	33	163
	Épsilon	Alnilam	1342	60	88
	Zeta*	Alnitak	817	72	81
	Capa	Saiph	815	89	3
	Delta*	Mintaka	916	50	97
Iota*	Nair al Saif	1300	58	41	

Centaurus	Letra grega	Nome da estrela	Distância do Sol (anos-luz)	Coordenadas para desenho (mm)	
	Alfa*	Rigil Kentaurus	4	99	2
	Beta*	Hadar	362	9	6
	Teta	Menkent	61	17	246
	Gama*	Miliphain	130	83	120
	Épsilon	–	376	89	76
	Eta	–	308	88	189
	Zeta	Alnair	384	129	137
	Delta*	Ma Wei	395	1	103
Iota	–	53	41	243	

	Letra grega	Nome da estrela	Distância do Sol (anos-luz)	Coordenadas para desenho (mm)	
Cruzeiro do Sul	Alfa*	Acrux	321	54	19
	Beta	Mimosa	352	1	87
	Gama	Gacrux	88	43	138
	Delta	–	364	83	106
	Épsilon	Intrometida	228	66	71

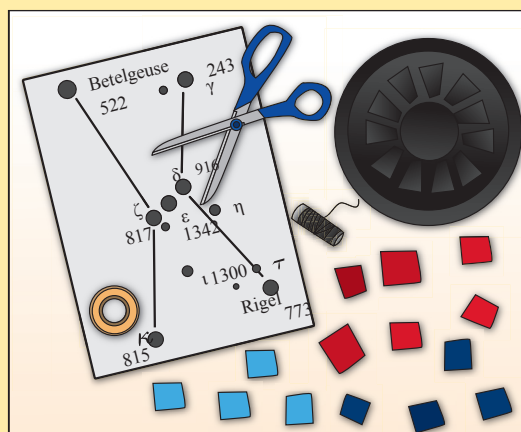
¹ Os valores de distância fornecidos nestas tabelas são medidas aproximadas indicativas que podem sofrer grandes variações de acordo com novas medições astronômicas mais precisas.

* Geralmente (mas não sempre), a estrela indicada com alfa é a mais brilhante da constelação; a beta, a segunda; e assim por diante, pela ordem do alfabeto grego, mas isso não foi considerado aqui. Nestas tabelas, algumas estrelas são indicadas com asterisco. Elas não são, na verdade, *uma estrela*, mas conjuntos de estrelas tão próximas em sua posição no céu que vistas a olho nu parecem ser um único ponto brilhante. Com uma boa luneta, a observação cuidadosa poderá revelar que são várias estrelas.

Fontes: Dados obtidos e coordenadas calculadas com base nas informações contidas nos sites:
 <<http://www.alcyone.de/SIT/bsc/>>,
 <<http://www.astro.illinois.edu/resources/educational/>>,
 <http://www.pa.msu.edu/people/horvatin/Astronomy_Facts/brightest_stars.htm> e
 <<http://www.horizonenergycorp.com/hpo/constellations/Brightest.htm>>
 Acessos em: 29 mar. 2010.

Materiais

- imagem de uma constelação pesquisada (Cruzeiro do Sul, Gêmeos, Leão, Órion, Centauro ou Escorpião);
- pedaços de papelão colorido (podem ser retirados de embalagens usadas);
- base rígida de papelão ou plástico, redonda ou retangular (também podem ser aproveitadas embalagens usadas);
- linha de costura ou de náilon;
- tesoura, régua e fita adesiva.



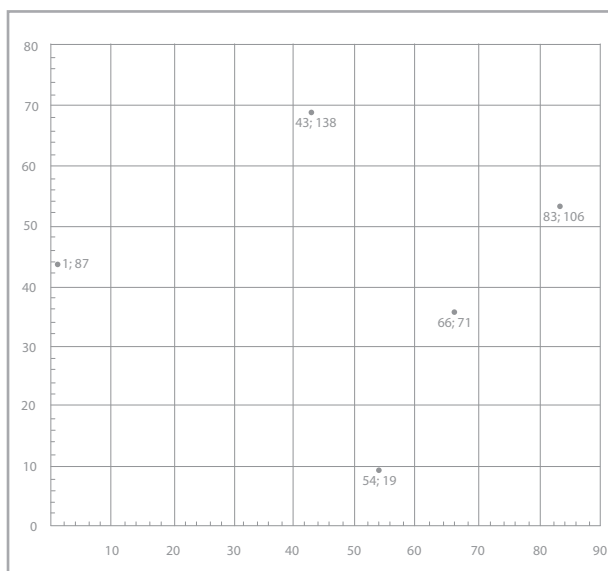
© Lie Kobayashi

Mãos à obra

1. Pelo que você notou nas tabelas, é possível dizer que as estrelas mais brilhantes são aquelas mais próximas de nós?
2. Explique como chegou a essa conclusão.

3. Se você não dispõe de um bom desenho da constelação escolhida, pode usar os valores de coordenadas fornecidos na tabela, como se fosse desenhar um gráfico. Veja a imagem ao lado e siga o roteiro:

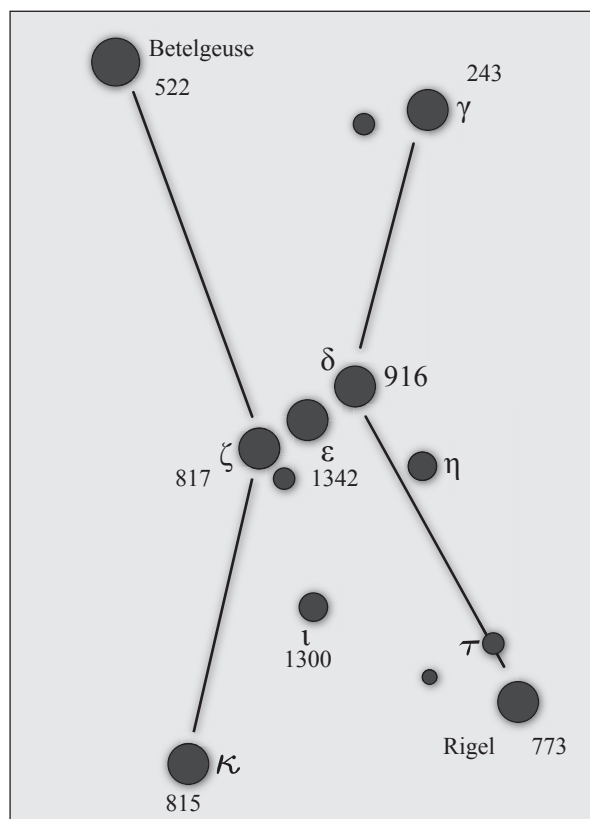
- Desenhe dois eixos perpendiculares em uma folha e marque os valores.
- Depois, usando a régua, marque os pontos correspondentes às estrelas, como mostra a figura ao lado, que dá um exemplo para a constelação do Cruzeiro do Sul.



Cruzeiro do Sul desenhado em uma folha de papel.

1. Qual foi a constelação escolhida por seu grupo?

2. Observe o desenho da constelação escolhida e anote as distâncias das principais estrelas, em anos-luz, como na imagem ao lado. Esta é a constelação de Órion, onde estão as famosas “Três Marias”, indicadas com as letras gregas ζ , ϵ , e δ .

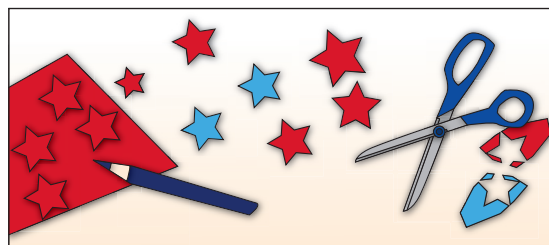


© Lie Kobayashi

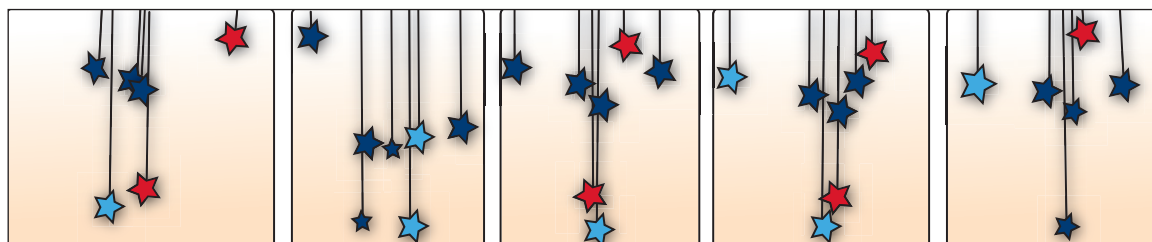
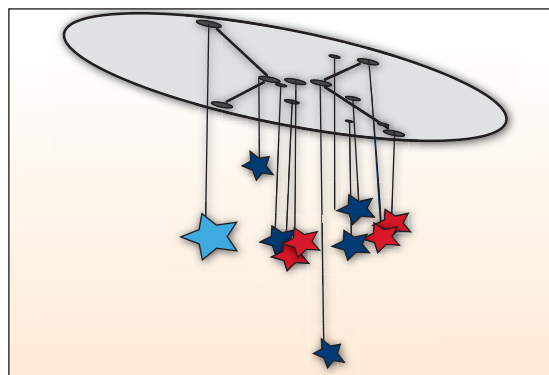
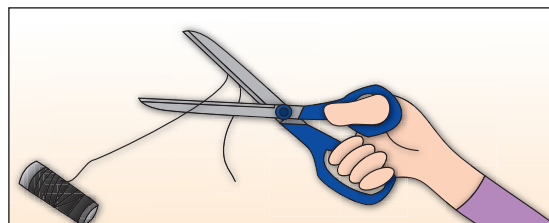
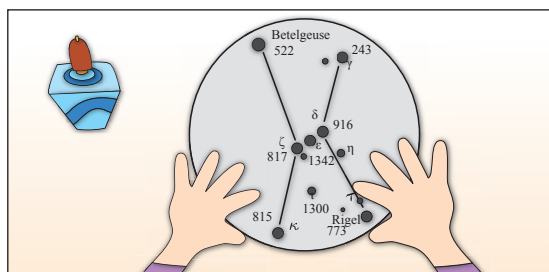
Montando uma constelação

Mãos à obra

1. Desenhe estrelas no verso dos pedaços de papelão colorido e recorte-as, como na figura.
2. Cole a imagem da constelação na base rígida de papelão ou plástico.
3. Corte pedaços de linha de comprimentos proporcionais às distâncias das estrelas. Neste exemplo, escolheu-se a proporção em que 1 centímetro vale 50 anos-luz. A estrela Betelgeuse, por exemplo, que está a 522 anos-luz, ficou em um pedaço de linha com cerca de 10,5 cm. Afixe cada pedaço de linha à estrela correspondente. A outra ponta do fio deve ser afixada sobre o ponto que representa a estrela, no desenho da constelação. Com isso, você terá uma espécie de móbile, como o da figura.
4. A sequência de imagens abaixo mostra as estrelas do exemplo conforme pontos de vista distintos. Observe que nenhum deles representa o ponto de vista de quem vê a constelação a partir da Terra (compare com a figura da constelação). Explique por quê.



Ilustrações: © Lie Kobayashi



1. Qual deveria ser a posição de observação para que víssemos a constelação da forma como a vemos da Terra? Explique.

2. Faça o mesmo com sua constelação. Desenhe-a no seu caderno a partir de três pontos de vista distintos. Se possível, tire algumas fotos.
3. Se puder, tente observar no céu noturno a constelação que você escolheu. No entanto, algumas constelações, como Órion e Escorpião, por exemplo, só podem ser vistas durante determinada época do ano.



VOCÊ APRENDEU?



1. É correto afirmar que uma constelação é composta de estrelas que são fisicamente próximas umas das outras? Explique.

2. Explique como as constelações podem ser usadas para orientação e localização das pessoas.

3. Culturas diferentes, como a europeia, a chinesa e a indígena, possuem constelações distintas. Explique por que isso é possível.



LIÇÃO DE CASA



1. Imagine um desenho do Sistema Solar bem reduzido no qual a distância da Terra até o Sol seja de apenas 1,5 cm. Nesse desenho, 1 centímetro valeria 100 milhões de quilômetros (100 000 000 km).
 - a) Será que o desenho inteiro caberia nesta página? Faça em seu caderno os cálculos com os mais distantes planetas e planetas-anões e apresente uma conclusão.

**Dica**

Para chegar ao valor, basta cortar cinco casas do valor da distância real do planeta até o Sol (tente descobrir o porquê).

- b) E se esse desenho fosse feito bem no centro de uma quadra de futebol de salão? Onde estaria cada planeta? Caberiam todos no círculo central? Na quadra? Explique.
- c) Imagine agora que se deseja incluir algumas estrelas “vizinhas”, como as cinco estrelas do Cruzeiro do Sul listadas na tabela. Sabendo que cada ano-luz corresponde a aproximadamente 10 trilhões de quilômetros (10 000 000 000 000 km)*, faça um cálculo para descobrir a que distância essas estrelas estariam no seu desenho em miniatura. O desenho todo caberia na quadra? Na cidade? No país? Explique.

**Dica**

Para chegar ao valor em centímetros, corte cinco casas do valor real; para o valor em metros, corte mais duas; e para quilômetros, corte mais três. Tente explicar o porquê.

2. Agora retome um pouco mais a leitura do livro.

- a) Sua primeira tarefa é exercitar a capacidade de resumir ideias. Até que capítulo você leu? Elabore uma frase sobre cada capítulo no seu caderno. Essa frase deve dar uma ideia do que aconteceu ou do que foi discutido naquele capítulo.
- b) Agora reveja o conteúdo das cinco Situações de Aprendizagem estudadas e relacione com o que você leu no livro. O que você viu em seu livro que pode ser associado ao conteúdo aprendido em cada Situação de Aprendizagem? Registre em seu caderno.

**PARA SABER MAIS**

Para pesquisar mais sobre constelações e saber como observar o céu, um livro recomendado é o *Manual do astrônomo*, de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, publicado pela editora Jorge Zahar. Nessa obra você vai encontrar dicas sobre observação e identificação de constelações e objetos interessantes e até como construir seu telescópio.

* O valor mais preciso seria 9,46 trilhões, mas aqui o valor foi arredondado para facilitar os cálculos.

Além de pesquisar sobre o assunto em livros e na internet, também convém ter um mapa celeste. Há diversos programas de computador que fazem mapas celestes e ajudam a entender as constelações. Sugerimos o programa gratuito “Cartas do Céu” (*Cartes du Ciel*), que pode ser baixado em <<http://www.stargazing.net/astroc/pindex.html>>. Para obter uma versão em português, clique em *download* e baixe o item *basic package*; depois clique em *languages* e baixe o pacote de tradução para o português. Instale primeiro o programa, depois o pacote de linguagem, na mesma pasta. Para aprender a operar o programa, consulte o manual disponível em língua portuguesa.

Outro material interessante é “Constelações indígenas brasileiras”, de Germano Bruno Afonso, disponível no site *Telescópios na Escola* (<<http://www.telescopiosnaescola.pro.br>>). Lá, você verá que culturas diferentes veem o céu de formas diferentes, de acordo com seus valores, tradições e necessidades.

TEMA 2:

INTERAÇÃO GRAVITACIONAL

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6
AS AVENTURAS DE SELENE

Nas próximas atividades, será estudado um dos conceitos mais importantes da Astronomia e da Física: a gravitação. Iniciaremos imaginando como seria viver em um ambiente onde a gravidade fosse diferente daquela a que você está habituado na Terra.

**Leitura e Análise de Texto****As aventuras de Selene**

Luís Paulo Piassi

Selene adorava andar de bicicleta, mas estava ficando cansada dessa história de ir à escola pedalando todos os dias. Desde que havia entrado no Ensino Médio, tinha de pedalar de sua casa, em Santos, até o novo colégio, em Campinas. E, quando reclamava à sua mãe, Diana, ainda tinha que ouvir:

– Ah, Selene, se você morasse na Terra, ia ter que andar mais de 150 quilômetros para ir de Santos até Campinas... E olha que é subida, hein? Com gravidade da Terra e tudo.

– É, mãe, mas lá na Terra tem carro, trem, ônibus, essas coisas que aqui na Lua não tem.

– Pois é, Selene, mas se lá é tão bom, por que você acha que todo mundo quer vir morar aqui? Você reclama muito, menina, são só 15 minutos de pedalada até o domo Campinas.

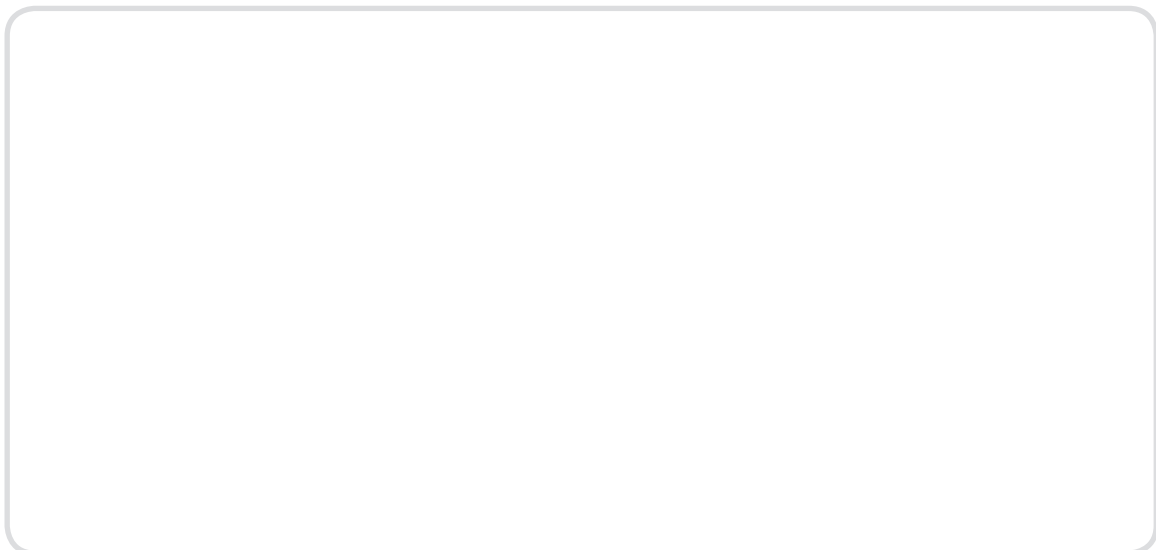
Verdadeiras cidades fechadas, alguns domos lunares tinham nomes de localidades da Terra. Pareciam imensos estádios de futebol totalmente cobertos, mas, em vez de arquibancadas, havia apartamentos e onde seria o campo havia parques enormes. Com a atmosfera do interior dos domos, era possível levar uma vida bastante normal: ter bichos de estimação, plantas e até pegar uma piscina. A bicicleta, o esqueite e a patinete eram os meios de transporte mais comuns, por causa do ambiente fechado, da dificuldade de produzir energia e da baixa gravidade. Também eram muito usadas as pequenas asas-deltas, bem menores e mais práticas que as similares terrestres.

Aquele dia, porém, Selene estava ansiosa para percorrer novamente o túnel de volta a Campinas, pois era ali que Demétrio iria chegar da Terra. O filho da amiga de infância de sua mãe iria estudar e morar na Lua, e a entusiasmada Selene estava incumbida de recebê-lo e ensinar a ele as coisas básicas da vida lunar. Selene sabia que os terráqueos eram muito fortes, mas tinham vários probleminhas cotidianos ao chegar à Lua. Já havia conversado bastante com Demétrio pela internet, apesar da chatice de esperar sempre dois segundos para uma resposta. Mesmo assim, tinha certeza de que ele precisaria muito de sua ajuda. [...]

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Esse trecho é o início de uma história que você vai terminar, de acordo com sua imaginação. Mas, antes disso, é preciso fixar com clareza os pontos principais:

1. Como você imagina as cidades mencionadas na história (domos lunares)? Elas são iguais às cidades da Terra? Que diferenças você imagina que deveriam haver? Faça um desenho esquemático mostrando sua ideia de um domo lunar.



2. Nas cidades lunares mencionadas no texto não são usados carros nem ônibus como os da Terra. Explique por quê.

3. Se a Lua não possui atmosfera, como você explica que os habitantes usem pequenas asas-deltas para se locomover?

4. Por que é preciso esperar mais de dois segundos para receber uma resposta quando se conversa pela internet com uma pessoa na Lua? Pense na velocidade da luz e naquilo que estudamos na Situação de Aprendizagem 5.



LIÇÃO DE CASA



Pensando e produzindo uma história

Para elaborar e escrever sua história, segue-se uma série de questões e situações que podem ajudá-lo nessa tarefa. Anote suas ideias em seu caderno.

1. Pense no que você quer que ocorra com as personagens. Elas vão namorar? Haverá dificuldades? Enfrentarão perigos? Elas não vão gostar um do outro quando se virem? Discuta com seus colegas algumas possibilidades. Anote algumas ideias.
2. Pense que Demétrio está chegando a um lugar que ele não conhece e onde não apenas os costumes são diferentes, mas também a própria maneira como as coisas acontecem. Na Lua a gravidade é menor, a duração do dia é diferente, não há ar fora das cidades fechadas. Para sair dos domos lunares, as pessoas têm que usar trajes espaciais. Há muitas possibilidades de criar situações de aventura, perigo ou humor. Anote alguma ideias.
3. Alguns conceitos de Física podem ajudar a pensar em situações interessantes para incluir em sua história. Aí vão algumas dicas:
 - a) Na Lua há gravidade, mas ela é aproximadamente um sexto da gravidade terrestre. Muitas coisas impossíveis de fazer na Terra são possíveis na Lua: carregar um armário pesado, saltar do andar de

cima de uma casa... Imagine também os problemas enfrentados por uma pessoa da Lua que vem à Terra: terá de fazer muita musculação para se acostumar a carregar seis vezes seu peso lunar.

- b) Usando fórmulas de Física, pode-se concluir que um salto na Lua, ou um objeto lançado para cima, poderá atingir uma altura seis vezes maior do que na Terra. Ou seja, pulos de mais de 1 metro de altura e de mais de 5 metros de distância são perfeitamente possíveis. O mesmo ocorre com objetos lançados, seja para cima, seja para os lados: a altura e o alcance são seis vezes maiores que na Terra. Imagine jogos como futebol, vôlei, basquete e pingue-pongue nessa situação. O que poderia ser feito com esquetes e bicicletas? São muitas as situações interessantes. Dê um exemplo.
 - c) Construções como prédios, pontes e mesmo o mobiliário podem ser muito menos reforçados na Lua, pois seu peso será bem menor. O mesmo vale para empilhamento de objetos (por exemplo, colocação de livros em estantes) e para a altura de edifícios. Imagine algo assim e anote.
 - d) Apesar do peso menor, os objetos mantêm sua massa; assim, um objeto jogado de uma pessoa para outra provocará impacto similar ao verificado na Terra. Levantar uma mala pesada pode ser uma moleza, mas se você jogá-la para alguém, o efeito pode ser desastroso. Você pode imaginar situações assim.
 - e) Cair na Lua nem sempre é uma experiência suave. Dependendo da altura da queda, a velocidade atingida pode ser alta. Isso pode enganar uma personagem distraída. Imagine uma situação como essa.
4. Agora você pode pensar no desfecho da história. Uma boa história tem que ter começo, meio e fim. Porém, mais do que isso, quase sempre ocorre alguma complicação: um perigo, um desentendimento, um mistério. Pense em uma novela ou um filme a que assistiu e lembre como as coisas se complicam antes de ser (ou não) resolvidas no final. Usando essas dicas, você pode imaginar algumas situações complicadoras e um bom final para sua história.

Agora que você já pensou e imaginou bastante como seria viver na Lua e quais novidades a baixa gravidade lunar traria, pode aprofundar o conhecimento por meio das expressões matemáticas.

1. Para iniciar, pense em um fenômeno simples: a queda de um objeto de certa altura. É comum deixarmos as coisas caírem da mesa. Quanto tempo será que um objeto leva para chegar ao chão? Antes de tudo, pense nos fatores que influenciam no tempo de queda. Você acha que esse tempo depende:
 - a) Da altura da mesa? Explique.

 - b) Da massa do objeto? Explique.

c. Da gravidade? Ou seja, seria diferente na Lua? Explique.

2. Observe a fórmula a seguir: $t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Ela pode ser usada para encontrar o tempo de queda, desde que se possam desprezar os efeitos da resistência do ar. Imagine que um vidro de perfume cai de um balcão de 1,25 m de altura.

- Na Terra, onde a intensidade do campo gravitacional vale aproximadamente $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual seria esse tempo de queda? _____
 - E se a mesma queda ocorresse em um local onde a intensidade do campo gravitacional fosse igual a $2,5 \text{ m/s}^2$, qual seria o tempo de queda? _____
3. Quando se joga um objeto para cima, ele chega até certa altura e começa a cair. De que fatores você acha que depende essa altura? Explique seu raciocínio.

4. A fórmula a seguir serve para fazer o cálculo da altura máxima atingida por um objeto lançado para cima com velocidade inicial igual a: $v_0 \cdot h_{\text{máx}} = \frac{v_0^2}{2g}$.

- Se você lançar uma bola para cima a 4 m/s de velocidade, qual será a altura atingida por ela? _____
- E se fizer o mesmo na Lua, onde a intensidade do campo gravitacional é de $g = 1,6 \text{ m/s}^2$? _____

5. Para sabermos algo sobre a chance de um objeto quebrar em uma queda, um dado importante é a velocidade final com que um corpo atinge o solo, quando abandonado em repouso de certa altura. Uma fórmula para este cálculo é a seguinte: $v_{\text{final}} = \sqrt{2gh}$.

Determine essa velocidade final para um objeto que cai de 5 m de altura, na Terra e na Lua. Compare os resultados e explique as diferenças.

6. Usando essa mesma fórmula, tente mostrar que um objeto que cai de 80 cm de altura na Terra (a altura de uma mesa) poderia cair de 5 m na Lua sofrendo o mesmo impacto.



APRENDENDO A APRENDER

Nasa

Na internet é possível encontrar coisas muito interessantes, como vídeos das missões lunares, gravados por astronautas. Um dos mais interessantes é o do astronauta Dave Scott, na missão Apollo 15, de 1971. Ele deixou cair, da mesma altura, um martelo e uma pena no vácuo lunar, mostrando o que Galileu havia defendido séculos antes: que em um ambiente sem ar todos os objetos cairiam à mesma aceleração.



© Johnson Space Center Collection/NASA

No vídeo, pode-se ouvir Dave Scott explicando, em inglês:

Scott: Bem, na minha mão esquerda eu tenho uma pena; na minha mão direita, um martelo.

Imagino que um dos motivos para estarmos aqui hoje é por causa de um cavaleiro chamado Galileu, que há muito tempo fez uma descoberta muito importante sobre objetos em queda em campos gravitacionais. Pensamos: que lugar seria melhor do que a Lua para confirmar suas descobertas?

E pensamos em fazer isto aqui para vocês. A pena é, como seria apropriado, uma pena de falcão, homenageando o nosso Falcão*.

Eu vou largar os dois juntos aqui e, ao que se espera, eles atingirão o chão ao mesmo tempo.

[pausa]

Scott: Isto prova que o Senhor Galileu estava correto em suas afirmações.

Apollo Lunar Surface Journal. The hammer and the feather. Transcrição de Eric M. Jones, 1996. Tradução de Luís Paulo Piassi. Disponível em: <<http://www.hq.nasa.gov/alsj>>. Acesso em: 11 mar. 2010.

* O falcão é o símbolo da Força Aérea dos Estados Unidos.



PARA SABER MAIS

Uma boa dica de leitura é o livro *O Universo: teorias sobre sua origem e evolução*, de Roberto de Andrade Martins, publicado pela editora Moderna. Nessa obra, o autor mos-

tra como as ideias sobre o Cosmos mudaram ao longo da história humana. Você verá, por exemplo, que para chegar à noção de gravidade – tão falada hoje em dia – foram necessários séculos de reflexão e debates sobre a natureza do Universo.



VOCÊ APRENDEU?



Nas situações propostas a seguir, faça os cálculos e registre em seu caderno.

1. De um prédio de 25 andares, com 80 metros de altura, é jogada uma pedra. Quanto tempo ela leva para atingir o solo? Se fosse na Lua, quanto duraria essa queda?
2. Um jogador de vôlei dá um saque verticalmente para cima, com velocidade de 16 m/s. Que altura a bola atinge? E se a jogada fosse na Lua?
3. Se não fosse a resistência do ar, um corpo abandonado de uma altura de 45 metros (15 andares) atingiria que velocidade? E se esse lançamento fosse realizado na Lua?



PESQUISA INDIVIDUAL

Sua missão será procurar os significados dos nomes Demétrio, Selene e Diana, que aparecem na história desta Situação de Aprendizagem. Esses nomes têm alguma relação com a história?



LIÇÃO DE CASA



Escreva um texto comparando e relacionando a história de Selene com o que é abordado em seu livro de leitura. Há ideias em comum? Há algo no livro que você pode associar à história produzida nesta Situação de Aprendizagem?