



caderno do  
**PROFESSOR**

# FÍSICA



ensino médio  
**1ª SÉRIE**  
volume 3 - 2009





## GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador  
**José Serra**

Vice-governador  
**Alberto Goldman**

Secretário da Educação  
**Paulo Renato Souza**

Secretário-adjunto  
**Guilherme Bueno de Camargo**

Chefe de Gabinete  
**Fernando Padula**

Coordenadora de Estudos e Normas Pedagógicas  
**Valéria de Souza**

Coordenador de Ensino da Região Metropolitana da Grande São Paulo  
**José Benedito de Oliveira**

Coordenador de Ensino do Interior  
**Rubens Antonio Mandetta**

Presidente da Fundação para o Desenvolvimento da Educação – FDE  
**Fábio Bonini Simões de Lima**

### EXECUÇÃO

**Coordenação Geral**  
Maria Inês Fini

**Concepção**  
Guiomar Namó de Mello  
Lino de Macedo  
Luís Carlos de Menezes  
Maria Inês Fini  
Ruy Berger

### GESTÃO

Fundação Carlos Alberto Vanzolini

**Presidente do Conselho Curador:**  
Antonio Rafael Namur Muscat

**Presidente da Diretoria Executiva:**  
Mauro Zilbovicius

**Diretor de Gestão de Tecnologias aplicadas à Educação:**  
Guilherme Ary Plonski

**Coordenadoras Executivas de Projetos:**  
Beatriz Scavazza e Angela Sprenger

### COORDENAÇÃO TÉCNICA

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas

### Coordenação do Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos e dos Cadernos dos Professores

Ghislaine Trigo Silveira

### AUTORES

#### Ciências Humanas e suas Tecnologias

**Filosofia:** Paulo Miceli, Luiza Christov, Adilton Luís Martins e Renê José Trentin Silveira

**Geografia:** Angela Corrêa da Silva, Jaime Tadeu Oliva, Raul Borges Guimarães, Regina Araujo, Regina Célia Bega dos Santos e Sérgio Adas

**História:** Paulo Miceli, Diego López Silva, Glaydson José da Silva, Mônica Lungov Bugelli e Raquel dos Santos Funari

**Sociologia:** Heloisa Helena Teixeira de Souza Martins, Marcelo Santos Masset Lacombe, Melissa de Mattos Pimenta e Stella Christina Schrijnemaekers

#### Ciências da Natureza e suas Tecnologias

**Biologia:** Ghislaine Trigo Silveira, Fabioli Bovo Mendonça, Felipe Bandoni de Oliveira, Lucilene Aparecida Esperante Limp, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Olga Aguiar Santana, Paulo Roberto da Cunha, Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira e Solange Soares de Camargo

**Ciências:** Ghislaine Trigo Silveira, Cristina Leite, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto, Julio César Foschini Lisboa, Lucilene Aparecida Esperante Limp, Máira Batistoni e Silva, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro, Ricardo Rechi Aguiar, Rosana dos Santos Jordão, Simone Jaconetti Ydi e Yassuko Hosoume

**Física:** Luis Carlos de Menezes, Estevam Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivã Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira, Sonia Salem e Yassuko Hosoume

**Química:** Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Denilse Moraes Zambom, Fábio Luiz de Souza, Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Isis Valença de Sousa Santos, Luciane Hiromi Akahoshi, Maria Fernanda Penteadó Lamas e Yvone Mussa Esperidião

### Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

**Arte:** Gisa Picosque, Mirian Celeste Martins, Geraldo de Oliveira Suzigan, Jéssica Mami Makino e Sayonara Pereira

**Educação Física:** Adalberto dos Santos Souza, Jocimar Daolio, Luciana Venâncio, Luiz Sanches Neto, Mauro Betti e Sérgio Roberto Silveira

**LEM – Inglês:** Adriana Ranelli Weigel Borges, Alzira da Silva Shimoura, Lívia de Araújo Donnini Rodrigues, Priscila Mayumi Hayama e Sueli Salles Fidalgo

**Língua Portuguesa:** Alice Vieira, Débora Mallet Pezarim de Angelo, Eliane Aparecida de Aguiar, José Luís Marques López Landeira e João Henrique Nogueira Mateos

### Matemática

**Matemática:** Nilson José Machado, Carlos Eduardo de Souza Campos Granja, José Luiz Pastore Mello, Roberto Perides Moisés, Rogério Ferreira da Fonseca, Ruy César Pietropaolo e Walter Spinelli

### Caderno do Gestor

Lino de Macedo, Maria Eliza Fini e Zuleika de Felice Murríe

### Equipe de Produção

**Coordenação Executiva:** Beatriz Scavazza

**Assessores:** Alex Barros, Beatriz Blay, Carla de Meira Leite, Eliane Yambanis, Heloisa Amaral Dias de Oliveira, José Carlos Augusto, Luiza Christov, Maria Eloisa Pires Tavares, Paulo Eduardo Mendes, Paulo Roberto da Cunha, Pepita Prata, Renata Elsa Stark, Solange Wagner Locatelli e Vanessa Dias Moretti

### Equipe Editorial

**Coordenação Executiva:** Angela Sprenger

**Assessores:** Denise Blanes e Luis Márcio Barbosa

**Projeto Editorial:** Zuleika de Felice Murríe

**Edição e Produção Editorial:** Conexão Editorial, Aeroestúdio, Verba Editorial e Occy Design (projeto gráfico)

### APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação

### CTP, Impressão e Acabamento

Esdeva Indústria Gráfica

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias de educação do país, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos\* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

\* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas no material da SEE-SP que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

Catálogo na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

S239c São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.

Caderno do professor: física, ensino médio - 1ª série, volume 3 / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Estevam Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivã Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira, Yassuko Hosoume. – São Paulo : SEE, 2009.

ISBN 978-85-7849-329-5

1. Física 2. Ensino Médio 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Rouxinol, Estevam. III. Brockington, Guilherme. IV. Gurgel, Ivã. V. Piassi, Luís Paulo de Carvalho. VI. Bonetti, Marcelo de Carvalho. VII. Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto de. VIII. Siqueira, Maxwell Roger da Purificação. IX. Hosoume, Yassuko. X. Título.

CDU: 373.5:53



Caras professoras e caros professores,

Tenho a grata satisfação de entregar-lhes o volume 3 dos Cadernos do Professor.

Vocês constatarão que as excelentes críticas e sugestões recebidas dos profissionais da rede estão incorporadas ao novo texto do currículo. A partir dessas mesmas sugestões, também organizamos e produzimos os Cadernos do Aluno.

Recebemos informações constantes acerca do grande esforço que tem caracterizado as ações de professoras, professores e especialistas de nossa rede para promover mais aprendizagem aos alunos.

A equipe da Secretaria segue muito motivada para apoiá-los, mobilizando todos os recursos possíveis para garantir-lhes melhores condições de trabalho.

Contamos mais uma vez com a colaboração de vocês.

**Paulo Renato Souza**

Secretário da Educação do Estado de São Paulo





# **SUMÁRIO**

<b>São Paulo faz escola – Uma Proposta Curricular para o Estado</b>	<b>5</b>
<b>Ficha do Caderno</b>	<b>7</b>
<b>Orientação sobre os conteúdos do Caderno</b>	<b>8</b>
<b>Tema 1 – Universo: elementos que o compõem</b>	<b>9</b>
Situação de Aprendizagem 1 – Um passeio pela galáxia	9
Situação de Aprendizagem 2 – O que tem lá em cima?	13
Situação de Aprendizagem 3 – A Terra é uma bolinha	18
Situação de Aprendizagem 4 – O Sistema Solar	22
Situação de Aprendizagem 5 – Um pulinho a Alfa do Centauro	26
Grade de Avaliação	31
<b>Tema 2 – Interação gravitacional</b>	<b>32</b>
Situação de Aprendizagem 6 – As aventuras de Selene	32
Grade de Avaliação	40
<b>Proposta de Situação de Recuperação</b>	<b>41</b>
Propostas de questões para aplicação em avaliação	42
<b>Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema</b>	<b>46</b>





# SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Prezado(a) professor(a),

É com muita satisfação que lhe entregamos mais um volume dos Cadernos do Professor, parte integrante da Proposta Curricular de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo. É sempre oportuno lembrar que esta é a nova versão, que traz também a sua autoria, uma vez que inclui as sugestões e críticas recebidas após a implantação da Proposta.

É também necessário lembrar que os Cadernos do Professor espelharam-se, de forma objetiva, na Base Curricular, referência comum a todas as escolas da rede estadual, e deram origem à produção dos Cadernos dos Alunos, justa reivindicação de professores, pais e famílias para que nossas crianças e jovens possuísem registros acadêmicos pessoais mais organizados e para que o tempo de trabalho em sala de aula pudesse ser melhor aproveitado.

Já temos as primeiras notícias sobre o sucesso do uso dos dois Cadernos em sala de aula. Este mérito é, sem dúvida, de todos os profissionais da nossa rede, especialmente seu, professor!

O objetivo dos Cadernos sempre será o de apoiar os professores em suas práticas de sala de aula. Podemos dizer que este objetivo está sendo alcançado, porque os professores da rede pública do Estado de São Paulo fizeram dos Cadernos um instrumento pedagógico com bons resultados.

Ao entregar a você estes novos volumes, reiteramos nossa confiança no seu trabalho e contamos mais uma vez com seu entusiasmo e dedicação para que todas as crianças e jovens da nossa rede possam ter acesso a uma educação básica de qualidade cada vez maior.

**Maria Inês Fini**

Coordenadora Geral  
Projeto São Paulo Faz Escola







# FICHA DO CADERNO

## Universo, Terra e vida

**Nome da disciplina:** Física

**Área:** Ciências da Natureza e suas Tecnologias

**Etapa da educação básica:** Ensino Médio

**Série:** 1<sup>a</sup>

**Volume:** 3

**Temas e conteúdos:** Os elementos que compõem o Universo, sua organização e caracterização em termos de massa, distância, tamanho, velocidade, trajetória, formação, agrupamento etc.

A explicação das interações astronômicas:  
campo gravitacional

Movimentos próximos da superfície terrestre:  
lançamentos oblíquos e movimentos orbitais



## ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO CADERNO

Neste Caderno, apresentamos uma sequência de Situações de Aprendizagem que têm como objetivo desenvolver noções básicas sobre o Universo. Os conhecimentos trabalhados seguem duas linhas centrais.

A primeira delas objetiva ensinar quais são e como são os componentes e as estruturas do Universo estabelecendo relações entre as dimensões físicas e o conhecimento cotidiano dos alunos. Trabalha-se, ainda, com as relações entre as características físicas dos planetas do Sistema Solar e suas posições espaciais.

A segunda linha refere-se à noção fundamental de gravidade, cuja abordagem sistemática inicia-se na Situação de Aprendizagem 6.

Entre as habilidades e competências enfatizadas neste Caderno estão a leitura, a interpretação, a produção de textos e as mensagens audiovisuais, o estabelecimento de relações proporcionais entre grandezas físicas, bem como a pesquisa e a organização de informa-

ções. Há uma ênfase nas possibilidades de estabelecer um diálogo interdisciplinar com as áreas da linguagem e das humanidades.

Em todas as Situações de Aprendizagem, enfatiza-se a ação dos alunos e propõe-se a produção de trabalhos concretos, seguindo uma série de etapas nas quais, você, professor, tenha condições de acompanhar não apenas a participação dos estudantes, mas também o nível de compreensão conceitual e o desenvolvimento das habilidades e competências envolvidas.

Dentre os tipos de produção solicitados aos estudantes está a realização de maquetes, encenações de situações físicas, simulações, entre outros.

Assim, são diversas e ocorrem em diferentes momentos as oportunidades de avaliação das aprendizagens dos alunos, em termos das habilidades e competências que se pretende que desenvolvam com base nos conteúdos e conceitos trabalhados.



## TEMA 1 – UNIVERSO: ELEMENTOS QUE O COMPÕEM

Um dos maiores interesses dos jovens, quando se trata de Ciência, é saber algo mais sobre o espaço, o Universo, os planetas, ou seja, temas ligados à astronomia e à cosmologia. Além disso, a tecnologia espacial, cada vez mais, ganha importância na vida social e econômica.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais, a importância deste tema foi reconhecida e valorizada. No Ensino Médio, a disciplina que não poderia deixar de tratar o tema é a Física, uma vez que ela é a base da ciência e da tecnologia do espaço.

A proposta deste Caderno é apresentar um panorama geral dos conhecimentos

atuais sobre os elementos do espaço e alguns conceitos físicos que fundamentam tais conhecimentos. A ênfase é dada na percepção de nossa relação com o espaço, suas dimensões e possibilidades, de forma que as Situações de Aprendizagem procuram focar o ponto de vista humano para as questões espaciais.

Despertar o interesse dos estudantes para que busquem aprofundar seus conhecimentos é uma das estratégias adotadas, uma vez que o tempo para se trabalhar com o tema é limitado. Você poderá verificar isso nas atividades, que sugerem um bom número de leituras e pesquisas.

### SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 UM PASSEIO PELA GALÁXIA

Esta Situação de Aprendizagem propõe a leitura do livro de ficção *O guia do mochileiro das galáxias*, de Douglas Adams, ao longo de todo o bimestre.

Os objetivos são: estimular, por meio da ficção, a leitura de temas científicos; propiciar de-

bates atuais sobre as relações entre as condições cósmicas e o surgimento da vida e da inteligência; possibilitar a organização e a sistematização das informações e conceitos físicos sobre os elementos que compõem o Universo, além de fornecer e enriquecer termos específicos da astronomia e terminologia própria do discurso científico.



**Tempo previsto:** 1 aula (a atividade de leitura se estenderá ao longo do bimestre).

**Conteúdos e temas:** os diferentes elementos que compõem o Universo e sua organização; termos, conceitos e ideias associados à descrição dos corpos celestes e sua organização; debates atuais sobre as relações entre as condições cósmicas e o surgimento da vida e da inteligência.

**Competências e habilidades:** ler e interpretar textos envolvendo termos e ideias científicas; narrar e debater as situações imagináveis relacionadas à exploração do espaço.

**Estratégias:** leituras, discussões em sala, narrações e debates; levantamento de representações sobre o Universo.

**Recursos:** livro *O guia do mochileiro das galáxias*, de Douglas Adams, e o filme homônimo.

**Avaliação:** ao longo do bimestre, você deve ficar atento a indicadores que mostrem que a leitura está sendo realizada pelos alunos. Isto pode ser verificado por meio das diversas formas descritas no tópico Encaminhando a ação.

## Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

A atividade da leitura é essencial em todas as áreas do conhecimento humano. Despertar o interesse do estudante pela leitura é abrir-lhe portas para o universo da cultura sistematizada, de importância maior que qualquer outra atividade que possamos lhe proporcionar. Como a leitura de temas científicos pode ser estimulada por meio da ficção, escolhemos para esta atividade o livro *O guia do mochileiro das galáxias*, de Douglas Adams, editado no Brasil pela Editora Sextante<sup>1</sup>. Caberá a você, professor, acompanhar esta leitura dos estudantes e introduzir em suas aulas elementos dela derivados.

É fundamental que, durante a sua leitura, você destaque e anote no livro os pontos que considera relevantes para o trabalho ao longo do bimestre. Pode ser que ache interessante,

em dado momento, dar destaque à discussão sobre probabilidade e ordens de grandeza, estimulada pelos diálogos que aparecem no 9º capítulo. Ou talvez queira comentar as teorias sobre o surgimento da vida a partir das digressões do 5º capítulo. No capítulo 24, poderá achar interessante a discussão do significado de infinito ou, quem sabe, discutir a ideia de ano-luz. Se tais discussões irão surgir ou não ao longo do bimestre, naqueles exatos pontos da leitura, é algo que pode ficar em aberto, pois as mesmas questões aparecem em diversos pontos da história.

Durante a leitura do livro, os estudantes vão se defrontar com diversos conceitos e termos relacionados aos modelos de Universo atuais da ciência astronômica: planetas, galáxias, estrelas, além de apresentar referências

<sup>1</sup> Evidentemente, a escolha do título é uma sugestão. Caso você queira escolher outra leitura, sugerimos que esteja atento aos critérios que usamos na escolha desta obra, descritos logo adiante.



ao surgimento da vida, questões ligadas às dimensões e distâncias envolvidas no meio espacial e as noções matemáticas.

O livro *O guia do mochileiro das galáxias* foi selecionado por uma série de fatores. Em primeiro lugar, porque é um livro interessante e atual, com linguagem, enredo, referências e situações de nível intermediário, adequadas a jovens e adultos. A leitura, portanto, apesar do esforço exigido, não será inacessível. Trata-se de um livro atraente, que possui humor, aventura e romance. Ao mesmo tempo, apresenta diversas situações cotidianas que abordam relações humanas e problemas com os quais nos defrontamos em nosso dia a dia, ou seja, não é uma obra descolada do contexto sociocultural dos estudantes.

Além disso, o livro coloca questões científicas relevantes e trabalha com uma terminologia cujas características são próprias do discurso científico, com o qual os estudantes estão iniciando seu contato. Um fator essencial, no entanto, é a acessibilidade, sendo um livro barato<sup>2</sup> e fácil de se encontrar, além de possuir uma versão cinematográfica recente (2005), razoavelmente fiel à história escrita.

Quanto à interdisciplinaridade, na 1ª série do Ensino Médio se estabelece o primeiro contato mais sistemático dos estudantes com os estudos literários. O planejamento de atividades conjuntas com o professor de Língua Portuguesa e Literatura pode ser bastante frutífero. A leitura do livro sugerido é uma das oportunidades para isso.

## Encaminhando a ação

### 1. Contextualização

É importante ter em mente que qualquer obra de ficção levada para a sala de aula deve

ser devidamente contextualizada, para que os alunos tenham uma compreensão adequada das relações entre essa obra e os conteúdos a serem desenvolvidos. A obra ficcional não possui as mesmas finalidades de uma obra didática e, portanto, seu foco não está na precisão conceitual e sim no conteúdo artístico.

No caso específico da obra sugerida, temos uma produção humorística que satiriza, ao mesmo tempo, a ficção científica e as relações humanas, sobretudo no que se refere aos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Desta forma, sugerimos que você procure conhecer um pouco mais o autor, sua obra e o contexto em que ela foi produzida. Douglas Adams, comediante britânico ligado ao grupo humorístico *Monty Python*, produzia *O guia do mochileiro das galáxias* como um programa de rádio para a BBC de Londres, tendo-o publicado depois na forma de uma série de cinco livros, dos quais este é apenas o primeiro.

Não cabe aqui reproduzirmos as abundantes informações sobre Adams, a série de livros e o grupo *Monty Python*, pois são encontradas com facilidade na internet. O que queremos enfatizar é a necessidade de dar uma breve explicação aos alunos sobre esta obra, sobre o autor e por que ela foi escolhida para o trabalho didático. Quanto a este último aspecto, é importante que você, professor, procure falar dos conhecimentos como, por exemplo: *O que é uma galáxia? O que é uma estrela?* etc., que a obra pode ajudar a trazer para a sala de aula.

### 2. Exibição do filme

Após a contextualização do autor e da obra, que serão o foco para o desenvolvimento da Situação de Aprendizagem, pode-se organizar a classe para assistir ao filme. Como se trata de um longa-metragem será necessário dispor de

<sup>2</sup> Em pesquisa recente (abril de 2009), encontramos o livro novo com preços a partir de R\$ 13,60.



duas horas para a realização desta atividade. Isso nem sempre é algo simples de providenciar na escola, de forma que, se você fizer questão de exibir o filme na íntegra para os estudantes, provavelmente terá de fazer arranjos de horários com outros professores. A exibição integral do filme em si não é essencial para o bom andamento da atividade, que é focada na leitura.

Acreditamos, entretanto, que, caso seja possível, ao menos um trecho deveria ser visto, pois isto certamente facilitaria a leitura dos alunos. Uma possibilidade é, após a contextualização, exibir o trecho inicial de 15 a 20 minutos, de forma a estimular a curiosidade deles e passar como tarefa que assistam a ele na íntegra, possivelmente em grupos, em suas próprias casas.

### 3. Orientando a leitura

Oriente seus alunos para que providenciem o livro. Como se trata de uma obra muito conhecida, não é difícil encontrá-lo em bibliotecas e lojas de livros usados e, eventualmente, na biblioteca da escola.

Após iniciada a leitura, é importante que, se não em toda aula, ao menos a cada semana seja feita uma verificação do andamento da leitura pelos alunos: solicite questões, pequenas descrições e narrações ou proponha debates sobre momentos específicos da história. Eventualmente, proponha a entrega de questões ou pequenos resumos escritos ou sorteie um aluno da classe para comentar pontos que ele julgou interessantes (ou obscuros) em sua leitura.

É possível, a cada duas aulas, fazer uma rápida verificação de leitura, usando para isso por volta de cinco minutos. Não convém, porém, adotar sempre a mesma estratégia, para não criar uma sistemática mecânica de leitura. Um dia, por exemplo, peça que os alunos tragam o livro à classe e eleja um deles para ler um trecho de que gostou e peça que os outros comentem. Em outra ocasião, pode-se pedir

que um aluno descreva a leitura que realizou na semana. Em outra, ainda, pode-se pedir aos alunos que realizem, em grupo, um resumo da leitura. Pode solicitar que destaquem expressões e termos desconhecidos, discutam seu significado ou, ainda, pode-se pedir aos alunos que pesquisem a respeito. Também é possível fazer breves julgamentos sobre as ações das personagens, estabelecendo debates. O estímulo criado por situações diversificadas pode incentivar a leitura dos alunos.

É preciso estar consciente, porém, de que nem todos os alunos possuem o mesmo interesse e desenvoltura na leitura e ter em mente que o objetivo da atividade é despertar o prazer de ler e não a obrigação de ler.

Eventualmente, se algum aluno só consegue cumprir parte da leitura, isso não significa que ele não tenha tirado proveito da atividade. Além disso, é natural que alguns simplesmente não gostem da história, o que é aceitável.

Vale a pena deixá-los expressar sua opinião e confrontá-la com as diversas opiniões. E, evidentemente, pode ser que você não goste da leitura. Neste caso, sugerimos que procure outra que julgue interessante. Se for esse o caso, seria recomendável que adaptasse as atividades previstas neste período ao texto de sua escolha. Algumas alternativas a essa obra estão apresentadas no item **Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema**, no final deste Caderno.

Esta atividade é fundamentalmente desenvolvida em casa. É exigido dos alunos que assistam ao filme logo no início do bimestre e que leiam o livro ao longo do 3º bimestre.

Ao final da primeira aula, na qual foram apresentados o livro e o filme, solicite uma tarefa aos alunos, para a aula seguinte. Recorrendo à sua memória, os estudantes deverão procurar reunir ou fazer um levantamento das



representações do espaço veiculadas em meios de comunicação, tais como filmes, revistas em quadrinhos, jornais, telejornais, documentários, livros, desenhos animados, propagandas, letras de música. Nestas representações, pode-

rão estar presentes quaisquer ideias que eles associem ao espaço: planetas, naves, extraterrestres, estrelas e assim por diante. Na medida do possível, devem trazer os materiais para a sala de aula.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 O QUE TEM LÁ EM CIMA?

Esta Situação de Aprendizagem tem como objetivo estimular os alunos a expressar as imagens e os modelos que trazem de sua cultura primeira e que dizem respeito aos elementos que compõem o Universo. A partir desta

manifestação coletiva, pretende-se estimular a reflexão e o debate, para que os próprios alunos possam estabelecer e aperfeiçoar seus modelos de representação.

**Tempo previsto:** 4 aulas.

**Conteúdos e temas:** os diferentes elementos que compõem o Universo e sua organização a partir de características comuns em relação a massa, distância, tamanho, velocidade, trajetória, formação e agrupamento.

**Competências e habilidades:** desenvolver atitude investigativa e de pesquisa bibliográfica e iconográfica; organizar, representar e expressar, por meio de diferentes linguagens, modelos sobre corpos celestes; desenvolver a prática da escrita, com narração de eventos e descrição de fenômenos.

**Estratégias:** explicitação pelos alunos dos conceitos sobre os elementos do espaço, problematização e debate; sistematização coletiva por meio de imagens e elaboração em grupo de histórias.

**Recursos:** imagens coletadas na internet e em livros ilustrados: planetas, asteroides, cometas, satélites, diferentes tipos de estrelas, galáxias, nebulosas, aglomerados globulares, aglomerados abertos, buracos negros, estrelas de nêutrons; algumas destas imagens serão necessariamente representações pictóricas e não fotográficas, como no caso do buraco negro e das estrelas de nêutrons; um material particularmente interessante é o livro *O Universo*, da série Atlas Visuais, publicado pela Editora Ática.

**Avaliação:** verifique a qualidade dos produtos solicitados: o mapa conceitual e a história elaborada pelos alunos.

### Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

A prioridade desta Situação de Aprendizagem é produzir uma estrutura capaz de explicitar os modelos a partir dos quais os estudantes concebem o espaço e o Universo. Todos eles

trazem, em sua bagagem cultural, representações e modelos imaginativos de planetas, cometas, galáxias, estrelas e tantas outras coisas. Tais representações devem ser apresentadas e con-



frontadas com as diversas descrições dos outros estudantes, de materiais de divulgação, do professor, entre outros. Trata-se de uma primeira etapa para a construção de um modelo estruturado do conhecimento astronômico atual, fundamental para que o estudante se prepare para compreender seu significado e suas implicações culturais no mundo de hoje. Com relação aos conhecimentos sistematizados, a ênfase deverá recair sobre os seguintes tópicos:

- ▶ Planetas orbitam diretamente determinados corpos, denominados estrelas; há outros corpos que orbitam as estrelas, mas que não são considerados planetas.
- ▶ Estrelas são astros de grande massa, que produzem luz e calor, em torno das quais podemos encontrar planetas e outros corpos celestes.
- ▶ Satélites naturais são corpos que orbitam os planetas.
- ▶ As estrelas formam agrupamentos chamados galáxias, compostos de milhões de estrelas.
- ▶ O Sol é uma estrela.
- ▶ As distâncias relativas entre estrelas são extremamente elevadas.

## Encaminhando a ação

### 1. Pesquisa (solicitada na aula anterior)

A primeira etapa do trabalho é a pesquisa que os alunos deverão realizar em casa. Trata-se de obter representações de quaisquer situações que se refiram ao espaço, tomado na concepção própria dos estudantes. O material de pesquisa será, fundamentalmente, aquele veiculado pelos meios de comunicação, dos quais podemos destacar:

- ▶ histórias em quadrinhos;
- ▶ propagandas (impressas, televisivas ou radiofônicas);
- ▶ revistas e jornais em geral;
- ▶ livros de ficção ou de divulgação científica;
- ▶ reportagens e documentários de televisão;
- ▶ filmes, seriados ou desenhos animados;
- ▶ telenovelas;
- ▶ videogames;
- ▶ jogos e brinquedos;
- ▶ *websites*.

O tipo de objeto ou situação representada pode incluir qualquer coisa que os estudantes associem ao espaço: planetas, satélites, espaçonaves, estrelas, seres extraterrestres, óvnis ou discos voadores, trajes espaciais. Nenhuma censura deverá ser realizada neste processo. O aluno não precisa necessariamente levar o material para a escola, mas apenas uma descrição daquilo que encontrou, possivelmente em um desenho ou parágrafo redigido no caderno.

### 2. Estruturação

Em sala de aula, organize os alunos em grupos. Cada grupo será responsável por estruturar e apresentar os objetos pesquisados por seus integrantes. Oriente o trabalho dos grupos apresentando-lhes a lista de questões a seguir:

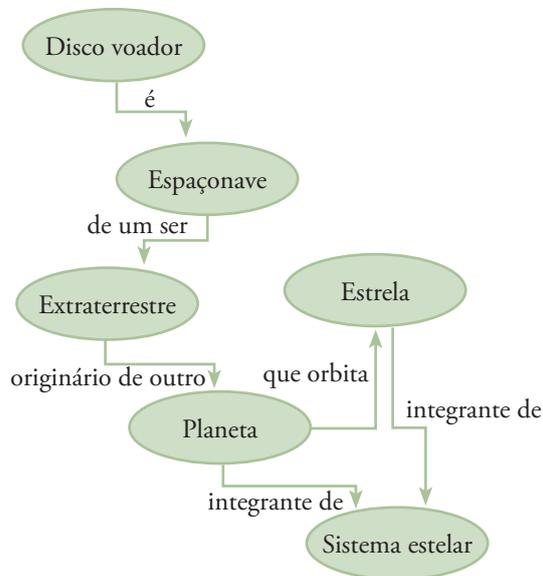
1. Quais foram os exemplos trazidos pelas pessoas do grupo?
2. Faça uma breve descrição destes objetos ou situações.



3. Analise cada uma das situações apresentadas e discuta com os colegas se o grupo acredita que esta situação corresponde a uma possibilidade real ou não. Apresente justificativas.
4. Que relações podem ser estabelecidas entre todos os objetos e situações catalogadas pelo grupo?

Estimule-os para que discutam sobre coisas que “existem” e “que não existem”. Oriente a discussão com o objetivo de discernir aquilo que a ciência considera praticamente certo (como a existência de planetas orbitando outras estrelas) daquilo que não possui qualquer evidência (como seres inteligentes em outros planetas) ou do que se considera improvável (espaçonaves extraterrestres visitando a Terra), sempre lembrando que, embora o conhecimento científico seja provisório e possa mudar radicalmente, muitas coisas são conhecidas com razoável grau de certeza.

Ajude-os no encaminhamento da última questão por meio de um esquema do tipo mapa conceitual, como no exemplo a seguir.



Nesta etapa irão surgir diversos aspectos interessantes para o encaminhamento. Os alunos ficarão em dúvida sobre muitas das relações que devem estabelecer. Saliente que, nesta atividade introdutória, as dúvidas são normais e que é importante a discussão e a argumentação para verificar a coerência das ideias e as diferentes possibilidades. Observe também que ao longo dos 3º e 4º bimestres muitas das dúvidas serão discutidas.

Peça aos alunos que trabalhem nestas modificações para a aula seguinte, solicite aos alunos que entreguem por escrito o resultado da discussão do grupo, acompanhado da lista de filmes, livros e outros materiais consultados, enfatizando a importância de referências bibliográficas em todos os trabalhos.

### 3. Exposição

Terminada a etapa acima, peça a cada grupo que exponha brevemente o que encontrou. Outros grupos poderão comentar e eventualmente discordar das opiniões expressas pelo grupo que estiver expondo. Se possível, monte com os alunos um grande esquema na lousa, com os elementos trazidos pelos grupos, juntando os mapas conceituais elaborados em um único mapa maior.

### 4. Sistematização

Utilizando-se de uma sequência de imagens que represente os diversos elementos, formule juntamente com os alunos uma estrutura hierárquica que deve incluir:

- ▶ a Terra e a Lua;
- ▶ o Sol, os planetas do Sistema Solar e alguns de seus satélites;
- ▶ cometas e asteroides;
- ▶ representações de diversos tipos de estrelas;



- ▶ aglomerados de estrelas e nebulosas;
- ▶ galáxias.

Estas imagens podem ser conseguidas na internet com facilidade, por meio de *sites* de busca. Como se trata apenas de imagens, e não de texto, você pode aumentar as possibilidades de selecionar imagens interessantes usando termos em inglês, dos quais sugerimos uma pequena lista a seguir:

*Earth, Moon, Sun, Planets, Mercury, Venus, Mars, Deimos Mars, Jupiter, Europa Jupiter, Jupiter Moons, Saturn, Titan Saturn, Uranus, Neptune, Pluto, Solar System, Comets, Haley Comet, Haley Bopp, Asteroid, Meteorite, Red Giant, White Dwarf, Brown Dwarf, Planetary Nebulae, Open Cluster, Globular Cluster, Galaxy, Galaxies, Black Hole, Pulsar, Neutron Star, Extrasolar, Supernova.*

Quanto a questões sobre discos voadores, viagens interestelares e seres de outros planetas informe-se sobre o que a Ciência sabe a este respeito. Algumas obras de divulgação científica podem ajudá-lo a conhecer um pouco mais o assunto. Entre elas, indicamos:

- ▶ ASIMOV, Isaac. *Civilizações extraterrestres*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1980.
- ▶ HEIDMANN, Jean. *Inteligências extraterrestres*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- ▶ SAGAN, Carl. *O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. Relançado em edição de bolso em 2006.

Alertamos que há muitos livros e artigos de revistas escritos por autodenominados

“ufólogos” e “pesquisadores”, cujas informações são absolutamente questionáveis do ponto de vista científico. Não há uma ciência denominada ufologia aceita pela comunidade científica.

Se, por um lado, os alunos podem (e devem) expressar e colocar em questão suas crenças de forma livre, não cabendo a você desqualificá-las, por outro, crenças pessoais não devem ser colocadas no mesmo patamar do conhecimento científico. Seu papel é mostrar aquilo que é aceito pela comunidade científica e as razões pelas quais determinadas afirmações não são aceitas. Por isto, para preparar-se para este debate, sugerimos a bibliografia introdutória citada anteriormente.

## 5. Escrevendo uma história

Uma forma de fazer o fechamento desta atividade é propor que eles imaginem uma viagem fictícia pelo espaço, na forma de uma história, descrevendo as diversas estruturas que foram estudadas. Esta pode ser uma viagem turística, uma viagem de pesquisa, alguém capturado por uma espaçonave alienígena, um sonho, qualquer roteiro.

Sugerimos que a atividade seja iniciada em classe, em grupos, nos quais os alunos montam o roteiro, escolhem as personagens e definem os fenômenos e os eventos que serão vistos na viagem, com sua descrição, com seu acompanhamento. Depois disso, a história deve ser redigida (e ilustrada) em casa.

Se for possível, seria interessante que as histórias fossem digitadas e entregues em formato eletrônico, para que possam ser impressas, formando um livrinho no final do processo. Se a escola ou a turma possuir um *website*, as narrativas podem ser publicadas ali, para acesso de todos. Ou, então, um aluno (ou mesmo você) pode se encarregar de colocá-las em um *blog*. Caso nada disto seja possível, monte uma pasta



com as histórias da classe para que todos os alunos possam lê-las, de acordo com seu interesse.

Esta atividade está prevista para quatro aulas. Na primeira delas, encaminhe a formação dos grupos de discussão e, de preferência, faça um breve encerramento, verificando se todos os grupos conseguiram montar o relato que será apresentado na segunda aula. Nessa etapa, você pode estimular a participação dos alunos, percorrendo os grupos e lançando questões. Evite que o trabalho seja realizado de forma rápida e sem reflexão. Uma ideia é pedir que elaborem um pequeno cartaz em cartolina, para ser usado na exposição.

Na segunda aula, deverá ocorrer a apresentação dos grupos, com os seus comentários e o incentivo ao debate. A apresentação de cada grupo deve, idealmente, ser acompanhada de uma discussão com a classe. Estas duas aulas são fundamentais para que os alunos reflitam sobre os temas de estudo, explicitando suas ideias e concepções. Fique atento, pois isso funciona também como uma avaliação diagnóstica, revelando aspectos que precisam de maior atenção ao longo do bimestre.

Para montar a aula de sistematização, com a apresentação de imagens, pode-se tomar como base o livro *O Universo*, da série Atlas Visuais, publicada pela Editora Ática, uma obra de fácil obtenção, com um bom resumo do assunto e ótima qualidade de imagens. O enfoque, porém, é um pouco distinto. Seria interessante caracterizar inicialmente o Sistema Solar, partindo da Terra, depois falar um pouco das estrelas e de sua formação, para finalmente abordar as galáxias ou, em outras palavras, as estruturas do Universo. Não caberia falar da exploração espacial nem entrar em muitos dados quantitativos.

A aula final e o seu resultado (as histórias) configuram a melhor oportunidade de avaliação do processo como um todo, seja com

relação ao aprendizado conceitual, seja com relação ao envolvimento dos estudantes no processo. A redação final também pode ser avaliada pelo professor de Língua Portuguesa, como uma atividade interdisciplinar.

Em todas estas quatro aulas é importante frisar a importância de iniciar a leitura do livro *O guia do mochileiro das galáxias* (ou o escolhido por você), que deve ser verificada a partir da próxima atividade.

Esta atividade envolve dois momentos cruciais de trabalho em casa: a pesquisa e a redação final da história. Como complemento, os alunos podem escrever como suas ideias foram se modificando ao longo da atividade, desde antes de iniciar a procura dos materiais; depois, na discussão com os colegas; na aula de fechamento e, finalmente, após a elaboração da história.

Para a aula seguinte, solicite aos alunos que providenciem bolas dos mais variados tamanhos e tipos para uma atividade sobre o Sistema Solar. Entre as sugestões estão: bola de gude, de aço, de isopor, de cabeça de alfinete, de pingue-pongue, de tênis, de borracha, de futebol, de vôlei, plásticas grandes de parque de diversões. Se possível, consiga bolinhas bem pequenas, como as bolinhas de isopor usadas no enchimento de almofadas ou bolinhas de aço ou chumbo.

Para a próxima Situação de Aprendizagem, os alunos precisarão de algumas informações importantes sobre o nosso planeta e a Lua. Oriente-os para que pesquisem em enciclopédias, livros ou na internet os seguintes dados: 1. o ponto de maior altitude da superfície da Terra; 2. o ponto de maior profundidade dos oceanos terrestres; 3. o diâmetro do planeta Terra; 4. a diferença entre o diâmetro **polar** (entre os polos Norte e Sul) e o diâmetro **equatorial** (entre dois pontos no equador); 5. a distância entre a Terra e a Lua; 6. o diâmetro da Lua.



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 A TERRA É UMA BOLINHA

Esta é a primeira de uma sequência de atividades cujo objetivo é situar mais concretamente o estudante nas dimensões do Sistema Solar. A proposta é tentar tornar o mais concreto possível algo de difícil visualização: as relações entre as dimensões e distâncias dos corpos ce-

lestes no Sistema Solar. O uso de bolas de tamanhos variados pode ajudar muito neste processo, para que os próprios alunos construam um modelo preliminar. Nesta primeira atividade do bloco, focaremos nossa atenção nas dimensões da Terra e do sistema Terra-Lua.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Conteúdos e temas:** as relações entre as dimensões e distâncias na Terra e no sistema Terra-Lua; a esfericidade da Terra; Terra redonda: fato ou teoria?

**Competências e habilidades:** fazer cálculos de proporções para avaliar dimensões envolvidas em corpos celestes; estimar e avaliar dimensões espaciais (tamanhos e distâncias); realizar comparações de corpos celestes; trabalhar com diferentes ordens de grandeza.

**Estratégias:** exposição; debate em aula; realização de medidas de diâmetro; simulação do sistema Terra-Lua.

**Recursos:** bolas de tamanho diferente, de qualquer tipo e material (isopor, futebol, vôlei, tênis, bola de gude, pingue-pongue, basquete); ao menos uma trena (ou fita métrica) e uma régua; texto *A relatividade do erro*, de Isaac Asimov.

**Avaliação:** você pode verificar se os alunos conseguem efetuar os cálculos e chegar às conclusões propostas.

### Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Comece por um questionamento da esfericidade da Terra. Um bom início é perguntar aos alunos se eles acreditam que a Terra é redonda e que evidências possuem disso. Muitos irão falar da Terra vista do espaço, pois hoje em dia é muito fácil encontrar fotos ou vídeos com este tipo de imagem.

Estenda a contextualização discutindo aspectos históricos do problema. No entanto,

em razão das restrições do tempo de planejamento, opte aqui por focar a questão: *O que significa dizer que a Terra é redonda?*

Uma discussão interessante sobre este tema pode ser encontrada no texto *A relatividade do erro*, mencionado no quadro acima. Queremos que o aluno perceba que as irregularidades da Terra são pequenas diante de suas dimensões.



## Encaminhando a ação

### 1. As dimensões da Terra

Uma maneira de conduzir a questão é: *Se você fosse imaginar a Terra como uma fruta, qual seria uma boa representação? Uma goiaba? Uma pera? Uma jabuticaba? Ou alguma outra fruta?* Não consideramos, é claro, a cor, e sim a textura e o formato. Esta é uma discussão interessante a ser feita antes de introduzir os cálculos de proporção. Contrapor as opiniões a fotos da Terra vista do espaço também é interessante.

Uma vez colocado o problema para os alunos, oriente-os para a realização da escolha de uma das bolas para representar a Terra. Proponha uma atividade na qual eles irão medir o diâmetro da esfera escolhida e desenhar a circunferência correspondente numa folha de papel milimetrado. Feita a primeira circunferência, eles deverão alterá-la a fim de representar no próprio desenho o achatamento dos polos, os pontos mais extremos do relevo como o pico do Everest e outros elementos do relevo terrestre.

Algumas questões metodológicas podem surgir neste momento: *Como medir o diâmetro das esferas? Os alunos devem usar calculadora? E se os alunos tiverem dificuldades com a regra de três?* Embora acreditemos que estes aspectos possam variar muito de acordo com o professor e a turma, o uso de calculadora aqui pode ser benéfico, em termos de formação de competências, desde que esteja claro que os estudantes estão acompanhando os raciocínios envolvidos. Quanto às medidas, pode-se optar, de acordo com a turma, por uma discussão mais metodológica (qual o melhor método para se determinar o diâmetro?) ou ser mais diretivo.

A maneira mais simples é posicionar uma régua verticalmente sobre a mesa, encostar a esfera e fazer a leitura visual. Esse recurso está sujeito a erros de medida que, embora não interfiram na ideia geral da atividade, podem

constituir uma boa oportunidade de discussão sobre procedimentos experimentais. Uma ideia mais sofisticada é usar um barbante para medir a circunferência e realizar o cálculo do diâmetro dividindo o resultado por  $\pi$ . Se a aula for de dia e estiver fazendo sol, pode-se ainda usar a sombra da esfera sobre o papel.

Quanto à questão da regra de três, acreditamos que, ao longo dos dois primeiros bimestres, o professor tenha tido oportunidade de verificar como a turma lida com a proporcionalidade de grandezas. Se houver problemas aí, este é um bom momento para uma revisão, com a exposição da resolução de alguns exemplos. Caso contrário, pode-se deixar a tarefa mais a cargo dos alunos. De qualquer forma, nas Situações de Aprendizagem seguintes haverá outras oportunidades de exercitar o cálculo de razões e proporções.

Após o desenho do contorno da Terra, com sua correção para evidenciar as irregularidades do relevo, inicie alguns cálculos e raciocínios na lousa para determinar as dimensões das irregularidades superficiais, se a Terra fosse reduzida proporcionalmente ao tamanho da bola. Em primeiro lugar, pode-se escolher uma bola qualquer trazida pela turma e avaliar com os alunos quais seriam as dimensões das irregularidades.

Alguns dados serão úteis para a demonstração dos cálculos na lousa. Em nosso planeta, o ponto mais profundo da superfície localiza-se na fossa das Ilhas Marianas, no Oceano Pacífico, a 10,91 km de profundidade. O Pico Everest, por outro lado, como a montanha mais alta do planeta, eleva-se a 8,84 km de altitude. Sabendo que o diâmetro equatorial da Terra é de 12 756 km, é possível fazer algumas comparações. *O que aconteceria se a Terra fosse do tamanho de uma bolinha de 10 cm de diâmetro?* Por intermédio de uma regra de três simples, podemos obter o valor da maior elevação e da maior reentrância que ela teria em sua su-



perfície em milímetros. É interessante usar uma calculadora para agilizar esses cálculos.

#### Fossa das Ilhas Marianas

100 mm — 12 756 km

x mm — 10,9 km

Resultado:  $x = 0,0854$  mm

#### Pico Everest

100 mm — 12 756 km

x mm — 8,84 km

Resultado:  $x = 0,0693$  mm

Como podemos ver, mesmo em seus máximos, as deformidades da superfície da nossa Terra-bolinha seriam praticamente imperceptíveis, menores que a espessura de um fio de cabelo. E quanto ao achatamento polar? Bem, o diâmetro polar, ou seja, o diâmetro medido de um polo a outro de nosso planeta é de 12 713 km, contra os 12 756 km medidos no Equador. Podemos usar novamente uma regra de três para ver qual seria o diâmetro polar da nossa bolinha:

#### Diâmetro polar

100 mm    12 756 km

x mm        12 713 km

Resultado:  $x = 99,66$  mm

Ou seja, uma diferença de 0,34 mm em relação ao diâmetro equatorial. Raramente se

consegue uma bola de 10 cm de diâmetro tão esférica a ponto de possuir uma diferença menor que esta entre os diâmetros medidos em diversas direções. Em outras palavras, a Terra é realmente muito esférica, se comparada às esferas que conhecemos de nosso dia a dia.

Mais uma informação importante pode ser tirada destes cálculos. A profundidade média dos oceanos é de menos de 4 km. Isto significa que, em uma bolinha de 10 cm, teríamos como oceano uma lâmina de água cuja espessura média seria menor que  $\frac{3}{100}$  de milímetro. Do ponto de vista da nossa bolinha, isto não passa de um “molhadinho” na superfície. Apesar de aproximadamente  $\frac{2}{3}$  da superfície da bola estar “molhada”, a quantidade total de água é ínfima se comparada ao volume total do planeta. Assim, é incorreta a ideia de que a Terra é formada por  $\frac{2}{3}$  de água, já que, na verdade, a água representa em torno de 0,02% da massa da Terra. Deve-se ressaltar que muitos imaginam a Terra constituída principalmente de água. Na verdade, sua superfície é que é coberta na maior parte por água, o que são ideias muito distintas.

Finalmente, um último dado. Embora não haja um limite físico entre a atmosfera e o espaço exterior, é possível considerar sua espessura como 120 km, na medida em que é a partir deste ponto que efeitos atmosféricos podem ser notados na reentrada de espaçonaves e satélites. Mais de 99% de todos os gases da massa atmosférica estão situados abaixo deste ponto. Na nossa bola de 10 cm de diâmetro, portanto, a atmosfera teria uma espessura de aproximadamente 0,94 mm, sendo assim muito mais tênue do que normalmente se imagina, cerca de um centésimo de diâmetro.

A partir daí a sugestão é orientá-los sobre como é possível estabelecer e calcular estas proporções para as bolas que eles escolheram para representar a Terra. Organize-os em grupos e solicite que realizem os cálculos e produ-

zam uma leitura sobre os resultados obtidos. Esta interpretação dos resultados deve conduzi-los às conclusões acima expostas.

Caso você verifique que os aspectos físicos de nosso planeta (como por exemplo: o achatamento, a cobertura de água etc.) já são de conhecimento geral dos estudantes, pode-se abreviar a discussão, ressaltando a esfericidade de nosso planeta em relação às dimensões de suas imperfeições.

Uma abordagem histórica também é desejável. A questão *Como sabemos que a Terra é redonda?* pode levar a discussões interessantes sobre as noções de teoria e modelos, bem como do caráter do conhecimento científico. Pode-se mostrar que, na Antiguidade grega, já se imaginava a Terra redonda, tendo sido inclusive efetuado por Eratóstenes um cálculo bastante engenhoso, que pode ser encontrado em diversos livros didáticos de Física e Matemática e também em páginas da internet. Se a opção for por esta abordagem, sugerimos a leitura do texto *A relatividade do erro*, no livro *Antologia 2*, de Isaac Asimov, publicado pela Editora Nova Fronteira, aproveitando a discussão para abordar a natureza do conhecimento científico e o significado das teorias na Ciência.

## 2. O sistema Terra-Lua

A partir da discussão anterior, estabeleça outra problematização: *E a Lua, será que fica perto da Terra? Como vocês imaginam?* Como os alunos levaram muitas bolas, você pode pedir para alguns mostrarem como imaginam a proporção de tamanhos e distância entre a Terra e a Lua. Depois oriente que realizem os cálculos em grupos e cheguem a uma simulação razoável do sistema Terra-Lua. Como os grupos poderão ter bolas de tamanhos diferentes, é possível que se chegue a diversas soluções igualmente válidas, desde que proporcionalmente corretas.

A Lua possui um diâmetro de 3476 km e orbita a Terra a uma distância média de 384 000 km. A partir desses dados e da estratégia adotada na etapa anterior, a tarefa dos alunos agora será selecionar as bolas adequadas para a representação do sistema Terra-Lua em escala. O primeiro passo é identificar o par de bolas que possa representar, o mais proporcionalmente possível, a Terra e a Lua. Se uma delas, que represente a Terra, possuir 10 cm de diâmetro, por exemplo, precisaremos de outra com 2,5 cm de diâmetro, aproximadamente, para representar a Lua. Fazendo uma regra de três, podemos também avaliar a que distância a nossa pequena Lua poderá orbitar a nossa Terra. No nosso exemplo teríamos:

### Raio orbital da Lua

$$100 \text{ mm} \text{ — } 12756 \text{ km}$$

$$x \text{ mm} \text{ — } 384000 \text{ km}$$

$$\text{Resultado: } x = 3010 \text{ mm} = 3,010 \text{ m}$$

Assim, neste exemplo, a Lua-bolinha deverá orbitar a 3 m da Terra-bolinha. Seria importante que os alunos construíssem esta simulação e fizessem, também no papel milimetrado, o desenho da circunferência que representa a Lua na mesma escala da circunferência que representa a Terra. Dependendo das dimensões, talvez o espaço da sala de aula não seja suficiente. Neste caso, sugerimos o uso do pátio, da quadra ou de outro espaço da escola.

Neste ponto, poderia ser introduzida, a seu critério, uma discussão sobre as fases da Lua e os eclipses. Este assunto, porém, é normalmente proposto para o Ensino Fundamental e você pode conseguir propostas de atividades para abordá-lo.



A próxima etapa irá exigir os mesmos materiais: bolas dos mais variados tamanhos. Também será interessante providenciar fotos dos oito planetas do Sistema Solar. A esta altura, é importante também iniciar a verificação da leitura do livro, proposta no início do bimestre,

de acordo com as propostas mencionadas na Situação de Aprendizagem 1. Basta verificar em que parte da leitura eles se encontram. A leitura de dois capítulos por semana é razoável e desejável, e assim os alunos deveriam ter lido pelo menos os dois primeiros capítulos.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 O SISTEMA SOLAR

O objetivo aqui é conduzir os alunos à formação de uma imagem mais aprofundada do nosso Sistema Solar, incluindo o conhecimento das dimensões relacionadas ao tamanho dos planetas e suas órbitas. A ideia, no entan-

to, não é transmitir uma grande quantidade de informações, que hoje podem ser facilmente obtidas, mas fundamentalmente construir com os alunos uma percepção sobre a Terra em relação ao outros planetas do Sistema Solar.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Conteúdos e temas:** as relações entre as dimensões, distâncias e densidades dos corpos celestes no Sistema Solar.

**Competências e habilidades:** realizar cálculos de proporções para obter relações entre dimensões, distâncias e períodos dos planetas do Sistema Solar; estimar e avaliar grandezas como distância, tempo e densidade.

**Estratégias:** exposição; debate em aula; realização de cálculos; construção de maquetes; atividades de encenação.

**Recursos:** diversas bolas de tamanhos diferentes, de qualquer tipo e material (isopor, futebol, vôlei, tênis, bola de gude, pingue-pongue, basquete); calculadoras.

**Avaliação:** você pode verificar a qualidade das respostas fornecidas pelos alunos na atividade de análise da tabela de características físicas dos planetas.

### Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Retomando-se as imagens do Sistema Solar utilizadas na Situação de Aprendizagem 2, conduza uma aula expositiva apresentando o Sistema Solar e sistematizando a ordem dos planetas em relação ao Sol. Introduza a no-

menclatura apropriada, ressaltando os tipos de corpos que compõem o Sistema Solar. Feito isso, apresente as tabelas que listam grandezas físicas e dados sobre período orbital e distâncias relativas dos planetas ao Sol. Ajude-os



a compreender os dados e comece a fazer uma análise da tabela que permite discutir as propriedades dos planetas. Oriente-os para que continuem a fazer estas análises com a ajuda das questões listadas a seguir.

## Encaminhando a ação

### 1. Apresentando o Sistema Solar

É interessante ocupar uma aula para trabalhar a descrição atualizada do Sistema Solar com os estudantes. Alguns pontos essenciais a serem destacados são:

1. Quais são os planetas, sua ordem em relação ao Sol, suas principais características e seus satélites.
2. Os tipos de planetas: planetas telúricos (semelhantes à Terra: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte) e planetas jovianos (semelhantes a Júpiter: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) e sua composição física.
3. A nova classificação da IAU (*International Astronomical Union*) com relação a planetas e planetas anões. Desde 2006, foi adotada pela União Astronômica Internacional uma nova nomenclatura para classificar os corpos que orbitam diretamente o Sol. Eles foram divididos em três categorias:

- ▶ Planetas: corpos que orbitam uma estrela e possuem formato esférico pela ação de sua própria gravidade; adquiriram massa suficiente para agregar pequenos corpos e fragmentos (planetesimais) ao seu redor, produzindo uma vizinhança limpa; sua massa não é grande o suficiente para produzir fusão termonuclear.
- ▶ Planetas anões: diferem dos planetas apenas por não possuírem massa suficiente para agregar os fragmentos de sua vizinhança, mas também são esféricos e orbitam diretamente uma estrela. Esse é o caso de Plutão e Ceres.
- ▶ Corpos pequenos do Sistema Solar: os demais corpos que orbitam diretamente o Sol, como os cometas e os asteroides.

### 2. Discutindo as propriedades dos planetas

As tabelas a seguir mostram os diâmetros equatoriais dos planetas e dos planetas anões oficialmente catalogados pela União Astronômica Internacional.

Além destes dados, há também a distância média do corpo até o Sol e seu período orbital em dias ou anos terrestres e outros dados de características físicas.

PLANETA	Diâmetro equatorial (km)	Distância média do Sol (Gm)*	Período orbital (dias ou anos)	Massa (kg)	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
Mercúrio	4878	57,09	87,09 dias	$3,30 \times 10^{23}$	5400
Vênus	12100	108,02	224,07 dias	$4,87 \times 10^{24}$	5200
Terra	12756	149,06	365,25 dias	$5,97 \times 10^{24}$	5500
Marte	6786	227,09	1,88 ano	$6,42 \times 10^{23}$	3900
Júpiter	142984	778,04	11,86 anos	$1,90 \times 10^{27}$	1300
Saturno	120536	1423,06	29,46 anos	$5,69 \times 10^{26}$	700
Urano	51108	2867,00	84,04 anos	$8,70 \times 10^{25}$	1300
Netuno	49538	4488,00	164,08 anos	$1,03 \times 10^{26}$	1600

\* Gigmetro: unidade correspondente a 1 bilhão de metros, ou 1 milhão de quilômetros. Na notação de potência de dez:  $1\text{Gm}=10^9\text{ m}$ .

Fonte dos dados: Astronomia e Astrofísica / UFRGS (<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>).



PLANETA ANÃO*	Diâmetro Equatorial (km)	Distância média do Sol (Gm)
Ceres	975	415
Plutão	2 390	5 905
Haumea	1960	6 480
Makemake	1500	6 847
Éris	2600	10121

\* Estão listados aqui os planetas anões denominados e reconhecidos oficialmente pela União Astronômica Internacional em junho de 2009. Como se trata de uma fronteira do conhecimento essas informações podem mudar rapidamente. Sugerimos ao professor que esclareça isso aos alunos e, se possível, procure informações atualizadas.

Fontes dos dados: *Royal Astronomical Society of New Zealand* (<http://www.rasnz.org.nz/SolarSys/DwarfPlanets.htm>); *Solar System Objects: Physical Data and Discovery Dates* (<http://www.johnstonsarchive.net/astro/wrjs103sp.html>); *International Astronomical Union* ([http://www.iau.org/public\\_press/news/release/iau0807](http://www.iau.org/public_press/news/release/iau0807)).

Verifique que os chamados planetas jovianos (planetas gasosos, parecidos com Júpiter) possuem uma densidade menor que os telúricos (planetas rochosos, semelhantes à Terra).

Esta é uma oportunidade para discutir o conceito de densidade. Use uma tabela de densidade de materiais, encontrada na maioria dos livros didáticos, para complementar a discussão. Estimule-os a analisar os dados da tabela, ajude-os a perceber que os planetas mais distantes do Sol são maiores, mas possuem densidade menor em virtude de sua composição em grande parte gasosa.

A partir da tabela, algumas perguntas, mesclando aspectos qualitativos e quantitativos, poderiam ser formuladas. Peça aos alunos que sigam a análise de dados da tabela respondendo às questões a seguir:

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 esta relação?

4. Você acha que o período orbital é diretamente proporcional à distância entre o planeta e o Sol? Use a regra de três com dois planetas à sua escolha e tire uma conclusão.

Comentário: o período e o raio orbital não são diretamente proporcionais. Veja:

Para a Terra:

$$\text{Raio orbital/Período} = 149,6 \text{ Gm}/1 \text{ ano} = 149,6 \text{ Gm/ano}$$

Para Marte:

$$\text{Raio orbital/Período} = 227,9 \text{ Gm}/1,88 \text{ ano} = 121,2 \text{ Gm/ano}$$

Isto mostra que nem sempre grandezas relacionadas são proporcionais.

5. Que características em comum você nota entre os planetas jovianos, em comparação com os telúricos?
6. Qual planeta possui a maior massa? E qual a menor?



Comentário: aqui será necessária uma explicação básica sobre a notação com potências de dez.

7. A massa do maior planeta corresponde a quantas vezes a massa do menor? E a quantas vezes a massa da Terra? Demonstre os cálculos.
8. A massa de um planeta é diretamente proporcional ao seu diâmetro?

Comentário: esta questão, assim como a de número 2, aprofunda a noção de proporcionalidade. A massa não é proporcional ao diâmetro.

9. E a massa da Terra, corresponde a quantas vezes a massa do menor planeta? Desenvolva os cálculos.

Opcionalmente, uma abordagem quantitativa mais sistemática poderia ser adotada, empregando a fórmula da densidade ( $d = m/V$ ), para encontrar o volume dos planetas, ou a da velocidade ( $v = d/\Delta t$ ), para encontrar sua velocidade orbital média. Com isso, poderíamos propor questões como: *Quantas Terras “cabem” dentro de Júpiter? Qual planeta se move com maior velocidade?* Para isso, porém, será preciso introduzir noções de cálculo com potências de dez. Além disso, seria recomendável o uso de calculadoras.

Em uma abordagem ainda mais avançada, pode-se trabalhar com a expressão do volume de uma esfera ( $V = 4\pi R^3/3$ ) para checar os cálculos. O risco desta abordagem quantitativa, entretanto, é o tempo que ela pode consumir e as dificuldades que pode trazer, de forma que é recomendado avaliar sua conveniência de acordo com a turma e com o andamento do trabalho.

A próxima Situação de Aprendizagem ainda vai trabalhar com distâncias e proporções, mas agora introduzindo dois novos aspectos: a relação entre as distâncias dos planetas do Sol no Sistema Solar e a necessidade de empregar outras unidades de medida, como o ano-luz. A metodologia é a mesma adotada nos outros passos – questionamentos e cálculos. Na próxima Situação de Aprendizagem, utilizaremos o livro *O guia do mochileiro das galáxias*. Alerta os alunos sobre a continuação da leitura e lembre-os de trazerem o livro, pois ele será usado nas discussões.

Para preparar as próximas aulas, seria importante realizar uma pesquisa sobre as constelações. Um livro interessante neste caso é o *Manual do astrônomo*, de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão (Editora Zahar, 1999). Além de buscar material sobre o assunto em livros e na internet, também é interessante contar com um mapa celeste. Há diversos programas de computador que os fazem e ajudam a entender as constelações. Caso você não disponha em sua escola do programa *Observatório astronômico*, distribuído pela Secretaria Estadual de Educação, sugerimos o programa gratuito *Cartas do Céu (Cartes du Ciel)*, que pode ser baixado na internet. (Disponível em: <<http://www.stargazing.net/astropc/pindex.html>>. Acesso em: 9 mar. 2009).

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. Ao entrar no programa (assim como em outros similares), você será solicitado a fornecer as coordenadas locais. Configure-as, se as da sua cidade estiverem disponíveis. Se for preciso, localize as coordenadas com a ajuda de *sites*. Para aprender a operar o programa, consulte o manual de utilização disponível em português, que vem junto com o produto.



Outro material interessante para esta aula é *Constelações indígenas brasileiras*, de Germano Bruno Afonso, no *site* Telescópios

na Escola. (Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br>>. Acesso em: 9 abr. 2009).

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 UM PULINHO A ALFA DO CENTAURO

Nesta Situação de Aprendizagem, pretende-se levar o aluno a perceber as dimensões envolvidas quando se fala em distâncias interestelares. Paralelamente, surgirá a necessidade

de empregar novas unidades de medida, como o ano-luz, dadas as imensas distâncias envolvidas. Além disto, tem-se a oportunidade de abordar, ainda que superficialmente, as constelações.

**Tempo previsto:** 3 aulas.

**Conteúdos e temas:** as distâncias estelares; o conceito de ano-luz; constelações.

**Competências e habilidades:** calcular proporções envolvendo distâncias e tempo; estimar grandezas como distâncias e intervalos de tempo; compreender e utilizar conceito de ano-luz; buscar e organizar informações sobre estrelas e constelações; identificar e localizar estrelas e constelações a olho nu ou em cartas celestes; conhecer a nomenclatura usada na denominação de estrelas em uma constelação.

**Estratégias:** exposição; debate em aula; realização de cálculos; elaboração de maquete; pesquisas.

**Recursos:** mapas celestes.

**Avaliação:** avaliar os cálculos realizados para estimar o tempo da propagação da luz entre o Sol e os planetas e a representação espacial da constelação, além da compreensão sobre o conceito de ano-luz.

### Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Partindo de uma exposição sobre as distâncias envolvidas em uma possível maquete do Sistema Solar, introduz-se uma questão sobre a distância necessária para representar, na mesma maquete, a estrela mais próxima do Sol. Com a realização de cálculos de proporção, mostra-se a enorme distância que seria necessária para representar a estrela com o objetivo de concretizar a ordem de grandeza destas distâncias. Com este contexto, introduz-se o conceito de ano-luz e justifica-se a necessidade de uso desta unidade de medida.

Feito isto, trabalha-se o conceito de constelação e suas localizações no céu.

### Encaminhando a ação

#### 1. A questão das distâncias e o ano-luz

Uma questão é fundamental para ajudar a situar os alunos em relação às dimensões envolvidas no espaço sideral: trata-se de tentar imaginar as distâncias entre as estrelas. Se fizessemos



uma maquete proporcional do Sistema Solar, em que a Terra estivesse a 1,5 m de distância do Sol, teríamos de montá-la com os seguintes valores:

Planeta ou planeta anão	Distância da maquete (metros)*
Mercúrio	0,5
Vênus	1
Terra	1,5
Marte	2,3
Ceres	4,2
Júpiter	7,8
Saturno	14,3
Urano	28,7
Netuno	45,0
Plutão	59
Haumea	65
Makemake	68
Éris	101

\* A escala adotada nesta tabela permite uma relação simples com a distância em quilômetros fornecida nas tabelas da página 23 e 24.

Mostre estes valores aos alunos e faça uma breve discussão, chamando a atenção para as enormes diferenças entre as distâncias dos planetas mais externos. De qualquer forma, nossa simulação teria um raio máximo de 101 m a partir do centro, com os planetas anões. Após esta discussão, lance uma questão: *Se quiséssemos incluir a estrela mais próxima do Sol, a que distância deveria estar nesta simulação?* Na verdade, a estrela mais próxima do Sol, chamada *Proxima Centauri*, está a 4,2 anos-luz daqui, mas não é visível a olho nu. Ela é parte de um sistema mais complexo, denominado Alfa do Centauro, que inclui duas outras estrelas bem próximas uma da outra: Alfa do Centauro A e Alfa do Centauro B a 4,4 anos-luz do Sol.

No livro *O guia do mochileiro das galáxias*, há referência a este sistema logo nas primei-

ras páginas, quando os alienígenas Vogons advertem que os terráqueos poderiam ter sido informados da demolição do planeta Terra com antecedência, se tivessem se dado o trabalho de fazer uma visita a Alfa do Centauro, que é tão próxima do Sol.

Ocorre que estes 4,4 anos-luz correspondem a 41,5 trilhões de quilômetros, ou 41 500 000 Gm (gigametros). Faça na lousa uma rápida regra de três usando a órbita de Plutão e ajude-os a analisar o significado deste resultado:

$$59 \text{ m} \text{ — } 5900 \text{ Gm}$$

$$x \text{ m} \text{ — } 41\,500\,000 \text{ Gm}$$

$$\text{Resultado: } x = 415\,000 \text{ m} = 415 \text{ km}$$

Ou seja, se a simulação de Sistema Solar dos alunos coube em uma praça da cidade, a estrela mais próxima estaria a 415 km de distância, mantida as proporções (distância, por exemplo, entre São Paulo e Franca). Se Plutão, que na realidade, é muito, muito longe daqui, cabe, nos 59 m de nossa simulação, a distância para a estrela, que é nossa vizinha mais próxima, é inimaginavelmente grande. É justamente aí que está a piada do livro: explorar outras estrelas está muito, mas muito além do nosso alcance. Chegar a Marte (um projeto de futuro incerto) é incomparavelmente mais simples, realmente muitíssimo mais simples e não há perspectivas claras de quando isso será possível. Uma olhada nas distâncias do Sistema Solar pode dar a ideia de que ir até Plutão em nave tripulada é um sonho delirante em nosso contexto atual. Mas ir a Alfa do Centauro é muito mais difícil que tudo isso.

É de esperar que nesta aula os alunos já tenham iniciado a leitura do livro e que estas atividades ajudem a contextualizar estas



questões. Nesta etapa, apresente o conceito de ano-luz, enfatizando que se trata de uma unidade de distância (e não de tempo). Discuta sobre a necessidade de introdução desta unidade de medida (em virtude das grandes distâncias verificadas no espaço interestelar) e como se relaciona com as unidades mais conhecidas, como o metro e o quilômetro.

Proponha uma atividade para ser realizada em grupos. Eles deverão calcular o tempo gasto pela luz para sair do Sol e chegar aos planetas do Sistema Solar. Antes do trabalho dos alunos, porém, registre um exemplo na lousa. A Terra é uma boa escolha. O cálculo emprega a relação entre velocidade e distância:  $v = d/\Delta t$ .

No caso da Terra temos:

$$d = 149\,000\,000\,000 \text{ m } (1,49 \times 10^{11}\text{m})$$

$v = 300\,000\,000 \text{ m/s } (3,0 \times 10^8\text{m/s})$ , que é a velocidade da luz, igual em todos os casos.

A partir disso, temos:

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{1,49 \times 10^{11}}{3,00 \times 10^8} \cong 498 \text{ s } \cong 8 \text{ min } 18\text{s}$$

A realização deste cálculo levará à discussão sobre a operação com potências de dez e sobre a transformação de unidades de tempo. Esclareça as dúvidas e trabalhe cuidadosamente estas ideias.

Feito isto, designe um ou dois planetas ou planetas anões para cada grupo e proponha a realização desses cálculos durante a aula. A tabela a seguir mostra os resultados.

Planeta ou Planeta anão	Tempo
Mercúrio	0h 03 min 13s
Vênus	0h 06 min 00s
Terra	0h 08 min 18s
Marte	0h 12 min 39s
Ceres	0h 23 min 02s
Júpiter	0h 43 min 14 s
Saturno	1h 19 min 17s
Urano	2h 39 min 26s
Netuno	4h 09 min 50s
Plutão	5h 27 min 48s
Haumea	6h 0 min 02s
Makemake	6h 20 min 25s
Éris	9h 22 min 19s

Na tabela, podemos verificar que a luz leva cerca de cinco horas e meia do Sol até Plutão; no entanto, leva mais de quatro anos até Alfa do Centauro. Aqui está a noção de ano-luz. Pode-se também calcular o valor de um ano-luz usando a fórmula de velocidade, considerando o espaço percorrido pela luz no intervalo de um ano (convertido em segundos). Em diversos textos podem ser encontradas as distâncias de estrelas (ou de outros corpos celestes), em anos-luz, até o nosso Sistema Solar. Um destaque especial pode ser dado para as distâncias imensas e seu significado.

Pela tabela anterior, podemos verificar que do Sol até a Terra a luz leva aproximadamente oito minutos. Até mesmo da Lua até a Terra temos um lapso de mais de um segundo, de forma que a Lua que vemos é, na verdade, uma imagem de mais de um segundo atrás. Isso causaria problemas nas comunicações. De fato, uma mensagem de um planeta até outro não pode caminhar mais rapidamente

que a luz. Usando a tabela anterior, podemos mostrar, por exemplo, que uma mensagem de Marte à Terra pode levar de aproximadamente quatro minutos até mais de vinte minutos, dependendo da posição dos planetas nas órbitas ao redor do Sol. Peça aos alunos que verifiquem isto na tabela e imaginem como seria uma conversa telefônica ou por meio de um comunicador “instantâneo”, pela internet, nestas condições.

## 2. Onde está Alfa do Centauro?

Recomendamos, nesta Situação de Aprendizagem, localizar Alfa do Centauro no céu com os alunos. Na verdade, trata-se de um dos objetos mais visíveis no céu. Se a pessoa sabe localizar a cruz da constelação do Cruzeiro do Sul, verá à esquerda de sua base uma estrela de brilho intenso. Se a aula for noturna, saia com os alunos para localizar este sistema no céu, facilmente visível mesmo no céu poluído das grandes cidades. Caso contrário, o professor pode usar as informações de cartas celestes obtidas na internet.

## 3. Constelações

Algumas constelações são fáceis de ser identificadas no céu, mesmo em cidades grandes, onde as condições de observação são precárias. Entre elas, destacamos o Cruzeiro do Sul, Órion e Escorpião. Se possível, faça isto com os estudantes, seria muito interessante. Conforme apontamos, um bom guia para iniciar no assunto é o *Manual do astrônomo*, de Ronaldo Mourão, que traz dicas de como localizar as principais constelações no céu. Também é interessante pedir aos alunos que façam uma pesquisa sobre as constelações, sua origem e os mitos envolvidos.

O conceito de constelação, porém, precisa ser trabalhado de forma a construir a percepção de que a constelação não é um conjunto de estrelas fisicamente próximas umas das ou-

tras, mas, sim, de estrelas que, devido à sua posição em relação à Terra, são vistas por nós em uma mesma região do céu. Isto pode ser entendido a partir dos seguintes fatos:

- ▶ Estrelas aparentemente próximas no céu podem estar muito distantes entre si, por um efeito de perspectiva.
- ▶ O fato de uma estrela ser brilhante pode significar duas coisas: ou ela está muito próxima de nós, ou ela é realmente muito grande.
- ▶ O formato das constelações é convencional. Diferentes povos formaram diferentes constelações. Havendo condições, apresente algumas constelações dos povos indígenas brasileiros, da obra *Constelações indígenas brasileiras*, ou peça que os alunos pesquisem, por exemplo, as constelações chinesas da Antiguidade.
- ▶ A importância das constelações decorre do fato de elas permitirem a localização no espaço. Isso foi muito usado na época das grandes navegações.
- ▶ Se estivéssemos em outro ponto da galáxia, veríamos constelações diferentes, como veremos na sequência da atividade.

## 4. Montando uma constelação

Uma sugestão para esta atividade é usar as constelações mais fáceis de serem visualizadas no céu, como Escorpião, o Cruzeiro do Sul, Centauro e Órion, ou outra que você consiga identificar claramente para mostrar aos alunos. As estrelas de uma constelação são ordenadas pelo seu brilho aparente, por meio de letras gregas, sendo geralmente alfa a mais brilhante, beta, a segunda, gama, a terceira, e assim por diante. Uma tarefa que pode ser solicitada aos alunos é montar uma tabela com informações sobre as estrelas de uma conste-



lação, como no exemplo a seguir, a do Cruzeiro do Sul:

Estrela	Nome comum	Distância (anos-luz)
$\alpha$ -CruX	Acrux ou Estrela de Magalhães	321
$\beta$ -CruX	Becrux ou Mimosa	352
$\gamma$ -CruX	Gacrux	88
$\delta$ -CruX	Decrux ou Pálida	364
$\epsilon$ -CruX	Intrometida	228

Fontes: dados obtidos com base nas informações contidas nos sites:

<http://www.alcyone.de/SIT/bsc/>

<http://www.astro.illinois.edu/~jkaler/sow/sowlist.html>

[http://www.pa.msu.edu/people/horvatin/Astronomy\\_Facts/brightest\\_stars.htm](http://www.pa.msu.edu/people/horvatin/Astronomy_Facts/brightest_stars.htm)

<http://www.horizonenergycorp.com/hpo/constellations/Brightest.htm>

Outras informações podem ser acrescentadas, como a magnitude aparente (que corresponde aproximadamente ao brilho da estrela, visto da Terra), a magnitude absoluta (correspondente à energia radiante efetivamente emitida pela estrela), a classe espectral (para informações sobre isso, consulte, por exemplo, o site *Astronomia e astrofísica*. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br>>. Acesso em: 6 abr. 2009).

Outra possibilidade de trabalho para a construção da ideia de que em uma constelação as estrelas não estão necessariamente próximas umas das outras é utilizar os dados acima, da constelação Cruzeiro do Sul, para

propor uma simulação das posições das estrelas de uma constelação na quadra da escola (ou mesmo dentro da classe ou no pátio). Consideremos que uma das traves de gols em uma quadra represente o Sistema Solar. Cinco alunos deverão estar em uma das extremidades da quadra a distâncias proporcionais à da tabela (por exemplo, 3,2 m, 3,52 m, 88 cm) e segurar esferas representando as estrelas de uma maneira tal que alguém, que esteja na outra extremidade da quadra, veja o desenho da constelação tal qual o vemos da Terra. Será fácil verificar que, dependendo da posição do observador (da lateral da quadra, por exemplo), teremos desenhos completamente diferentes, que os alunos podem tentar reproduzir.

### Duas dicas importantes

- ▶ O número de aulas desta sequência depende da possibilidade de observação noturna na escola. Caso não seja possível realizar esta observação em horário de aula, você pode pedir atividades para casa ou marcar uma noite de observação com os alunos.
- ▶ Um assunto que pode surgir, em se tratando de constelações, é a Astrologia. É importante estar preparado para diferenciar claramente Astrologia e Astronomia, sobretudo quanto ao caráter científico desta última. Uma boa leitura é *O mundo assombrado pelos demônios*, de Carl Sagan, editado pela Companhia das Letras.

Com estas atividades, encerramos um ciclo conceitual. Na próxima Situação de Aprendizagem, iniciaremos o trabalho com as noções de massa, peso e gravidade. Se possível, procure dados e materiais históricos sobre a gravidade como complemento para as aulas que se seguem.



## GRADE DE AVALIAÇÃO

Situação de Aprendizagem	Indicadores de Aprendizagem
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar termos, fenômenos e situações relacionados ao estudo da Astronomia e da ciência espacial.</li> <li>- Interpretar texto ficcional e estabelecer relação entre seu conteúdo e a realidade física cientificamente interpretada.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar, em produtos de mídia, referência a estruturas, fenômenos e situações relacionados aos corpos celestes e sua configuração espacial, de acordo com o conhecimento científico atual.</li> <li>- Representar estruturas e corpos celestes de diferentes maneiras e comparar as formas de representação em relação aos aspectos cientificamente aceitos dos objetos representados.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabelecer relações de proporcionalidade entre as dimensões do planeta Terra e relações métricas de objetos do cotidiano.</li> <li>- Descrever e interpretar o movimento orbital da Lua ao redor de nosso planeta.</li> <li>- Descrever quantitativamente e em escala as relações métricas relacionadas às dimensões da Terra e da Lua e do movimento orbital da Lua ao redor da Terra.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterizar o Sistema Solar em relação às propriedades físicas e mecânicas dos planetas.</li> <li>- Distinguir as categorias de corpos celestes que orbitam o Sol, em função de suas propriedades físicas.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabelecer uma relação entre as dimensões espaciais no contexto do Sistema Solar e os intervalos de tempo que a luz leva de um corpo a outro.</li> <li>- Compreender o conceito de ano-luz como uma unidade de distância baseada na velocidade da luz.</li> <li>- Compreender as diferenças de ordem de grandeza envolvidas nas distâncias interplanetárias em comparação com as distâncias interestelares.</li> <li>- Entender o conceito de constelação como uma técnica de localização de corpos na esfera celeste e não como um vínculo físico entre diferentes estrelas.</li> </ul>



## TEMA 2 – INTERAÇÃO GRAVITACIONAL

A interação gravitacional é algo que literalmente nos envolve, desde o momento em que nascemos. Apesar de sua onipresença na nossa vida, ou até por causa dela, a gravidade é algo cujo significado é difícil de captarmos. Este tema é estudado desde a Antiguidade grega, passando por Galileu, Newton, Einstein, em um debate que se estende até os dias de hoje.

A relevância e a atualidade do tema mais do que justifica sua inclusão no currículo de Física, com a ênfase para as questões conceituais, ao lado das abordagens matemáticas.

Em um trabalho que inicia sua conceituação neste 3º bimestre da 1ª série, o estudo da

gravitação apresenta ideias e relações que permearão diversas discussões daqui por diante. A ênfase, na presente proposta, é articular a formulação da ideia de campo gravitacional com a análise qualitativa e quantitativa de fenômenos em diversas situações.

Seguindo a linha deste Caderno, procuramos apresentar situações que não se restringissem à superfície da Terra, buscando inserir a interação gravitacional sob uma perspectiva mais ampla.

O recurso à imaginação e à capacidade de previsão dos estudantes é enfatizado nas atividades propostas na Situação de Aprendizagem.

### SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 AS ÁVENTURAS DE SELENE

O objetivo central desta Situação de Aprendizagem é abordar as noções de campo gravitacional, massa e peso. Além disso, por intermédio da pesquisa sugerida para a produção do texto, pretende-se abordar, ainda que de forma superficial, alguns aspectos da cosmogonia<sup>3</sup> greco-romana.

Neste ponto, uma interação com o professor de História também pode ser de grande auxílio. Outro objetivo desta Situação de Aprendizagem é levar os alunos à formalização destes conceitos por meio da prática de resolução de exercícios que envolvem fenômenos físicos ligados à gravidade.

<sup>3</sup> Sistema que tem por objetivo explicar a formação do Universo.



**Tempo previsto:** 4 aulas.

**Conteúdos e temas:** a noção de gravidade como resultado de um campo gravitacional; relação entre campo gravitacional e força; massa e peso; condições da superfície lunar; possibilidades de exploração da Lua; modelos de Universo na mitologia greco-romana.

**Competências e habilidades:** interpretar textos envolvendo termos e ideias científicos; pesquisar informações históricas; descrever situações e fenômenos físicos a partir de condições dadas; refletir sobre relações entre ambiente físico e práticas sociais; elaborar texto, na forma de ficção, que aborde fenômenos físicos de acordo com leis dadas; interpretar e aplicar expressões matemáticas que descrevem fenômenos físicos; utilizar funções de calculadoras eletrônicas.

**Estratégias:** leituras; discussões em sala; narrações; debates.

**Recursos:** texto *As aventuras de Selene*; calculadoras científicas (uma por grupo de alunos) ou, alternativamente, o uso do computador na sala de informática.

**Avaliação:** avaliar a continuidade da história produzida pelos alunos, levando em conta os aspectos físicos da suposta vida na superfície lunar.

## Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Com o objetivo principal de introduzir os conceitos de campo gravitacional, massa e peso, propomos que os alunos criem a continuação de uma história de ficção que se desenvolve na Lua. A intenção é que, nas situações e descrições, pesquisadas e criadas pelos alunos para a elaboração do texto, forme-se um ambiente propício para a aprendizagem destes conceitos.

Para que seja possível a formalização dos conceitos, esta Situação de Aprendizagem propõe também a resolução de exercícios numéricos que envolvem os conceitos de campo gravitacional, massa e peso.

A ideia é que o enfoque não esteja na definição nem na memorização das fórmulas, mas em uma análise que demonstre a relação quantitativa entre os conceitos. Esta parte do

trabalho irá ainda fundamentar a continuação da história criada pelos alunos.

### Encaminhando a ação

#### 1. Lendo e imaginando

Oriente a leitura coletiva do texto a seguir. A ideia é que os alunos, trabalhando em grupos, produzam uma continuidade para a história. Porém, ao longo deste processo, espera-se que eles imaginem como seria a vida na Lua, quais as condições para que esta vida fosse viável e, sobretudo, percebam que fenômenos diferentes poderiam ser observados a partir desta condição.

Assim, antes mesmo de apresentar conceitos de gravidade ou campo, estimule a imaginação dos estudantes a partir da leitura do texto, pe-



dindo-lhes para imaginar que coisas são possíveis de ocorrer, que novos fenômenos eles imaginam, quais as dificuldades e assim por diante. O estímulo pode se dar a partir de atividades coti-

dianas, como fazer compras, jogar bola, subir e descer escadas, fazer comida etc. Na exposição dos alunos, surgirão muitas das concepções que eles possuem a respeito do ambiente lunar.

### As aventuras de Selene

Luís Paulo Piassi

Selene adorava andar de bicicleta, mas estava ficando cansada desta 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, estas 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 no interior dos domos, era possível levar uma vida bastante normal: possuir bichos de estimação, plantar vegetais e até pegar uma piscina. A bicicleta, o esqueite e o 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 miniasas-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*.

Enquanto os alunos estiverem fazendo a continuação da história, percorra os grupos e discuta algumas das ideias que eles estão

produzindo. Avalie as histórias e, caso julgue necessário, faça intervenções, sugerindo e comentando alguns aspectos ou esclarecendo



certas dúvidas. Entre as possíveis situações a serem discutidas nesse momento estão:

1. Na Lua há gravidade, mas ela possui uma intensidade equivalente a aproximadamente  $\frac{1}{6}$  da gravidade terrestre. Portanto, as coisas “não flutuam” na Lua, mas a gravidade menor permite realizar tarefas impossíveis de ser realizadas na Terra.
2. O peso dos objetos na Lua é  $\frac{1}{6}$  do peso deles na Terra. Use a regra de três para mostrar que poderíamos carregar com facilidade objetos de massa seis vezes maior do que estamos habituados na Terra.
3. Usando a conservação de energia mecânica, com  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$  na fórmula  $E_p = m \cdot g \cdot h$ , mostre que um salto na Lua, ou um objeto lançado para cima, poderá atingir uma altura seis vezes maior. Ou seja, pulos de mais de 1 m de altura e mais de 5 m 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? A área de uma asa-delta com boa sustentação poderia ser seis vezes menor... São muitas as situações interessantes.*
4. Usando as mesmas equações, podemos concluir que a queda dos objetos é diferente na Lua. Saltar ou cair de uma altura de 6 m na Lua equivale a fazer o mesmo de uma altura de 1 m na Terra. Quedas comuns ao caminhar não têm o mesmo efeito que teriam em nosso planeta.
5. Construções que na Terra têm sérios limites, podem ser mais ousadas na Lua: prédios, pontes e mesmo o mobiliário, por exemplo, podem possuir estrutura menos robusta. O mesmo vale para empilhamen-

to de objetos (por exemplo, colocação de livros em estantes).

6. Por outro lado, a inércia dos objetos se mantém: um objeto jogado de uma pessoa para outra provoca impacto similar ao verificado na Terra. Como erguer objetos pesados se torna mais fácil e seu alcance no lançamento é maior, isso pode produzir problemas. Também é problemática a manutenção de uma atmosfera no interior dos domos e a necessidade do traje de astronauta para sair dos domos.
7. O aluno não pode ficar com a impressão de que cair na Lua é sempre uma experiência suave. Dependendo da altura da queda, a velocidade atingida pode ser alta.
8. Também se deve esclarecer que a gravidade não é produzida pela presença de atmosfera ou do ar. Ao contrário, a Lua não retém atmosfera por causa de sua baixa gravidade.

Com estes estímulos, os alunos podem pensar em mais detalhes de como pode ser o ambiente dentro dos domos lunares. Como em relação às atividades cotidianas, que tipos novos de objetos e artefatos podem ser imaginados. Isso tudo deve constituir um debate em sala de aula, com as suas anotações na lousa e comentários a respeito de possíveis sugestões dos alunos.

No final desta aula, informe-os de que os nomes das personagens da narrativa (Selene, Diana e Demétrio) não foram escolhidos ao acaso e sugira-lhes que descubram por que tais nomes foram escolhidos. A proposta é que os alunos, ao criarem novas personagens, façam também sua pesquisa antes de lhes atribuir um nome. Esta pesquisa irá levá-los à mitologia greco-romana da Antiguidade. Esta é uma excelente oportunidade para que eles pesquisem também qual era o modelo de Uni-



verso na cultura greco-romana e qual o papel desempenhado pelos deuses neste modelo.

## 2. Formalizando conceitos

A proposta para a segunda aula desta sequência é a formalização dos conceitos de peso, massa e campo gravitacional. Como texto de apoio para esta parte conceitual, sugerimos a Leitura 13 das *Leituras de Física* do Gref (Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2009).

Nesta aula deve ser enfocada a ideia de que o peso pode ser interpretado como uma força, do ponto de vista da física newtoniana. Pode-se dar ênfase às unidades de medida empregadas para determinar pesos e massas. Aborde também a questão da diferença entre peso e massa, cuja discussão pode ser encontrada em diversos livros didáticos. Sugerimos que você selecione ou elabore exercícios numéricos, envolvendo ambientes com diferentes intensidades de campo gravitacional.

A partir desta formalização, os alunos podem pensar melhor em como continuar a história de Selene.

Mais uma observação: ao preparar exercícios para os alunos, é bom evitar usar dados disponíveis em diversas tabelas a respeito dos valores de  $g$  na superfície de Júpiter e outros planetas gasosos, porque, afinal de contas, não é possível uma situação em que a pessoa estivesse na “superfície” gasosa do planeta, pois o que temos ali são os limites visíveis de uma espessa atmosfera. Usar tais dados em exercícios sem explicitar este fato causa a impressão errada de que nestes planetas é possível pisar na “superfície”. Também não é confirmada (nem prevista) a existência de planetas rochosos de dimensões compatíveis com Júpiter. Em nosso Sistema Solar, até onde sabemos, a Terra é o local de maior gravidade em que poderíamos pisar.

## 3. Compartilhando a pesquisa

Após solicitar aos alunos que pesquisem os nomes das personagens e a cosmogonia da Antiguidade greco-romana, destine uma aula para que os estudantes apresentem os resultados de seu trabalho. Uma possível fonte de pesquisa é o livro *O Universo: teorias sobre sua origem e evolução*, de Roberto de Andrade Martins, editado pela Editora Moderna.

## 4. Finalizando a história

Uma aula pode também ser destinada para que os alunos, em grupo, finalizem ou apresentem sua continuidade para a história de Selene, de acordo com a dinâmica estabelecida por você. O resultado deste trabalho pode ser colocado no *blog* ou na pasta, junto com os trabalhos que foram elaborados com os alunos na Situação de Aprendizagem 2.

Nesta Situação de Aprendizagem, serão necessárias no mínimo duas aulas, que correspondem às duas primeiras etapas. As duas etapas seguintes podem ser agrupadas em uma única aula, ou mesmo solicitadas como atividades para casa, com a entrega de um trabalho único em grupo, envolvendo a pesquisa e a continuidade da história.

Nesta parte entra uma discussão interessante com relação à leitura do livro *O guia do mochileiro das galáxias*. Uma breve reflexão a respeito da colonização humana na Lua, realizada nestas aulas, mostra como surgem, em função do ambiente físico, mudanças relevantes nas práticas sociais e na forma como os sujeitos percebem o mundo ao seu redor, incluindo aí valores sociais.

No entanto, a leitura do livro parece caminhar em outra direção. As diferenças ambientais e, muito mais, as culturais, deveriam ser, com muito mais razão, absolutamente



grandes entre nós e eventuais seres alienígenas como Ford Prefect e Zaphod Bebblerox. Seria muito interessante, nesta etapa do trabalho, o estímulo deste tipo de reflexão com os alunos. Evidentemente, trata-se de um livro de humor, mas, mesmo assim, é preciso ter clareza para saber que mesmo nos livros “sérios” de ficção científica ou de fantasia os “seres alienígenas” são, na verdade, representações humanas.

## 5. Exercitando

Ao menos uma aula com exercícios envolvendo cálculos é necessária nesta etapa. Dos fenômenos discutidos nesta Situação de Aprendizagem, alguns podem ser analisados a partir de expressões matemáticas encontradas na maioria dos livros didáticos ou *sites* sobre os seguintes temas: movimentos simultâneos, lançamento horizontal e lançamento oblíquo. Sugerimos que se realize o trabalho com as seguintes expressões:

Descrição*	Fórmula	Exemplo
Tempo de queda de um corpo abandonado do repouso a partir de certa altura.	$t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	Alguém deixa cair uma caneta da carteira: quanto tempo ela leva para chegar ao chão?
Altura máxima atingida por um corpo lançado para cima na vertical, com certa velocidade inicial.	$h_{\text{máx}} = \frac{v_0^2}{2g}$	Uma pessoa lança um objeto para outra, que está em um local mais alto, como uma sacada.
Velocidade final que um corpo atinge ao tocar o solo, quando abandonado em repouso de certa altura.	$v_{\text{final}} = \sqrt{2gh}$	Você deixa seu celular cair no chão. Com que velocidade ele chega ao solo?
Distância horizontal percorrida por um objeto lançado horizontalmente, antes de atingir o solo.	$D = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot v_0$	Uma bolinha de gude em movimento cai pela borda de uma mesa: onde ela vai cair?
Alcance horizontal de um corpo lançado de forma oblíqua em relação ao solo.	$A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$	Um estudante lança sua borracha para um colega no outro lado da sala.

\* Estas expressões consideram desprezível a resistência do ar, válidas de forma aproximada em muitas situações.

Em primeiro lugar, é fundamental ressaltar: o objetivo aqui não é fazer os alunos memorizarem fórmulas, nem mesmo treiná-los na resolução de exercícios envolvendo estas expressões. O que se deseja é trabalhar com algumas competências importantes, como a interpretação

e a aplicação de fórmulas em situações físicas. Por isso, a ênfase deveria ser dada justamente à interpretação de cada expressão.

Na primeira fórmula, por exemplo, podemos iniciar com a discussão: *Vocês acham*



que o tempo de queda de um objeto depende de quais fatores? Da altura, da massa, da gravidade? E como é esta dependência? Neste momento, pode-se comentar um pouco a famosa discussão de Galileu a respeito da queda dos corpos. Um vídeo muito interessante a ser exi-

bido no computador (ou sugerido para que os alunos vejam) mostra o astronauta Dave Scott, na missão Apolo 15, na Lua, realizando uma demonstração de queda livre com uma pena e um martelo. 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 cavalheiro 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.

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

*Apollo Lunar Surface Journal. The hammer and the feather. Transcrição de Eric M. Jones, 1996. Tradução de Luis Paulo Piassi. Disponível em: <<http://www.hq.nasa.gov/alsj>>. Acesso em: 12 maio 2009.*

A discussão deve ser encaminhada para mostrar aos alunos como os fatores influem nos resultados das expressões matemáticas. Na primeira fórmula, o fator  $h$  (altura) está no numerador, indicando que, quanto maior a altura, maior o tempo de queda. O contrário ocorre com o campo gravitacional ( $g$ ), que está no denominador: quanto mais intensa a gravidade, menor o tempo de queda. Observe também que aqui tratamos  $g$  como intensidade do campo gravitacional e não simplesmente como aceleração da gravidade, porque queremos que o aluno associe  $g$  a uma propriedade do local (planeta, Lua) onde se está.

Não é preciso trabalhar com todas as cinco expressões matemáticas apresentadas acima, se julgar que isso não está de acordo com o tempo disponível ou o preparo prévio da média dos alunos. Em todos os casos, é interessante procurar fazer o cálculo com dados cotidianos. Na terceira fórmula, por exemplo, se uma pessoa deixa o celular cair, a altura poderia ser algo em torno de 1,25 m. Fazendo os cálculos com  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , teríamos:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,25} = \sqrt{25} = 5 \text{ m/s}$$

Na Lua, onde  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$ , a velocidade final



seria de apenas 2 m/s. Para atingir 5 m/s, um objeto deveria cair de uma altura de quase 8 m.

Quanto à última expressão, que utiliza uma função trigonométrica que pode se mostrar bastante difícil para os alunos que desconhecem estes conteúdos, uma boa ideia talvez seja apenas dizer que se trata de uma forma matemática de calcular inclinações e usar a calculadora ou uma tabela. Incluímos esta fórmula porque ela embute uma discussão interessante sobre as trajetórias no lançamento oblíquo.

Se não quiser propor cálculos para os alunos com a fórmula, vale a pena comentar ao menos a trajetória parabólica e mostrar alguns resultados interessantes, como o alcance máximo de  $45^\circ$  e as diferenças que seriam observadas entre a Terra e a Lua. O chute de um goleiro de futebol em um tiro de meta, por exemplo, atingiria uma distância mais de seis vezes maior do que na Terra, pois o alcance é inversamente proporcional à intensidade do campo gravitacional. Isto certamente exigiria que os campos de futebol lunares tivessem outras dimensões ou as bolas tivessem outras especificações.

Há filmes interessantes de ficção científica que podem auxiliá-lo e a seus alunos na aproximação deste tema. É o caso do famoso filme de ficção científica: *2001: uma odisseia no espaço*. Em 2008, a obra completou 40 anos e edições comemorativas têm sido lançadas em DVD, o que facilita o acesso ao material. As informações sobre este filme são abundantes na internet e em livros e revistas. Uma edição especial da revista *Scientific American Brasil*

foi dedicada a Arthur Clarke, o autor de ficção científica que escreveu o roteiro do filme. A revista *Superinteressante* (coleção Cinemão Volume 7) também publicou um livro denominado *O superlivro dos filmes de ficção científica*, que inclui informações sobre o filme. Um livro muito interessante, porém esgotado, foi escrito pelo próprio Arthur Clarke e conta a história da produção do filme. Seu título é *Mundos perdidos de 2001*. Biografias de Stanley Kubrick, o diretor, e do próprio Clarke são amplamente disponíveis na internet. Além disso, não deixa de ser muito interessante a leitura do livro *2001: odisseia espacial*, de Arthur Clarke, a obra de ficção que foi produzida simultaneamente com o filme, a partir do roteiro. No entanto, deve-se estar ciente de que há algumas diferenças pequenas, mas fundamentais, no enredo das duas obras.

Para os mais entusiasmados, sugerimos também a leitura da série de livros que se inicia com *2010: uma odisseia no espaço II*, indo até *3001: a odisseia final*, passando por *2061: uma odisseia no espaço III*, todos de Arthur Clarke, que dão continuidade à história do filme (e não do livro) e abordam muitos conceitos interessantes de astronomia, física espacial e astronáutica. O segundo livro da série, *2010: uma odisseia no espaço II*, foi adquirido há alguns anos pelo Governo do Estado de São Paulo para as bibliotecas das escolas públicas e pode, portanto, ser encontrado em algumas delas. Há também uma versão cinematográfica desta obra, denominada *2010: o ano em que faremos contato*, filmada por outro diretor e com características bem distintas da abordagem dada em *2001: uma odisseia no espaço*.



## GRADE DE AVALIAÇÃO

Situação de Aprendizagem	Indicadores de Aprendizagem
6	<p>Com relação ao produto solicitado (produção de uma história), avaliar a habilidade do aluno em:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– compreender o fenômeno da queda dos corpos como resultante de uma interação gravitacional;</li><li>– identificar fenômenos e situações cujas características são influenciadas pela intensidade da interação gravitacional;</li><li>– estabelecer relações quantitativas entre a intensidade do campo gravitacional e os resultados de fenômenos mecânicos ocorridos nas proximidades da superfície de um corpo celeste.</li></ul>

## PROPOSTA DE SITUAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

### Tema 1 – Universo: elementos que o compõem

Nesta sequência de Situações de Aprendizagem, alguns aspectos fundamentais foram abordados:

- ▶ O conhecimento dos corpos que compõem o Universo.
- ▶ As atividades de leitura.
- ▶ Os cálculos de proporções e as conclusões que podem ser tiradas a partir deles.

A estratégia de recuperação deve seguir linhas distintas em cada um dos três aspectos.

No primeiro, temos uma lacuna de informação que pode ser suprida por meio de pesquisa em materiais escritos ou na internet. Sugerimos, neste caso, que solicite a pesquisa aos alunos e, com ela pronta, façam um seminário ou escrevam um texto sobre os principais tipos de corpos e estruturas do Universo: as estrelas, os planetas, os satélites e as galáxias. Utilize as diversas indicações bibliográficas que foram feitas ao longo das Situações de Aprendizagem.

A atividade de leitura, por outro lado, só pode ser suprida pela própria leitura. Verifique quais foram os obstáculos envolvidos no processo com os alunos nos quais se evidenciam estas lacunas: dificuldades na obtenção do texto, falta de tempo para leitura, deficiências de interpretação. Vale a pena, em qualquer caso, trabalhar a leitura em classe, com acompanhamento e discussão orientados por você, pelo menos de algumas partes do livro solicitado.

A questão dos cálculos, por sua vez, pode envolver obstáculos quanto ao raciocínio proporcional e às operações matemáticas. Cabe, neste caso, partir de exemplos menos elaborados, envolvendo situações comuns de proporção, para depois abordar pelo menos alguns dos exemplos que foram mencionados ao longo deste Caderno. Entre os exercícios sugeridos no final, há alguns que envolvem cálculos de proporção mais acessíveis, que podem ser usados para este trabalho de recuperação.

### Tema 2 – Interação gravitacional

Esta parte envolve a atividade de escrita, a imaginação de situações com gravidade diferente da Terra e alguns cálculos envolvendo a queda dos corpos. Identifique onde os problemas são maiores. A atividade de escrita pode ser facilmente incentivada, mesmo que alguns alunos ainda tenham dificuldade na expressão escrita. Se o estudante não se vê capaz de continuar a história proposta, peça que ele construa sua própria história a partir do zero, individualmente ou em grupos de alunos que tenham tido dificuldades similares. A questão de imaginar situações em gravidade diferente pode ser abordada oralmente em pequenos grupos de alunos, com a sua presença, que pode lançar questões baseadas nos itens que destacamos a respeito do ambiente lunar.

A parte que envolve cálculos pode ser trabalhada novamente a partir de exercícios simples. Sugerimos que utilize exercícios mais comuns (e simples) de queda livre e que os faça usando a gravidade da Terra e a da Lua, verificando as diferenças nos resultados. A partir daí, alguns exercícios similares podem ser propostos aos estudantes.



## PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

### Tema 1 – Universo: elementos que o compõem

Para a resolução das questões a seguir, utilize os dados das tabelas fornecidas no Caderno:

1. Situado no planeta Marte, o Monte Olympus é a montanha mais alta do Sistema Solar, com 24 km entre a base e o pico. Se Marte fosse do tamanho de uma bola de pingue-pongue oficial (38 mm de diâmetro), o tamanho aproximado da protuberância do Monte Olympus seria:

a) 0,0013 mm

b) 0,013 mm

c) 0,13 mm

d) 1,3 mm

e) 13 mm

Neste caso, basta fazer uma regra de três:

$$38 \text{ mm} \quad 6786 \text{ km (Marte)}$$

$$X \quad 24 \text{ km (Monte Olympus)}$$

Resultado:  $x = 0,134 \text{ mm}$  (alternativa **b**)

Vale a pena comentar que, proporcionalmente, é uma protuberância bem mais perceptível do que as calculadas para a Terra na Situação de Aprendizagem 1.

2. Imagine que a Lua tivesse o tamanho de um limão. Neste caso, que frutas poderiam representar os planetas Mercúrio e Terra e os planetas anões Ceres e Plutão, nesta ordem?

a) Melancia, jaca, melão e goiaba

b) Ameixa, jabuticaba, laranja e uva

c) Maçã, coco, uva-passa e jabuticaba

d) Coco, goiaba, laranja e maçã

e) Laranja, melancia, ameixa e uva

*Aqui, diversas regras de três são necessárias, mas o aluno pode raciocinar comparando as respostas e a tabela de dimensões de planetas e planetas anões. Considerando um limão de 50 mm de diâmetro, para a Terra, o cálculo seria:*

$$50 \text{ mm} \quad 3476 \text{ km (Lua)}$$

$$x \quad 12756 \text{ km (Terra)}$$

Resultado:  $x \cong 183 \text{ mm}$

*Observe que este valor só é razoável para um coco, uma melancia ou um melão, o que deixa apenas as alternativas C e E como opção. Continuando as regras de três para os demais corpos, teríamos Mercúrio com 70 mm, Ceres com 7 mm e Plutão com 33 mm. Isto elimina a alternativa E, pois uma ameixa com apenas 7 mm de diâmetro seria algo muito incomum.*

3. A maior velocidade atingida até hoje por uma espaçonave tripulada foi de 40000 km/h, pela Apollo 11, que levou os primeiros astronautas à Lua. Imagine que fosse possível construir um veículo dez vezes mais rápido que caminhasse em linha reta em velocidade constante. Quanto tempo este veículo levaria para ir do Sol até Plutão? E do Sol até Alfa do Centauro?

*Este cálculo pode ser feito pela relação  $d = v \cdot \Delta t$ .*

Para Plutão, temos  $d = 5,9 \cdot 10^9$  km (dado da tabela).

Para Alfa do Centauro, que está a 4,4 anos-luz, devemos levar em conta que

1 ano-luz vale  $9,46 \cdot 10^{12}$  km, o que dá  $d = 4,4 \cdot 9,46 \cdot 10^{12} = 41,62 \cdot 10^{12}$  km.

Em ambos os casos, temos  $v = 400\,000$  km/h.

Para Plutão, teremos

$\Delta t = d / v = 14\,750$  horas, ou aproximadamente 1 ano e 250 dias.

Para Alfa do Centauro,  $\Delta t = 1,04 \cdot 10^8$  horas, ou aproximadamente 11 879 anos.

É interessante comentar esta brutal diferença com os alunos.

4. Se tivéssemos de nos comunicar com alguém em Vênus através de sinais de rádio (como em um telefone celular ou pela internet), para percorrer a distância entre os dois planetas quando eles estivessem à menor distância possível entre si, a mensagem levaria (para simplificar, suponha que a órbita dos planetas em torno do Sol é uma circunferência):

- a) 138 segundos  
b) 138 minutos  
c) 138 horas  
d) 138 dias  
e) 138 anos

Considerando na tabela as distâncias entre Vênus e o Sol e entre a Terra e o Sol, se fizermos a subtração dos dois valores teremos a distância mínima possível entre os dois planetas. Este cálculo seria

$$d = 1,49 \cdot 10^{11} \text{ m} - 1,08 \cdot 10^{11} \text{ m} = 0,414 \cdot 10^{11} \text{ m}.$$

Usando a relação  $d = v \cdot \Delta t$ , com  $v$  igual a velocidade da luz  $3 \cdot 10^8$  m/s, teremos:

$$\Delta t = 0,414 \cdot 10^{11} / 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 138 \text{ segundos (alternativa a)}.$$

5. Um ano terrestre dura aproximadamente 8766 horas, pois o período orbital da Terra é de 365 dias e 6 horas. Quantas horas duram os anos dos planetas Vênus e Marte?

Neste exercício, basta consultar a tabela e fazer um cálculo simples.

Vênus: período = 224,7 dias =  $224,7 \cdot 24$  horas = 5392,8 horas.

Marte: período = 1,88 ano =  $1,88 \cdot 8766$  horas = 16480 horas.

6. Enem 2001 - Seu Olhar (Gilberto Gil, 1984)

[...]  
Na eternidade  
Eu quisera ter  
Tantos anos-luz  
Quantos fosse precisar  
Pra cruzar o túnel  
Do tempo do seu olhar

© Gege Edições Musicais Ltda

Gilberto Gil usa na letra da música a palavra composta “anos-luz”. O sentido prático, em geral, não é obrigatoriamente o mesmo da ciência. Na Física, um ano-luz é uma medida que relaciona a velocidade da luz e o tempo de um ano e que, portanto, se refere a:

- a) tempo  
b) aceleração  
c) distância



- d) velocidade
- e) luminosidade

## Tema 2 – Interação gravitacional

1. No planeta fictício Vogon, a intensidade do campo gravitacional é de  $20 \text{ m/s}^2$ . Quanto tempo uma arma desintegradora levaria para cair do cinturão de um soldado Vogon, a partir de  $1 \text{ m}$  de altura? Compare esse valor com os valores na Terra e na Lua.

$$t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{20}} = \sqrt{0,1} \cong 0,31 \text{ s}$$

Com os dados fornecidos para o planeta Vogon,

temos: para a Terra,  $g=10 \text{ m/s}^2$ ,

e o resultado é  $t_{\text{queda}} \cong 0,45 \text{ s}$ ,

e para a Lua, com  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$ ,

o resultado é  $t_{\text{queda}} \cong 1,12 \text{ s}$ .

2. Na espaçonave Coração de Ouro, há um campo gravitacional artificial (fictício, pois, até onde se sabe, não é possível criar campos gravitacionais artificiais) de valor igual à metade do campo terrestre. Qual seria a velocidade atingida por uma xícara de chá que caísse de uma mesa de  $80 \text{ cm}$  de altura? Compare este valor com os valores na Terra e na Lua. (Não se esqueça de transformar as unidades de medida.)

Neste caso,  $h = 0,8 \text{ m}$  e  $g = 5 \text{ m/s}^2$ ,  
 velocidade da xícara na nave:  $v \cong 2,82 \text{ m/s}$ .  
 logo, na Terra, teríamos  $v = 4 \text{ m/s}$ ,  
 enquanto na Lua,  $v = 1,6 \text{ m/s}$ .

3. Aqui na Terra, jogar algo leve, como o livro *Guia do mochileiro das galáxias*, para

alguém no andar de cima ou no telhado é uma tarefa relativamente simples. Jogar objetos para cima na Lua seria:

- a) Impossível, em razão da ausência de gravidade.
- b) Um pouco mais difícil, pois o peso seria seis vezes menor, mas a massa seria seis vezes maior.
- c) Igualmente fácil, pois a massa não se altera, havendo apenas uma redução de  $1/6$  no peso.
- d) Um pouco mais fácil, porque o objeto seria aparentemente  $6\%$  mais leve.
- e) Muito mais fácil, pois mesmo lançado com a mesma velocidade, atingiria uma altura seis vezes maior.

*Aqui vale a pena discutir a diferença entre massa e peso e salientar que o peso, ou seja, a força gravitacional na Lua, seria menor. A resposta correta é a alternativa e, compatível com a expressão matemática para a altura máxima ( $h_{\text{máx}}$ ), inversamente proporcional à intensidade do campo gravitacional.*

4. Imagine um dos esportes presentes nos Jogos Olímpicos. Como você imagina que este esporte se alteraria se fosse praticado em um ambiente de gravidade menor, como a Lua?

*Aqui cabem várias respostas, todas elas associadas à menor intensidade da força gravitacional. No basquete, por exemplo, os lançamentos atingiriam distâncias maiores. Os saltos em altura seriam mais altos, o lançamento de dardos teria um alcance seis vezes maior, e assim por diante.*

5. Muitas tarefas ingratas do nosso cotidiano seriam menos difíceis se vivêssemos em um local com uma gravidade menor, como a

Lua. Das alternativas a seguir, qual é a única atividade que ficaria praticamente tão difícil como aqui na Terra?

- a) Passar oito horas trabalhando em pé.
- b) Carregar uma mochila cheia de livros.
- c) Subir uma rua íngreme antes de chegar em casa.
- d) Empurrar um carrinho cheio de compras no mercado.

- e) Pular o muro de casa porque se esqueceu de levar a chave.

*Das indicadas, a única tarefa que não depende do peso, mas sim da massa, é empurrar o carrinho de compras (alternativa d). Todas as outras seriam diretamente beneficiadas com a redução do peso e, de certa forma, mesmo o carrinho de compras seria empurrado com um pouco mais de facilidade naquilo que o atrito possa depender do peso.*



## RECURSOS PARA AMPLIAR A PERSPECTIVA DO PROFESSOR E DO ALUNO PARA A COMPREENSÃO DO TEMA

### Livros que poderiam ser alternativas ao *Guia do mochileiro das galáxias*:

ASIMOV, Isaac. *Civilizações extraterrenas*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1980.

Sinopse: Neste livro, Asimov discute de forma didática as possibilidades de existência de civilizações em outros lugares do Universo além da Terra.

Destaques didáticos: Levanta com detalhes diversos aspectos da Astronomia, desde o Sistema solar, planetas, estrelas e meio interestelar. Possui grande potencial interdisciplinar com Biologia e Química.

Temas abordáveis: Aspectos do Sistema Solar, evolução estelar, formação do Sistema Solar, exobiologia, aspectos de geociências, viagens espaciais.

Desvantagens: É um livro mais caro e mais extenso.

Preço médio: R\$39,00. Número de páginas: 311.

ASIMOV, Isaac. *O robô de Júpiter*. São Paulo: Hemus, s. d.

Sinopse: Lucky Starr, um misto de detetive e agente policial do espaço, tenta resolver um mistério de sabotagem em Júpiter.

Destaques didáticos: Obra produzida com finalidades didáticas, visando aos jovens leitores, prende a leitura pela aventura e pelo mistério. Apresenta muitos conceitos de Astronomia do Sistema Solar. Faz parte de uma série de aventuras composta por mais quatro livros.

Temas abordáveis: Aspectos do Sistema Solar, conceitos sobre gravidade, planetas, viagens espaciais.

Desvantagens: Embora ainda seja publicado, é um livro difícil de ser encontrado. Porém, é relativamente comum e barato em lojas de livros usados.

Preço médio: R\$ 35,00. Número de páginas: 142.

CALIFE, Jorge Luiz. *Como os astronautas vão ao banheiro? E outras questões perdidas no espaço*. Rio de Janeiro: Record, 2003.

Sinopse: Livro de não ficção, discute a exploração espacial.

Destaques didáticos: Trata de diversas questões sobre a história da exploração espacial e os principais temas atuais a respeito desse assunto. Como livro de curiosidades, tem boas chances de ser apreciado pelos alunos.

Temas abordáveis: Aspectos do Sistema Solar, astronáutica, exobiologia, gravitação, exploração espacial, metodologia científica.

Desvantagens: É um pouco mais caro e mais extenso que *O guia dos mochileiros das galáxias*.

Preço médio: R\$ 31,00. Número de páginas: 251.

CLARKE, Arthur. *Encontro com Rama*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1976.

Sinopse: Um imenso artefato desconhecido aproxima-se do Sistema Solar e uma missão espacial é realizada para estudá-lo.



Destaques didáticos: Arthur Clarke descreve com cuidado e precisão diversos fenômenos físicos, envolvendo não apenas Astronomia, mas conceitos mecânicos que serão desenvolvidos neste bimestre e no seguinte. O livro possui continuações, o que também é interessante, pois induz o aluno a continuar lendo.

Temas abordáveis: Astronomia do Sistema Solar, exploração espacial, métodos da Astronomia, órbitas, gravidade, referenciais girantes, metodologia científica, exobiologia.

Desvantagens: Embora ainda seja publicado, é um livro difícil de ser encontrado. Porém, é relativamente comum e barato em lojas de livros usados.

Preço médio: R\$ 23,00. Número de páginas: 188.

CLARKE, Arthur. *2010: uma odisseia no espaço II*. 4.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

SAGAN, Carl. *Contato*. São Paulo, Companhia das Letras, 1997.

SHEFFIELD, Charles. *O Universo dos construtores: Maré de verão* – livro I. Rio de Janeiro: Record, 1993. Vide comentários na Situação de Aprendizagem 1.

Mais alguns livros poderiam ser incluídos nesta lista, como *2010: uma odisseia no espaço II*, de Arthur Clarke, *Contato*, de Carl Sagan, *Maré de verão*, de Charles Sheffield, e *Nêmesis*, de Isaac Asimov, entre outros. Os dois primeiros, embora sejam ainda editados, são mais extensos e caros (acima de 350 páginas e custam R\$ 35,00). Os outros dois não são mais publicados, sendo encontrados em lojas de livros usados. Todos eles possuem aspectos muito interessantes e, embora sejam praticamente inviáveis para uma atividade em que todos os alunos precisem lê-los, são ótimas indicações de leitura

individual e recomendados para o professor que queira aprofundar suas leituras de ficção científica.

### Outras referências e sugestões

ADAMS, Douglas. *O guia do mochileiro das galáxias*. Rio de Janeiro: Sextante, 2004. Obra de ficção que retrata as aventuras de um personagem pela galáxia.

ASIMOV, Isaac. *Antologia 2: 1974-1979*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1992. Seleção de ensaios de Isaac Asimov sobre temas variados de ciências.

HEIDMANN, Jean. *Inteligências extraterrestres*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001. Livro que discute a pesquisa a respeito da possibilidade de existência de civilizações extraterrestres.

MARTINS, Roberto de A. *O Universo: teorias sobre sua origem e evolução*. São Paulo: Moderna, 1994.

MOURÃO, Ronaldo R. F. *Manual do astrônomo*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999. Livro em que o autor dá dicas sobre como observar o céu em caráter amador.

SAGAN, Carl. *O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. Neste livro, Sagan discute a natureza da Ciência em contraposição a pseudociências e crenças místicas.

SALLUM, Erika; LOPES, Juliana. *O superlivro dos filmes de ficção científica*. São Paulo: Abril, 2005. v.1. (Coleção Cinemão). Neste livreto especial lançado pela revista *Superinteressante*, você encontra um breve catálogo ilustrado dos principais filmes de ficção científica.

UNIVERSO. *Série Atlas Visuais*. São Paulo: Ática, 1990. Neste livro é apresentado um panorama dos corpos celestes, iniciando pelo Sistema



Solar e pela descrição das estrelas e das galáxias, além de aspectos da exploração espacial.

### Sites e softwares

AFONSO, Germano Bruno. *Constelações indígenas brasileiras*. Documento eletrônico em formato PDF. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br>>. Acesso em: 4 maio 2009.

Texto sobre algumas das principais constelações dos povos indígenas do Brasil.

CHEVALLEY, Patrick. *Cartas do céu*. Programa de computador, de 2004. Disponível em: <<http://www.stargazing.net/astropcl/download.html>>. Acesso em: 4 maio 2009.

*Software* de mapas celestes que permite ao usuário produzir representações do céu a partir de qualquer data e coordenada geográfica.

*Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF. Leituras de Física: Mecânica*. Documento eletrônico em formato PDF. Disponível em: <[http://www.if.usp.br/profis/leituras\\_mec.html](http://www.if.usp.br/profis/leituras_mec.html)>. Acesso em: 4 maio 2009.

Material didático do Gref voltado para o aluno, constituído de leituras curtas, atividades e exercícios.

*Observatório astronômico*. O *software* é um excelente simulador celeste (tradução do Starry Night norte-americano).

OLIVEIRA FILHO, Kepler S. O.; SARAIVA, Maria F. O. *Astronomia e astrofísica*. Página da internet. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/>>. Acesso em: 4 maio 2009.

Nesta página, os autores apresentam um panorama geral dos conceitos de Astronomia e astrofísica.

SCARANO JR., Sérgio. *O que aconteceu com Plutão?* Documento eletrônico em formato PDF. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br>>. Acesso em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br>

Neste texto, Scarano Jr. dá explicações didáticas sobre a nova classificação dos planetas oficializada pela União Astronômica Internacional.

*Telescópios na Escola*. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>>. Acesso em: 4 mai. 2009.

O programa educacional Telescópios na Escola visa ao ensino em ciências utilizando telescópios robóticos para a obtenção de imagens dos astros em tempo real. Os telescópios são operados através de uma página da *web*, não necessitando de conhecimento prévio em Astronomia. Também há sugestões de atividades pedagógicas para serem realizadas na sala de aula, com níveis diferenciados de complexidade para vários graus de ensino.

### Artigos

*Scientific American Brasil*. Exploradores do futuro, v. 4. Arthur Clarke: Ficção das origens. São Paulo: Duetto, 2005.

Nessa edição especial da revista *Scientific American*, são apresentados aspectos da vida e da obra de Arthur Clarke. A revista faz parte de uma coleção que inclui mais três autores famosos: Isaac Asimov, Júlio Verne e H. G. Wells.

### Filme

*O guia do mochileiro das galáxias*. Diretor: Garth Jennings. Buena Vista, EUA, 2006. 118 min.

Filme baseado no romance homônimo de Douglas Adams.

