



ensino médio

**1ª SÉRIE**

**3º bimestre - 2008**



caderno do  
**PROFESSOR**

# FÍSICA



## GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador  
José Serra

Vice-Governador  
Alberto Goldman

Secretária da Educação  
Maria Helena Guimarães de Castro

Secretária-Adjunta  
Iara Gloria Areias Prado

Chefe de Gabinete  
Fernando Padula

Coordenador de Estudos e Normas  
Pedagógicas  
José Carlos Neves Lopes

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

Coordenadora de Ensino do Interior  
Aparecida Edna de Matos

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  
Luis 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

### APOIO

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas  
Pedagógicas

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da  
Educação

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

Ghisleine Trigo Silveira

### Coordenação de Área para o Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos e dos Cadernos dos Professores

Ciências Humanas e suas Tecnologias:  
Angela Corrêa da Silva e Paulo Miceli

Ciências da Natureza e suas Tecnologias:  
Sônia Salem

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias:  
Alice Vieira

Matemática:  
Nilson José Machado

### Autores

#### Ciências Humanas e suas Tecnologias

Filosofia: Adilton Luís Martins e Paulo Miceli

Geografia: Angela Corrêa da Silva, Jaime Tadeu  
Oliva, Raul Borges Guimarães, Regina Célia Corrêa  
de Araújo e Sérgio Adas

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

#### Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Biologia: Felipe Bandoni de Oliveira, Ghisleine  
Trigo Silveira, Lucilene Aparecida Esperante Limp,  
Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira e  
Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira

Ciências: Cristina Leite, João Carlos Thomaz  
Micheletti Neto, Maira Batistoni e Silva, Maria  
Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo  
Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro,  
Ricardo Rechi Aguiar e Yassuko Hosoume

Física: Ivã Gurgel, Guilherme Brockington, Luís  
Paulo de Carvalho Piassi, Maurício Pietrocola Pinto  
de Oliveira e Yassuko Hosoume

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

#### Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

Arte: Gisa Picosque, Jéssica Mami Makino, Mirian  
Celeste Martins 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, Livia de Araújo  
Donnini Rodrigues e Priscila Mayumi Hayama

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

#### Matemática

Matemática: Carlos Eduardo de Souza Campos  
Granja, José Luiz Pastore Mello, Nilson José  
Machado, Roberto Perides Moisés e Walter Spinelli

#### Caderno do Gestor

Zuleika de Felice Murrie

#### Consulta à rede sobre experiências exitosas

Lourdes Athié e Raquel B. Namó Cury

#### Equipe de Produção

Coordenação Executiva: Beatriz Scavazza

Assessores: Alex Barros, Beatriz Blay, Denise  
Blanes, Eliane Yambanis, Heloisa Amaral Dias de  
Oliveira, Luís Márcio Barbosa, Luiza Christov,  
Paulo Eduardo Mendes e Vanessa Dias Moretti

#### Equipe Editorial

Coordenação Executiva: Angela Sprenger

Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrie

Edição e Produção Editorial: Edições Jogo de  
Amarelinha, Conexão Editorial, Jairo Souza Design  
Gráfico e Ocy Design (projeto gráfico)

#### CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

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

São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.

S239c Caderno do professor: física, ensino médio – 1ª série, 3º bimestre / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Yassuko Hosoume, Ivã Gurgel, Guilherme Brockington, Luís Paulo de Carvalho Piassi. – São Paulo : SEE, 2008.

ISBN 978-85-7849-048-5

1. Física 2. Ensino Médio 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto de. III. Hosoume, Yassuko. IV. Gurgel, Ivã. V. Brockington, Guilherme. VI. Piassi, Luís Paulo de Carvalho. VII. Título.

CDU: 373.5:53

Prezado(a) professor(a),

Iniciamos em 2008 uma nova jornada de trabalho para atender uma das prioridades da área de educação neste governo: o ensino de qualidade.

Sabemos que o alcance desta meta é concretizado essencialmente na sala de aula, pelo professor e seus alunos. Por essa razão, com o intuito de facilitar tal trajetória, este documento foi elaborado por competentes especialistas na área de educação. Com o conteúdo organizado por bimestre, o Caderno do Professor oferece orientação completa para o desenvolvimento das situações de aprendizagem propostas para cada disciplina.

Esperamos que você aproveite e implemente as orientações didático-pedagógicas aqui contidas. Estaremos atentos e prontos para esclarecer dúvidas ou dificuldades, e promover ajustes ou adaptações que aumentem a eficácia deste trabalho.

Aqui está nosso novo desafio. Com determinação e competência, certamente iremos vencê-lo!

Conto com você.

**Maria Helena Guimarães de Castro**

Secretária 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 bimestre</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?	12
Situação de Aprendizagem 3 – Terra é uma bolinha	17
Situação de Aprendizagem 4 – O Sistema Solar	21
Situação de Aprendizagem 5 – Um pulinho em Alfa do Centauro	24
Grade de avaliação dos produtos das Situações de Aprendizagem	29
Proposta de Situações de Recuperação	30
<b>Tema 2 – Interação gravitacional</b>	<b>31</b>
Situação de Aprendizagem 6 – As aventuras de Selene	31
Grade de avaliação dos produtos das Situações de Aprendizagem	37
Proposta de Situações de Recuperação	37
<b>Grade de avaliação</b>	<b>38</b>
<b>Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema</b>	<b>42</b>
<b>Considerações finais</b>	<b>45</b>

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

Prezado(a) professor(a),

Apresento-lhe os textos gerais e específicos 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. A Secretaria da Educação do Estado assumiu a liderança na formulação dessa Proposta, visando aprimorar o trabalho pedagógico e docente na rede pública de ensino, em parceria com seus professores, coordenadores, assistentes pedagógicos, diretores e supervisores.

A Proposta não pretende ser mais uma novidade pedagógica, mas atuar como uma retomada dos diversos caminhos curriculares que esta Secretaria já traçou e que muitas escolas já incorporaram em suas práticas.

Nesse processo, a Secretaria da Educação já buscou identificar práticas de gestão escolar e de sala de aula para subsidiar a implementação da Proposta. Agora se propõe a coordenar, apoiar e avaliar o desenvolvimento curricular.

A relevância e a pertinência da aprendizagem dos conteúdos educacionais para a formação do cidadão foram definidas na organização curricular, proposta a todas as escolas. De acordo com elas, o sistema de ensino deve assumir a indicação de elementos básicos para que suas escolas possam promover uma educação de qualidade, que atenda os objetivos sociais.

Para atingir esses objetivos, o primeiro elemento construído foi a Base Curricular, referência comum a todas as escolas da rede estadual. Ela descreve os conteúdos disciplinares a serem desenvolvidos em cada série, bem como o que se espera dos alunos no que diz respeito à capacidade de realização desses conteúdos. De um lado, essa base orienta a organização dos projetos curriculares em cada escola; de outro, esclarece a sociedade sobre seu compromisso com o desenvolvimento de crianças e jovens.

Fruto do trabalho coletivo, de caráter interdisciplinar, a Proposta procura estabelecer elos entre os conhecimentos culturais socializados pela escola e as indicações de procedimentos organizadas didaticamente.

Para isso, foram identificados e organizados, nos Cadernos do Professor, os conhecimentos disciplinares por série e bimestre, assim como as habilidades e competências a serem promovidas. Trata-se de orientações para a gestão da aprendizagem na sala de aula, para a avaliação, e também de sugestões bimestrais de projetos para a recuperação das aprendizagens.

A sociedade exige dos indivíduos competências e habilidades específicas, que são desenvolvidas de forma espontânea por alguns, no contexto da educação familiar, mas que, para outros, estão atreladas ao processo de escolarização.

O compromisso de inter-relacionar as disciplinas, permitindo ao aluno compreendê-las no sentido global da cultura, da ciência e da vida, foi um trabalho árduo que procuramos realizar. Esperamos agora contar com o apoio da escola e de seus educadores na implantação, no desenvolvimento e na avaliação dessa Proposta.

A Proposta desenha, ainda, ações para apoiar a escola na gestão de seus recursos, a fim de oferecer aos alunos da rede pública de ensino uma educação à altura dos desafios contemporâneos. Seu desenvolvimento faz com que o Governo do Estado de São Paulo possa cumprir o compromisso de garantir a todas as crianças e jovens uma educação básica de qualidade.

**Maria Inês Fini**

Coordenadora Geral da Proposta Curricular  
para o Ensino Fundamental – Ciclo II e  
Ensino Médio do Estado de São Paulo

# FICHA DO CADERNO

## Universo, Terra e vida

<b>Nome da disciplina:</b>	Física
<b>Área:</b>	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
<b>Etapa da educação básica:</b>	Ensino Médio
<b>Série:</b>	1ª
<b>Período letivo:</b>	3º bimestre de 2008
<b>Aulas semanais:</b>	2
<b>Semanas previstas:</b>	8
<b>Aulas no bimestre:</b>	16
<b>Temas e conteúdos:</b>	A Terra e o Sistema Solar; Caracterização do Sistema Solar; Evolução dos modelos e teorias sobre o Universo; As relações e as dimensões astronômicas; A evolução da noção de gravidade; Fenômenos associados à gravidade e os modelos e leis a eles subjacentes.
<b>Coordenação de CNT:</b>	Sonia Salem
<b>Equipe de Biologia:</b>	Ghisleine Trigo Silveira, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Felipe Bandoni de Oliveira, Lucilene Aparecida Esperante Limp e Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira.
<b>Equipe de Ciências:</b>	Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Yassuko Hosoume, Cristina Leite, João Carlos Thomaz Micheletti Neto, Maira Batistoni e Silva, Paulo Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro e Ricardo Rechi Aguiar.
<b>Equipe de Física:</b>	<b>Luis Paulo de Carvalho Piassi</b> (responsável pelo caderno), Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Yassuko Hosoume, Ivã Gurgel e Guilherme Brockington.
<b>Equipe de Química:</b>	Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Denilse Moraes Zambom, Fabio Luiz de Souza, Isis Valença de Sousa Santos, Luciane Hiromi Akahoshi, Maria Fernanda Penteado Lamas e Yvone Mussa Esperidião.

## ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO BIMESTRE

Neste Caderno, apresentamos uma sequência de Situações de Aprendizagem que tem como objetivo desenvolver noções básicas sobre o Universo. Os conhecimentos trabalhados seguem duas linhas centrais. A primeira delas tem como objetivo situar o estudante em relação ao espaço, entendido como o espaço do planeta, do Sistema Solar e dos sistemas estelares que os circundam. Assim, ao mesmo tempo em que situamos as estruturas e os corpos celestes, de acordo com o conhecimento científico atual, procuramos estabelecer relações entre suas dimensões físicas de uma forma que possam ser apreendidas pelo aluno em função de seus conhecimentos cotidianos. A segunda linha refere-se à noção fundamental de gravidade, que inicia sua abordagem sistemática na Situação de Aprendizagem 6. Perpassando este conhecimento, propomos situações que abordem modelos do Universo historicamente conhecidos, com particular ênfase para os modelos da antiguidade greco-romana.

Entre as habilidades e competências enfatizadas neste Caderno estão a leitura, interpretação e produção de textos e as mensagens audiovisuais, o estabelecimento de relações

proporcionais entre grandezas físicas, bem como a pesquisa e a organização de informações. Há uma ênfase nas possibilidades de estabelecer um diálogo interdisciplinar com as áreas da linguagem e das humanidades.

Para isso, empregamos uma diversidade de estratégias que incluem leitura de textos de ficção, debates em sala de aula, produção de maquetes e simulações, produção de textos e de materiais visuais e produção escrita, entre outras.

Em todas as Situações de Aprendizagem, enfatiza-se a ação do aluno e propõe-se a produção de trabalhos concretos, seguindo uma série de etapas nas quais o 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 estão a realização de maquetes, encenações de situações físicas, simulações, exposição oral, participação em debates, entre outros. Assim, são diversas e em diferentes momentos as oportunidades de avaliação, quer do aprendizado dos alunos, quer das habilidades e competências almejadas.



## 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. Com os Parâmetros Curriculares Nacionais, a importância do 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.

### Apresentação da proposta

Nossa proposta, para este bimestre, é fornecer um panorama geral dos conhecimen-

tos atuais sobre o 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 do estudante por buscar aprofundar seus conhecimentos é uma das estratégias adotada uma vez que o tempo para se trabalhar com o tema é limitado. O professor poderá verificar isso nas atividades, que sugerem um bom número de leituras e pesquisas.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 UM PASSEIO PELA GALÁXIA

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdo e temas :** os diferentes elementos que compõem o Universo e sua organização; termos, conceitos e idéias 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 idéias 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 semestre, o professor deverá estar atento para indicadores que mostrem que a leitura está sendo realizada pelos alunos. Isso pode ser verificado por meio das diversas formas descritas no tópico Encaminhando a Ação.

## Objetivo / Contexto

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, fato de importância maior do que qualquer outra atividade que possamos lhe proporcionar. A leitura de temas científicos pode ser estimulada por meio da ficção e é isso que propomos nesta atividade. Trata-se da leitura de um livro de ficção ao longo de todo o semestre. 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 ao professor acompanhar essa leitura por parte dos estudantes e introduzir em suas aulas elementos dela derivados. Evidentemente, é essencial o próprio professor ler o livro e, se possível, também algumas resenhas e críticas a respeito dele, amplamente disponíveis nos meios de comunicação.

Além disso, é fundamental que, durante sua leitura pessoal, o professor destaque e anote no livro os pontos que considera interessantes em uma discussão, ao longo do semestre. Pode ser que ele ache interessante, em dado momento, dar destaque à discussão sobre probabilidade e ordens de grandeza, estimulada pelos diálogos que aparecem no Capítulo 9. Ou talvez queira comentar as teorias sobre o surgimento da vida a partir das digressões do Capítulo 5. No Capítulo 24, poderá achar interessante a discussão do significado de *infinito* ou, quem sabe, discutir a idéia de ano-luz. Se tais discussões irão de fato surgir ou não ao longo do semestre, 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, o estudante irá se defrontar com diversos conceitos e termos relacionados aos modelos de Universo atuais da ciência astronômica: planetas, galáxias, es-

trelas, além de apresentar referências ao surgimento da vida, questões ligadas às dimensões e distâncias envolvidas no meio espacial e a noções matemáticas.

**Por que este livro?** Escolhemos *O guia do mochileiro das galáxias* 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 interessantes 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.

**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 o professor ter em mente que qualquer obra de ficção levada à sala de aula deve ser devidamente contextualizada, para os alunos terem uma compreensão adequada das

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

<sup>2</sup> Em pesquisa recente (março de 2008) encontramos o livro novo com preços a partir de R\$ 12,50.

relações existentes 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.

Dessa forma, sugerimos ao professor que 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, *O guia...* e o grupo Monty Python, que estão disponíveis com facilidade na internet. O que queremos enfatizar é a necessidade fundamental de ao menos uma breve explicação aos alunos sobre essa obra, sobre o autor e por que ela foi escolhida para o trabalho didático. Quanto a esse último aspecto, é importante que o professor procure falar dos conhecimentos que a obra pode ajudar a trazer para a sala de aula.

## 2. Exibição do filme

Após a contextualização do autor e obra que serão o foco para o desenvolvimento da Situação de Aprendizagem, pode-se organizar a classe para assistir o filme. Como se trata de um longa-metragem, será necessário dispor de duas horas para a realização dessa atividade. Isso nem sempre é algo simples de providenciar na escola, de forma que, se o professor fizer questão de exibir o DVD para os estudantes, provavelmente terá que fazer arranjos de horários com outros professores. A exibição integral do filme em si não é obrigatória para o bom andamento da atividade, que é focada na leitura. Acreditamos, entretanto, que, caso seja possível, ao menos um trecho deveria ser assistido, pois isso certamente facilitaria a lei-

tura 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 eles o assistam na íntegra, possivelmente em grupos, em suas próprias casas, no fim de semana.

## 3. Orientando a leitura

No caso da leitura do livro “*O guia do mochileiro das galáxias*”, o professor deverá orientar os alunos quanto à obtenção do livro para leitura. Como se trata de um livro muito conhecido, não é difícil encontrá-lo em bibliotecas e lojas de livros usados. Após iniciada a leitura, é importante que, se não toda aula, ao menos a cada semana, o professor faça uma checagem do andamento da leitura feita pelos alunos, solicitando questões, pequenas descrições e narrações ou propondo debates sobre momentos específicos da história. Eventualmente, poderá propor a entrega de questões ou pequenos resumos escritos, ou sortear um aluno da classe para comentar pontos que ele julgou interessantes (ou obscuros) em sua leitura.

É possível, a cada duas aulas, fazer uma checagem da leitura, durante cinco minutos. Não convém, porém, adotar sempre a mesma estratégia, para não criar uma sistemática mecânica de leitura. Um dia, por exemplo, o professor pode pedir que os alunos tragam o livro à classe e ele mesmo pode sortear um deles para ler um trecho de que gostou e pedir para outros comentarem. Em outra ocasião, pode pedir que um aluno descreva a leitura que realizou na semana. Em outra, pode pedir aos alunos que realizem, em grupo, um resumo da leitura. Pode solicitar que destaquem expressões e termos desconhecidos, discutir seu significado ou talvez pedir aos alunos que pesquisem a respeito. Também é possível fazer breves julgamentos sobre as ações dos personagens, estabelecendo debates. Se o professor sempre criar situações em torno do livro, incentivará a leitura por parte dos alunos.

O professor deverá 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 implica necessariamente que ele não tenha tirado proveito da atividade. Além disso, é natural que alguns simplesmente não gostem da história, o que é perfeitamente válido. Vale a pena deixá-los expressar sua opinião e confrontá-la com as opiniões diversas. E, evidentemente, pode ser que o professor não goste da leitura. Neste caso, sugerimos que procure outra que julgue interessante, pois o professor deve necessariamente mostrar uma atitude positiva em relação à história, caso contrário não conseguirá envolver os estudantes. 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.

### Encaminhando a continuidade

Ao final da primeira aula, na qual o professor apresentará o livro e o filme, será ne-

cessário solicitar 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. Nessas representações poderão estar presentes quaisquer idéias 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.

### Para Casa

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 de todo o semestre. É importante não esquecer de solicitar a eles que providenciem os materiais para a próxima aula.

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

**Tempo previsto:** 4 aulas

**Conteúdo e temas:** os diferentes elementos que compõem o Universo e sua organização a partir de características comuns em relação à massa, distância, tamanho, velocidade, trajetória, formação, 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:** discussões em sala, descrições e debates pelos alunos; sistematização feita pelo professor, por meio de imagens.

**Recursos:** imagens coletadas pelo professor na internet e em livros ilustrados: planetas, asteróides, 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:** o professor verificará, durante a Situação de Aprendizagem, a participação de cada grupo de alunos nas descrições dos modelos de corpos celestes apresentados e das fontes nas quais os mesmos pesquisaram.

## Objetivo / Contexto

Esta Situação de Aprendizagem tem como objetivo estimular os alunos a expressarem as imagens e modelos que eles trazem de sua cultura primeira, e que dizem respeito aos elementos que compõem o Universo. A partir dessa manifestação coletiva, pretende-se estimular a reflexão e o debate, para que os próprios alunos possam estabelecer e aperfeiçoar seus modelos de representação.

A prioridade da 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, de sua bagagem cultural, representações e modelos imaginativos dos planetas, cometas, galáxias, estrelas e tantas outras coisas. Tais representações devem ser colocadas em pauta e confrontadas com outras descrições possíveis, de 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. Em 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) orbitam os planetas.
- ▶ As estrelas formam agrupamentos chamados galáxias, compostos por milhões de estrelas.
- ▶ O Sol é uma destas estrelas.
- ▶ 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.
- ▶ Novelas.
- ▶ Videogames.
- ▶ Jogos e brinquedos.
- ▶ *Websites*.

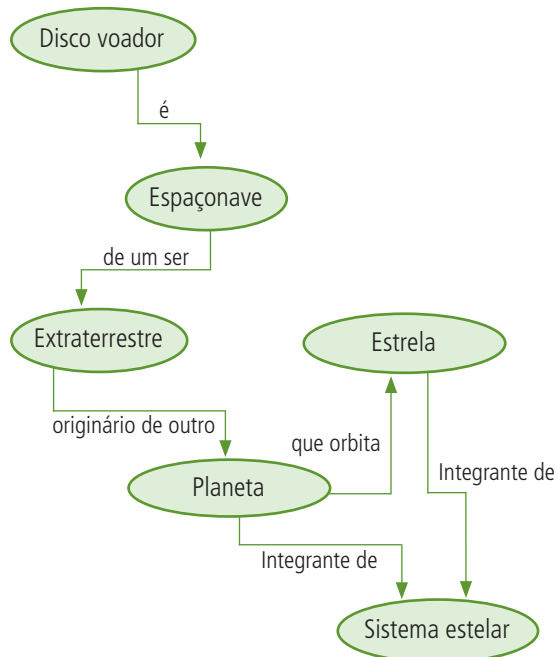
O tipo de objeto ou situação representada pode incluir qualquer coisa que os estudantes associem ao espaço: planetas, satélites, espaçonaves, estrelas, seres extraterrestres, trajes espaciais. Nenhuma censura deverá ser realizada neste processo. O aluno não precisa necessariamente levar o material para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

## 2. Estruturação

Em sala de aula, o professor irá distribuir os alunos em grupos. Cada grupo será responsável por estruturar e apresentar os objetos pesquisados por seus integrantes. O professor deve transcrever na lousa um roteiro, para orientar o trabalho dos grupos. Uma sugestão é a lista de questões a seguir, que deverá ser respondida pelo grupo:

1. Qual é o objeto ou situação apresentados pelos diferentes integrantes do grupo?
2. Faça uma breve descrição deste objeto ou situação.
3. Analise cada uma das situações apresentadas e discuta com os colegas se o grupo acredita que essa situação corresponde a uma possibilidade real ou não. Apresente justificativas.
4. Que relações podem-se estabelecer entre todos os objetos e situações catalogadas pelo grupo?

O professor pode ajudar no encaminhamento da última questão através de um esquema do tipo mapa conceitual, como no exemplo abaixo:



Deverá haver uma discussão interessante a respeito do que “existe” e do que “não existe”. Esta pode ser orientada pelo professor, 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.

Nessa etapa irão surgir diversos aspectos interessantes para o encaminhamento. Os alunos ficarão em dúvida sobre muitas das relações que devem estabelecer. O professor deve salientar que, nessa atividade introdutória, as dúvidas são normais e que é importante a discussão e a argumentação, para verificar a coerência das idéias e as diferentes possibilidades. Deve lembrar também que ao longo do 3º e 4º bimestres muitas das dúvidas serão discutidas.

Para a aula seguinte, o professor deve solicitar 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 em todos os trabalhos.

## 3. Exposição

Terminada a etapa acima, o professor irá pedir 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, o professor pode tentar montar 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

O professor deve mostrar uma seqüência de imagens que represente os diversos elemen-

tos, formulando 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 asteróides;
- ▶ 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, o professor 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, Hale 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, o professor deve se informar sobre o que a ciência sabe a esse respeito. Algumas obras de divulgação científica podem ajudá-lo a conhecer um pouco mais o assunto. Entre elas, indicamos:

SAGAN, Carl. *O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

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

HEIDMANN, Jean. *Inteligências extraterrestres*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

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. O professor de física tem a responsabilidade de evitar dar credibilidade a esse tipo de obra. Não há uma ciência denominada ufologia aceita pela comunidade científica internacional. Se, por um lado, os alunos podem (e devem) expressar e colocar em questão suas crenças de forma livre, não cabendo ao professor desqualificá-las, por outro, crenças pessoais não devem ser colocadas no mesmo patamar do conhecimento científico, sendo papel do professor mostrar aquilo que é aceito pela comunidade científica e as razões pelas quais determinadas afirmações não são aceitas. Por isso, para preparar-se para este debate, sugerimos a bibliografia introdutória acima.

## 5. Escrevendo uma história

Uma idéia para 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 poderia 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 montarão o roteiro, escolherão os personagens e definirão os fenômenos e eventos que serão vistos na viagem, com sua descrição, com acompanhamento do professor. Depois disso, a história deverá 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 o professor) pode se encarregar de

colocá-las em um blog. Caso nada disso seja possível, o professor pode montar uma pasta com as histórias da classe para que todos os alunos possam ler.

Essa atividade está prevista para quatro aulas. Na primeira delas, o professor deverá encaminhar a formação dos grupos de discussão e, de preferência, fazer um breve encerramento, verificando se todos os grupos conseguiram montar o relato que será apresentado na segunda aula. Nessa etapa, o professor pode estimular a participação dos alunos, percorrendo os grupos e lançando questões. Deve evitar que o trabalho seja realizado de forma rápida e sem reflexão. Uma idéia é pedir que elaborem um pequeno cartaz com cartolina, para ser usado na exposição.

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

Para montar a aula de fechamento, com a apresentação de imagens, o professor pode 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, e 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 em relação ao aprendizado conceitual, seja em relação ao envolvimento dos estudantes no processo. A redação final também pode ser avaliada pelo professor de Língua Portuguesa, como uma atividade interdisciplinar.

### Encaminhando a continuidade

Em todas essas três aulas é importante frisar a importância de iniciar a leitura do livro *O guia do mochileiro das galáxias*, que deve ser verificada a partir da próxima atividade.

Para a aula seguinte, solicitar 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, bolinha de aço, bolinhas de isopor, bolinhas de cabeça de alfinete, bola de pingue-pongue, bola de tênis, bola de borracha, bola de futebol, bola de vôlei, bola plástica grande de parque de diversões. Se possível, conseguir bolinhas bem pequenas, como as bolinhas de isopor usadas no enchimento de almofadas ou bolinhas de aço ou chumbo.

### Para casa

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



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3

### A TERRA É UMA BOLINHA

**Tempo previsto:** 2 aulas

**Conteúdo 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 cálculos, construção de maquetes, atividades de encenação.

**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:** o professor poderá verificar a efetiva participação dos alunos na atividade em classe e se eles conseguem efetuar os cálculos e chegar às conclusões propostas.

### Objetivo / Contexto

Esta é a primeira de uma seqüência 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 espaciais entre os corpos celestes 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 na Terra e na Lua.

### Encaminhando a ação

#### 1. As dimensões da Terra

A idéia desta Situação de Aprendizagem é começar 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 esse tipo de imagem. O professor pode estender a contextualização discutindo aspectos históricos do problema. No entanto, em razão das restrições do tempo de planejamento, optaremos aqui por focar a questão: *O que significa dizer que a Terra é redonda?* Uma discussão interessante sobre esse 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.

Uma questão que podemos levantar é: se pudéssemos reduzir a Terra a um tamanho que coubesse na nossa mão, com que tipo de coisa ela se pareceria mais? Uma laranja, uma bola de tênis, uma bola de sinuca? Não consideramos, é claro, a cor, e sim a textura e o formato.

Essa é uma discussão interessante de ser feita antes de iniciar com cálculos. Contrapor as opiniões a fotos da Terra vista do espaço também é interessante. Uma vez colocado o problema para os alunos, o professor pode iniciar alguns cálculos e raciocínios na lousa. Em primeiro lugar, pode-se escolher uma bola qualquer trazida pela turma e avaliar com os alunos quais seriam as dimensões das irregularidades superficiais se a Terra fosse reduzida proporcionalmente ao tamanho da bola.

Alguns dados serão úteis para mostrar aos alunos esses 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 superfície em milímetros. É interessante usar uma calculadora para agilizar esses cálculos.

#### Fossa das Ilhas Marianas

100 mm ----- 12.756 km

x ----- 10,9 km

Resultado:  $x = 0,0854$  mm

#### Pico Everest

100 mm ----- 12.756 km

x ----- 8,84 km

Resultado:  $x = 0,00693$  mm

Como podemos ver, mesmo em seus máximos, as deformidades da superfície da nossa Terra-bolinha seriam praticamente imperceptíveis, menores do que a espessura de um fio de cabelo. *Mas, e quanto ao achatamento polar?* Bem, o diâmetro polar, ou seja, o diâmetro medido de um pólo a outro de nosso planeta é de 12.713 km, contra os 12.756 medidos no Equador. Podemos fazer usar novamente uma regra de três para ver qual seria o diâmetro polar da nossa bolinha:

#### Diâmetro Polar

100 mm ----- 12.756 km

x ----- 12.713 km

Resultado:  $x = 99,66$  mm

Ou seja, uma diferença de 0,34 mm em relação ao diâmetro equatorial. Raramente consegue-se uma bola de 10 cm de diâmetro tão esférica a ponto de possuir uma diferença menor do que essa 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 desses cálculos. A profundidade média dos oceanos é de menos de 4 km. Isso significa que, em uma bolinha de 10 cm, teríamos como oceano uma lâmina de água cuja espessura média seria menor que 3 centésimos de milímetro. Do ponto de vista da nossa bolinha, isso não passa de um “molhadinho” na superfície. Apesar de aproximadamente 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 idéia de que a Terra é formada por 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 principalmen-

te por água. Na verdade, sua superfície que é coberta na maior parte por água, o que são idéias 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 atmosféricos 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.

Sugerimos, nessa etapa, que o professor inicie a discussão lançando uma questão para os alunos: *Vocês acham que a Terra é mais lisa ou mais áspera que esta bola aqui? E qual delas é mais perfeitamente esférica?* A partir daí a sugestão é dar apenas uma orientação e pedir aos alunos para realizarem os cálculos em grupos, usando as bolas que eles trouxeram para a sala de aula.

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 esses aspectos possam variar muito de acordo com o professor e a turma, em nossa opinião o uso de calculadora aqui pode ser benéfico, em termos de formação de competências, desde que o professor entenda que os estudantes estão acompanhando os raciocínios envolvidos. Quanto às medidas, o professor pode 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 idéia geral da atividade, podem constituir uma boa oportunidade de discussão sobre procedimentos experimentais. Uma

idéia mais sofisticada é usar um barbante para medir a circunferência e realizar o cálculo do diâmetro dividindo o resultado por  $\pi$ . 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 ainda, esse é um bom momento para uma revisão, com a resolução de exemplos pelo professor. 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.

Caso o professor verifique que os aspectos físicos de nosso planeta 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. O professor pode 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 o professor optar por essa 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, o professor pode estabelecer outra problematização: *E a Lua, será que fica perto da Terra ou não? Como vocês imaginam?* Como os alunos levaram muitas bolas, o professor pode pedir para al-

guns mostrarem como imaginam a proporção de tamanhos e distância entre a Terra e a Lua. Depois pode passar os dados no quadro negro e lançar a questão: *Como podemos ter uma idéia destas proporções utilizando estes dados e o material de que dispomos?* É a partir daí que vem a proposta de que os alunos façam 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 3.476 km e orbita a Terra a uma distância média de 384.000 km. A partir destes dados e da estratégia adotada na etapa anterior, a tarefa dos alunos agora será montar uma “maquete” do sistema Terra-Lua com as bolas trazidas à sala de aula. 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 3,5 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 mm ----- 12.756 km

x ----- 384.000 km

Resultado:  $x = 3.010 \text{ mm} = 3,010 \text{ m}$

Assim, no nosso exemplo, a Lua-bolinha deverá orbitar a três metros da Terra-bolinha. Seria importante que os alunos construíssem essa simulação. Dependendo das dimensões, talvez o espaço da sala de aula não seja suficiente. Nesse caso, sugerimos o uso do pátio, da quadra ou de outro espaço da escola.

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

### Encaminhando a continuidade

A próxima etapa irá exigir os mesmos materiais: bolas dos mais variados tamanhos. Também será interessante providenciar fotos dos oito planetas do Sistema Solar. Nesse ponto, é importante também que o professor inicie a checagem da leitura do livro, proposta no início do semestre, de acordo com as propostas que mencionamos na Situação de Aprendizagem 1. Nesse momento, basta verificar em que parte da leitura eles se encontram. Sabemos que é difícil que absolutamente todos os alunos leiam o livro, por isso as atividades a seguir não dependem crucialmente dessa leitura. Por outro lado, cabe ao professor a tarefa da cobrança da leitura, como uma referência ao trabalho de todo o segundo semestre. A leitura de dois capítulos por semana é razoável e nesse ponto os alunos deveriam ter lido pelo menos os dois primeiros capítulos. Uma idéia é, ao longo do semestre, perguntar, durante a chamada, em qual capítulo cada aluno está e, de vez em quando, sortear um deles para comentar um pouco a história.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 O SISTEMA SOLAR

**Tempo previsto:** 2 aulas

**Conteúdo 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 tamanho diferente, de qualquer tipo e material (isopor, futebol, vôlei, tênis, bola de gude, pingue-pongue, basquete). Calculadoras.

**Avaliação:** o professor poderá verificar a efetiva participação dos alunos na atividade em classe e por meio dos relatos da atividade realizada fora da escola.

### Objetivo / Contexto

O objetivo aqui é o aluno formar uma imagem mais aprofundada do nosso sistema solar. Além disso, irá travar conhecimento com as dimensões relacionadas ao tamanho dos planetas e suas órbitas. A idéia é que o professor inicie com uma descrição do Sistema Solar, mas ainda sem entrar em detalhes sobre as proporções, enfocando as características dos planetas. Como fonte de consulta, sugerimos, além do já mencionado Atlas Visual, o *website* Astronomia e Astrofísica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, disponível no endereço <<http://astro.if.ufrgs.br>> (acesso em: 15 jun. 2008).

A idéia, no entanto, não é transmitir uma grande quantidade de informações, que hoje podem ser facilmente obtidas, mas que o aluno visualize a Terra em relação ao contexto em que ela se insere.

### Encaminhando a ação

#### 1. Apresentando o Sistema Solar

É interessante ocupar uma aula dando uma descrição atualizada do Sistema Solar para os estudantes. Muitas das imagens utilizadas na Situação de Aprendizagem 2 agora poderão ser retomadas, porém em um esquema ordenado. Alguns pontos que vale a pena destacar 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*) em 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. Esses foram divididos em três categorias:

- ▶ Planetas: Corpos que orbitam uma estrela, que 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. É o caso de Plutão e Ceres.

- ▶ Corpos menores do sistema solar: os demais corpos que orbitam diretamente o Sol, como os cometas e os asteróides.

## 2. Discutindo propriedades dos planetas

As tabelas a seguir mostram os diâmetros equatoriais dos planetas e dos planetas anões oficialmente catalogados pela União Astronômica Internacional. Além desses dados, há também a distância média do corpo até o Sol e seu período orbital em dias ou anos terrestres e outros dados físicos.

PLANETA	Diâmetro equatorial (km)	Distância média ao Sol (Gm) *	Período orbital (dias/anos)	Massa (kg)	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
Mercúrio	4878	57,9	88 dias	$3,3 \times 10^{23}$	5430
Vênus	12103	108,2	225 dias	$4,9 \times 10^{24}$	5250
Terra	12756	149,6	1 ano	$6,0 \times 10^{24}$	5520
Marte	6786	227,9	1,88 ano	$6,4 \times 10^{23}$	3930
Júpiter	142984	778,3	11,2 anos	$1,9 \times 10^{27}$	1330
Saturno	120556	1427	29,4 anos	$5,7 \times 10^{26}$	710
Urano	51118	2869,6	84 anos	$8,7 \times 10^{25}$	1240
Netuno	49528	4496,6	165 anos	$1,0 \times 10^{23}$	1670

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

PLANETA ANÃO	Diâmetro equatorial (km)	Distância média ao Sol (Gm)	Período orbital
Ceres	479,7	414,6	4,6 anos
Plutão	2300	5900	249 anos
Éris	1300	5906	249 anos

Verifique que os chamados planetas Jovianos (planetas gasosos, parecidos com Júpiter) possuem uma densidade menor do que os Telúricos (planetas rochosos, semelhantes à Terra). Essa é uma oportunidade para discutir o conceito de densidade. O professor pode usar uma tabela de densidade de materiais, encontrada na maioria dos livros didáticos para complementar a discussão. O interessante aqui seria deixar que, a partir dos dados da tabela, os próprios alunos percebessem 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. Sugerimos que o professor peça aos alunos que as respondam no caderno:

1. Qual é o maior planeta do Sistema Solar? E o menor?
2. Você percebe alguma relação entre o período orbital e a distância do planeta ao Sol? Qual?
3. Você acha que o período orbital é diretamente proporcional à sua distância ao 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 proporcionais. Veja:

Para a Terra: Raio orbital/Período =  
149,6 Gm/1 ano = 149,6 Gm/ano

Para Marte: Raio orbital/Período =  
227,9 Gm/1,88 ano = 121,2 Gm/ano

Isso mostra que nem sempre grandezas relacionadas são proporcionais.

4. Que características em comum você nota entre os planetas Jovianos, em comparação com os Telúricos?
5. Qual planeta possui a maior massa? E a menor?

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

6. Quantas vezes a massa Júpiter é maior que a da Terra?
7. A massa de um planeta é diretamente proporcional ao seu diâmetro?

Comentário: essa questão, assim como a número 3, aprofunda a noção de proporcionalidade. A massa não é proporcional ao diâmetro.

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?*, por exemplo. Para isso, porém, o professor precisará 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 dessa abordagem quantitativa, entretanto, é o tempo que ela pode consumir e as dificuldades que pode trazer, de forma que é recomendado ao professor avaliar sua conveniência de acordo com a turma e com o andamento do trabalho.

### Encaminhando a continuidade

A próxima atividade ainda vai trabalhar com distâncias e proporções, mas agora introduzindo dois novos aspectos: a relação do Sistema Solar e do Sol com suas proximidades e a necessidade de empregar novas unidades de medida, como

o ano-luz. A metodologia é a mesma adotada nos outros passos – questionamentos e cálculos. O professor deve estar atento para a leitura do livro *O guia do mochileiro das galáxias*, pois faremos uso dele nas discussões.

Seria bastante interessante também o professor pesquisar as constelações. Um livro interessante neste caso é o *Manual do astrônomo*, de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão. Além de buscar material sobre o assunto em livros e pela internet, também é interessante contar com um mapa celeste. Há diversos programas de computador que os fazem e ajudam a entender as constelações. Caso o professor não tenha em sua escola o programa *Observatório astronômico*, distribuído pela Secretaria Estadual de Educação, sugerimos o programa gratuito *Cartas do Céu (Cartes du Ciel)*, que pode ser baixado do endereço: <<http://www.stargazing.net/astrocp/pindex.html>> (acesso em: 15 jun. 2008).

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. Se sua cidade aparece no *site Wikipédia* (<<http://pt.wikipedia.org/>>, acesso em: 15 jun. 2008), você terá essa informação disponível na página. Caso contrário, procure informações na prefeitura ou use as coordenadas de uma cidade próxima. Para aprender a operar o programa, consulte o manual de utilização, disponível em português junto com o produto.

Outro material interessante para esta aula é *Constelações indígenas brasileiras* de Germano Bruno Afonso, disponível no *site Telescópios na Escola* em <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br>> (acesso em: 15 jun. 2008).

#### Para casa

Além das tarefas para casa que a atividade exige, nessas aulas é importante que o professor cheque a leitura do *Guia do mochileiro das galáxias*, pois as duas seqüências seguintes apresentarão temas ligados ao enredo do livro.

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

**Tempo previsto:** 3 aulas.

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

**Competências/habilidades:** calcular proporções envolvendo distâncias e tempos; 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 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:** o professor poderá verificar a efetiva participação dos alunos na atividade em classe.



## Objetivo / Contexto

Nesta Situação de Aprendizagem queremos levar o aluno a perceber as dimensões envolvidas quando falamos de distâncias interestelares. Paralelamente, surgirá a necessidade de empregar novas unidades de medida, como o ano-luz, dadas as imensas distâncias envolvidas. Além disso, temos a oportunidade de abordar, ainda que superficialmente, as constelações.

## 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 a distância entre as estrelas. Se fizéssemos uma maquete proporcional do Sistema Solar onde a Terra estivesse a um metro e meio de distância do Sol, teríamos que montá-la com os seguintes valores:

Corpo	Distância na maquete (metros)
Mercúrio	0,5
Vênus	1
Terra	1,5
Marte	2,3
Júpiter	7,8
Saturno	14,3
Urano	28,7
Netuno	45
Ceres	4,2
Plutão	59
Éris	59

É interessante o professor mostrar esses valores aos alunos e fazer uma breve discussão, chamando a atenção para as enormes diferen-

ças entre as distâncias dos planetas mais externos. De qualquer forma, nossa simulação teria um raio máximo de 59 metros a partir do centro, com Plutão e Éris. *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 Próxima 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 Centauri, que inclui duas outras estrelas bem mais próximas uma da outra: Alfa Centauri A e Alfa Centauri B, a 4,4 anos-luz do Sol. No livro *O guia do mochileiro das galáxias*, há referência a este sistema logo nas primeiras páginas, quando os alienígenas Vogons advertem que os terráqueos poderiam ter sido informados da demolição do planeta Terra com antecedência, se tivessem se dado ao trabalho de fazer uma visita a Alfa Centauri, 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). O professor pode fazer na lousa uma rápida regra de três usando a órbita de Plutão para ver o que isso significa:

$$\begin{array}{l}
 59 \text{ m} \text{ ----- } 5.900 \text{ Gm} \\
 x \text{ ----- } 41.500.000 \text{ Gm} \\
 \text{Resultado: } x = 415.000 \text{ m} = 415 \text{ km}
 \end{array}$$

Ou seja, se a simulação de Sistema Solar da tabela cabe em uma pracinha da cidade, a estrela mais próxima estaria a 415 km de distância, mantidas as proporções (distância, por exemplo, entre São Paulo e Franca). Se Plutão, que na realidade é muito, muito longe daqui, cabe nos 59 metros 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 idéia de que ir até Plutão em nave tripulada é um sonho delirante em nosso contexto atual. Mas ir a Alfa Centauri é muito mais difícil que tudo isso.

É de se esperar que nesta aula os alunos já tenham iniciado a leitura do livro e que estas atividades ajudem a contextualizar estas questões. Nessa etapa, é importante o professor discutir o conceito de ano-luz, enfatizando que se trata de uma unidade de distância (e não de tempo), como ele é calculado e de onde surgiu a necessidade de introduzir tal unidade (em virtude das grandes distâncias verificadas no espaço interestelar) e como se relaciona com as unidades mais conhecidas, como o metro e o quilômetro. Usando a fórmula da velocidade é possível calcular quanto tempo a luz proveniente do Sol leva para chegar a cada planeta das tabelas dadas anteriormente. Realizar esses cálculos é uma atividade para os alunos fazerem no restante dessa aula. O professor pode designar um ou dois planetas para cada grupo. A tabela abaixo mostra os resultados.

Corpo	Tempo
Mercúrio	0h 03min 13s
Vênus	0h 06min 00s
Terra	0h 08min 18s
Marte	0h 12min 39s
Júpiter	0h 43min 14s
Saturno	1h 19min 17s
Urano	2h 39min 26s
Netuno	4h 09min 50s
Ceres	0h 23min 02s
Plutão	5h 27min 48s
Éris	5h 28min 08s

Antes, claro, o professor deve fazer um exemplo no quadro. A Terra é uma boa escolha. O cálculo emprega a relação entre velocidade e distância:  $v = d/\Delta t$ .

No caso da Terra temos:

$$d = 149.000.000.000 \text{ m } (1,49 \times 10^{11} \text{ m})$$

$$v = 300.000.000 \text{ m/s } (3,0 \times 10^8 \text{ m/s}), \text{ que é a velocidade da luz, igual em todos os casos.}$$

$$\text{A partir disso, temos } \Delta t = d/v = 1,49 \times 10^{11} / 3,0 \times 10^8 = 498 \text{ s} = 8 \text{ min } 18 \text{ s.}$$

Esse cálculo, evidentemente, exigirá uma discussão de transformação de unidades de tempo.

Na tabela, podemos verificar que a luz leva cinco horas e meia do Sol até Plutão, e mais de quatro anos até Alfa Centauri. Aqui está a noção de ano-luz. O professor pode calcular o valor de um ano-luz também com a fórmula de velocidade, considerando o espaço percorrido pela luz no intervalo de um ano (convertido em segundos). Em diversos materiais podem-se encontrar as distâncias de estrelas (ou outros corpos celestes), em anos-luz, até o nosso Sistema Solar. Um destaque especial pode ser dado para as distâncias imensas e seu significado. Um fato que sempre intriga os alunos é que o que vemos no céu representa o “passado” na medida em que a luz que chega até nós partiu de sua fonte há tempos.

Pela tabela ao lado, por exemplo, podemos verificar que do Sol até a Terra são 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 ao lado, podemos mostrar, por exemplo, que uma mensagem de Marte à Terra pode levar de aproximadamente quatro minutos até mais de 20 minutos, dependendo da posição dos pla-

netas nas órbitas ao redor do Sol. O professor pode pedir para os alunos verificarem isso na tabela e imaginarem como seria uma conversa telefônica ou em um comunicador instantâneo, pela internet, nestas condições.

## 2. Onde está Alfa do Centauro?

Recomendamos, nesta Situação de Aprendizagem, localizar Alfa Centauri 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, o professor pode sair 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 o professor puder fazer isso 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 pesquisa sobre as constelações, sua origem e os mitos envolvidos.

O conceito de constelação, porém, precisa ser trabalhado de forma a passar a idéia de que a constelação não é um conjunto de estrelas fisicamente próximas uma da outra, mas sim de estrelas que, devido à sua posição em relação à Terra, são vistas por nós em uma mesma região do céu. Isso 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. Uma idéia é apresentar algumas constelações dos povos indígenas brasileiros, da obra *Constelações indígenas brasileiras* ou pedir 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 seqüência 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 e Órion ou outra que o professor conseguir identificar claramente e mostrar aos alunos. As estrelas de uma constelação são ordenadas pelo seu brilho aparente, geralmente por meio de letras gregas, sendo 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 constelação, como no exemplo abaixo, do Cruzeiro do Sul:

Estrela	Nome comum	Distância (anos luz)
$\alpha$ -CruX	Acrux ou Estrela de Magalhães	320
$\beta$ -CruX	Becrux ou Mimosa	353
$\gamma$ -CruX	Gacrux	88
$\delta$ -CruX	Decrux ou Pálida	364
$\varepsilon$ -CruX	Intrometida	150

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* <<http://astro.if.ufrgs.br>>, acesso em: 15 jun. 2008).

Usando os dados acima, da constelação Crucis, pode-se tentar montar uma “maquete” da constelação, na quadra da escola (ou mesmo dentro da classe ou no pátio). Consideremos que um dos gols em uma quadra represente o Sistema Solar. Cinco alunos deverão estar a distâncias proporcionais à da tabela (por exemplo, 3,2 m, 3,53 m, 88 cm) e segurar esferas representando as estrelas de uma maneira tal que alguém que esteja no gol 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 dessa seqüência depende da possibilidade de observação noturna na escola. Caso não seja possível realizar essa observação em horário de aula, o professor 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 o professor 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.

### Encaminhando a continuidade

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

### Para casa

Essa Situação de Aprendizagem requer pesquisa por parte dos alunos. O professor pode iniciar o trabalho propondo um roteiro para a pesquisa que inclua a escolha de uma constelação por grupo de alunos, dentre algumas previamente selecionadas pelo professor. A partir disso os alunos deverão pesquisar:

- ▶ Informações sobre a história da constelação e os mitos nela envolvidos.
- ▶ A coleta de informações sobre as principais estrelas pertencentes a ela: dados físicos, distâncias etc.
- ▶ Curiosidades científicas e populares a respeito da constelação ou das suas estrelas.

A partir daí o professor pode iniciar uma continuidade da seqüência anterior, lançando questões sobre as distâncias envolvidas no Sistema Solar e como elas se comparam com aquelas existentes entre as estrelas. Pode levantar tais questões a partir da leitura do livro e, a partir daí, mostrar como tais distâncias são imensas e a necessidade de se introduzir unidades como o ano-luz.

## GRADE DE AVALIAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

Situação de Aprendizagem	Indicadores de Aprendizagem
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Identificar termos, fenômenos e situações ligadas 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 relacionadas 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>

## PROPOSTA DE SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

Nesta seqüência 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.

O que o professor deve verificar é quais destes aspectos fundamentais ficaram prejudicados. A estratégia de recuperação deve seguir linhas distintas em cada caso.

No primeiro caso, temos uma lacuna de informação que pode ser suprida por meio de pesquisa em materiais escritos ou na internet. Sugerimos, neste caso, que o professor a solicite aos alunos e, com a pesquisa 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.

A atividade de leitura, por outro lado, só pode ser suprida pela própria leitura. O professor pode checar quais foram os obstáculos envolvidos no processo com os alunos nos quais sente 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 orientado pelo professor, 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 simples. 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 o professor pode usar para este trabalho de recuperação.

## TEMA 2 – INTERAÇÃO GRAVITACIONAL

A interação gravitacional é algo que literalmente está ao nosso redor, 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, haja vista as diversas concepções sobre o tema, 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.

gravitação apresenta idéias e relações que permearão diversas discussões daqui por diante. A ênfase na presente proposta é articular a formulação da idéia de campo gravitacional com a análise qualitativa e quantitativa de fenômenos em diversas situações. Seguindo a linha do caderno, procuramos apresentar situações que não se restringissem à superfície da Terra, procurando apresentar 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.

### Apresentação da Proposta

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

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 AS AVENTURAS DE SELENE

**Tempo previsto:** 4 aulas.

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

**Competências e habilidades:** interpretar textos envolvendo termos e idéias científicas; 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 e 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:** o professor deverá estar atento aos indicadores que demonstrem a realização da leitura ao longo do semestre. Isso pode ser verificado de diversas formas que descrevemos no tópico encaminhando a ação.

## Objetivo / Contexto

Mais uma vez, propomos uma Situação de Aprendizagem que possui clara vocação interdisciplinar com a área de Língua Portuguesa. Aqui o aluno irá não apenas ler e interpretar um texto, mas também escrever uma história de ficção usando conhecimentos de física, além da criatividade e imaginação. O objetivo central, em termos de conhecimento sistematizado, é abordar as noções de campo gravi-

tacional, massa e peso. Como texto de apoio para esta parte conceitual, sugerimos a Leitura 13 das leituras de física do Gref (disponível em <<http://www.fep.if.usp.br/~gref/mec/mec2.pdf>>, acesso em: 15 jun. 2008). Além disso, por intermédio da pesquisa sugerida para a produção do texto, pretende-se abordar, ainda que de forma superficial, alguns aspectos da cosmogonia greco-latina. Neste ponto, uma interação com o professor de história também pode ser de grande auxílio.

### TEXTO: As aventuras de Selene

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

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

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

– Pois é, Si, 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. A bicicleta, o *skate* 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 na Lua. Já havia conversado bastante com Dê pela internet, apesar da chatice de esperar sempre dois segundos para uma resposta. Mesmo assim, tinha certeza que ele precisaria muito de sua ajuda. (...)

## Encaminhando a ação

### 1. Lendo e imaginando

A primeira parte da Situação de Aprendizagem é a leitura do pequeno texto acima.

A idéia é que os alunos imaginem uma continuidade para esta história. Porém, ao longo deste processo, espera-se que eles imaginem como seria a vida na Lua, quais as condições para que essa 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, o professor pode estimular a imaginação dos estudantes a partir do trecho acima, pedindo a eles para imaginar que coisas seriam possíveis de ocorrer, que novos fenômenos eles imaginariam, quais seriam as dificuldades e assim por diante. O estímulo pode se dar a partir de atividades cotidianas, como fazer compras, jogar bola, subir e descer escadas, fazer comida etc. Na exposição dos alunos, o professor perceberá muitas das concepções que eles possuem a respeito do ambiente lunar.

Enquanto os alunos estiverem fazendo a continuação da história, o professor deve percorrer os grupos e discutir algumas das idéias que eles estão produzindo. Também deve ouvi-las e avaliá-las, podendo ser necessário intervir, 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 um sexto da gravidade terrestre. Portanto, as coisas “não flutuam” na Lua, mas a gravidade menor permite realizar tarefas impossíveis de serem realizadas na Terra.
2. O professor pode usar 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  $E_p = m \cdot g \cdot h$ , o professor pode mostrar que um salto na Lua, ou um objeto lançado para cima, poderá atingir uma altura seis vezes maior. Ou seja, pulos de mais de um metro de altura e mais de cinco metros de distância são perfeitamente possíveis. O mesmo ocorre com objetos lançados, seja para cima, seja para os lados: a altura e o alcance são seis vezes maiores que na Terra. Imagine jogos como futebol, vôlei, basquete e pingue-pongue nesta situação.

*O que poderia ser feito com skates 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 será diferente na Lua. Saltar ou cair de uma altura de seis metros na Lua equivale a fazer o mesmo de uma altura de um metro na Terra. Quedas comuns ao caminhar não têm o mesmo efeito que teriam em nosso planeta.
5. Construções que na Terra têm sérios limites poderão ser mais ousadas na Lua: prédios, pontes e mesmo o mobiliário, por exemplo, poderiam possuir estrutura menos robusta. O mesmo vale para empilhamento de objetos (por exemplo, colocação de livros em estantes).
6. Por outro lado, a inércia dos objetos se manterá: um objeto jogado de uma pessoa para outra provocará 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.
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, entre outros fatores, como a temperatura.

Com estes estímulos, os alunos poderão pensar em mais detalhes de como poderia ser o ambiente dentro dos domos lunares, como seriam as atividades cotidianas, que tipos novos de objetos e artefatos poderiam ser imaginados. Isso tudo deve constituir um debate em sala de aula, com o professor anotando no quadro e comentando possíveis sugestões dos alunos. No final desta aula, o professor deve informá-los de que os nomes dos personagens da narrativa

(Selene, Diana e Demétrio) não foram escolhidos ao acaso e sugerir-lhes que descubram por que tais nomes foram escolhidos (sugerimos essa pesquisa ao professor, também! Pesquise o significado dos nomes...). A proposta é que os alunos, ao criarem novos 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 Universo da 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. Sugerimos como base a Leitura 13 das Leituras de Física do Gref, que dá destaque ao conceito de campo gravitacional. Nesta aula deve ser enfocada a idéia de que o peso pode ser interpretado como uma força, do ponto de vista da física newtoniana. Pode-se dar ênfase nas unidades de medida empregadas para determinar pesos e massas. O professor deve também abordar a questão da diferença entre peso e massa, cuja discussão pode ser encontrada em diversos livros didáticos. Sugerimos que o professor 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, seria 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 onde 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 esse fato causa a impressão errada de que nesses planetas é possível pisar na superfície. Também não é confirmada (e 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 onde poderíamos pisar.

## 3. Compartilhando a pesquisa

Após solicitar aos alunos que pesquisem os nomes dos personagens e a cosmogonia da antiguidade greco-romana, o professor pode reservar esta aula para que os estudantes apresentem os resultados de seu trabalho. Uma fonte para o professor (e para os alunos) 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 reservada para que os alunos em grupo finalizem ou apresentem sua continuidade para a história de Selene, de acordo com a dinâmica estabelecida pelo professor. O resultado deste trabalho pode ser colocado no blog ou na pasta que o professor elaborou 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 em 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 Beeblebrox. Seria muito interessante, nesta etapa do trabalho, o professor estimular esse 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 nessa etapa. Dos fenômenos discutidos nesta Situação de Aprendizagem, alguns podem ser analisados a partir de expressões matemáticas encontradas na maioria dos livros didáticos. 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.

Em primeiro lugar, é fundamental ressaltar: o objetivo aqui não é fazer os alunos memorizarem fórmulas e nem mesmo treiná-los na resolução de exercícios envolvendo essas fórmulas. 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 essa dependência?* Nesse momento, pode-se comentar um pouco a famosa discussão de Galileu a respeito da queda dos corpos. Um vídeo muito interessante a ser exibido pela internet (ou sugerido para que os alunos vejam) mostra o astronauta Dave Scott, na missão Apollo 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:

Bem, na minha mão esquerda eu tenho uma pena, na minha mão direita, um martelo. Imagino que uma das razões para estarmos aqui hoje é por causa do cavalheiro chamado Galileu. Há muito tempo ele fez uma descoberta bastante significativa sobre objetos em queda em campos gravitacionais; e nós pensamos – que lugar seria melhor para confirmar suas descobertas do que na Lua? Então, imaginamos fazer isso para vocês aqui. A pena, apropriadamente, é de um falcão da Academia da Força Aérea. Eu a deixarei cair, bem como o martelo, e, assim esperamos, eles atingirão o solo ao mesmo tempo.

Após a queda da pena e do martelo lado a lado, Dave continua: “O que acham disso? Isso mostra que o Sr. Galileu estava correto em suas descobertas”.

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.

O professor não precisa trabalhar com todas as cinco expressões, se julgar que isso não está de acordo com o tempo disponível ou a maturidade 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 metro. 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 oito metros.

Quanto à última expressão, que utiliza uma função trigonométrica que pode “assustar” os alunos que nunca viram nada disso, uma boa idéia talvez seja apenas dizer que se trata de uma forma matemática de calcular inclinações e usar a calculadora ou uma tabela. Incluímos essa fórmula porque ela embute uma discussão interessante sobre as trajetórias no lançamento oblíquo. Se o professor 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. Isso certamente exigiria que os campos de futebol lunares tivessem outras dimensões.

### Encaminhando a continuidade

A próxima Situação de Aprendizagem envolve o uso de um trecho do famoso filme de ficção científica: *2001: uma odisséia no espaço*. Seria fundamental que o professor, em primeiro lugar, procurasse encontrar este filme e assisti-lo. Em 2008, a obra completa 40 anos e edições comemorativas têm sido lançadas em DVD, o que facilita o acesso ao material. Além disso, seria muito importante que o professor se informasse sobre a obra e seus autores, para melhor contextualizá-la em sala de aula. Felizmente, as informações sobre este filme são abundantes na internet e em livros e revistas. Uma edição especial da revista *Scientific American Brasil*, disponível nas bancas é dedicada a Arthur Clarke, o autor de ficção científica que escreveu o roteiro do filme. A revista *Superinteressante* 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: odisséia espacial* de Arthur Clarke, a obra de ficção que foi produzida simultaneamente ao filme, a partir do roteiro. No entanto, deve-se estar ciente 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 odisséia no espaço II* indo até *3001: a*

*odisséia final*, passando por *2061: uma odisséia 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 odisséia 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 dessa obra, denominada *2010: o ano em que faremos contato*, rodada por outro diretor e com características bem distintas da abordagem dada em *2001: uma odisséia no espaço*.

## GRADE DE AVALIAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

Situação de Aprendizagem	Indicadores de Aprendizagem
6	<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 SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

Esta parte envolve a atividade de escrita, a imaginação de situações com gravidade diferente da Terra e alguns cálculos envolvendo queda dos corpos. O professor deve identificar onde os problemas são maiores. A atividade de escrita pode ser facilmente incentivada, embora alguns alunos tenham dificuldade na expressão escrita. Se o estudante não se vê capaz de continuar a história proposta, peça para ele construir 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 presença do professor, que pode lançar questões baseadas nos oito itens que destacamos a respeito do ambiente lunar.

A parte que envolve cálculos pode ser trabalhada novamente a partir de exercícios simples. Sugerimos ao professor que utilize exercícios mais comuns (e simples) de queda livre e 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.

## Parte 1 – Universo: elementos que o compõem

Para as questões a seguir utilize os dados das tabelas dadas.

1. Situado no planeta Marte, o monte Olympus é a montanha mais alta do Sistema Solar, com 26 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:

$$\begin{array}{l} 38 \text{ mm} \text{ ----- } 6786 \text{ km (Marte)} \\ X \text{ ----- } 24 \text{ km (Monte Olympus)} \end{array}$$

Resultado:  $x = 0,134 \text{ mm}$

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:

$$\begin{array}{l} 50 \text{ mm} \text{ ----- } 3.476 \text{ km (Lua)} \\ x \text{ ----- } 12.756 \text{ km (Terra)} \end{array}$$

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

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. Isso elimina a alternativa E, pois uma ameixa com apenas 7 mm de diâmetro seria algo muito incomum.

3. A maior velocidade atingida por uma espaçonave tripulada até hoje foi de 40.000 km/h, pela Apollo 11, que levou os primeiros astronautas à Lua. Imagine que fosse possível construir um veículo 10 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  $d = 5,9 \times 10^9 \text{ km}$  (dado da tabela)

Para Alfa do Centauro, que está a 4,4 anos-luz, devemos levar em conta que 1 ano-luz vale  $9,46 \times 10^{12}$  km, o que dá  $d = 4,4 \times 9,46 \times 10^{12} = 41,62 \times 10^{12}$  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,  $\Delta t = 1,04 \times 10^8$  horas, ou aproximadamente 11.879 anos.

É interessante comentar esta brutal diferença com os alunos.

4. Se tivéssemos que 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:

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

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

$$\Delta t = 0,414 \times 10^{11} / 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 138 \text{ segundos.}$$

5. Um ano terrestre dura aproximadamente 8.766 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 =  $227,7 \times 24$  horas = 5392,8 horas

Marte: período = 1,88 ano =  $1,88 \times 8766$  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 (Brasil e América do Sul) / Preta Music (Resto do mundo)

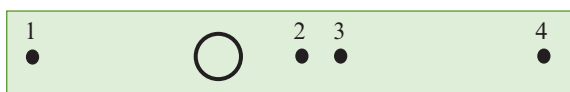
Gilberto Gil usa na letra da música a palavra composta anos-luz. O sentido prático, em geral, não é obrigatoriamente o mesmo da ciência. Na Física, um ano-luz é uma medida que relaciona a velocidade da luz e o tempo de um ano e que, portanto, se refere a:

- a) tempo  
b) aceleração  
c) distância  
d) velocidade  
e) luminosidade

7. (Enem 2000) A tabela abaixo resume alguns dados importantes sobre os satélites de Júpiter:

Nome	Diâmetro (km)	Distância média ao centro de Júpiter (km)	Período orbital (dias terrestres)
Io	3.642	421.800	1,8
Europa	3.138	670.900	3,6
Ganimesdes	5.262	1.070.000	7,2
Calisto	4.800	1.880.000	16,7

Ao observar os satélites de Júpiter pela primeira vez, Galileu Galilei fez diversas anotações e tirou importantes conclusões sobre a estrutura de nosso Universo. A figura abaixo reproduz uma anotação de Galileu referente a Júpiter e seus satélites.



- Io, Europa, Ganimesdes e Calisto.
- Ganimesdes, Io, Europa e Calisto.
- Europa, Calisto, Ganimesdes e Io.
- Calisto, Ganimesdes, Io e Europa.
- Calisto, Io, Europa e Ganimesdes

Aqui deve-se consultar as distâncias ao planeta na tabela e comparar com a figura.

## Parte 2 – Interação gravitacional

- 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 m de altura? Compare esse valor com o que teria na Terra e na Lua.

Com os dados fornecidos para o planeta Vogon, temos:

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

Para a Terra,  $g=10 \text{ m/s}^2$ , o resultado é  $t_{\text{queda}} = 0,45 \text{ s}$  e para a Lua, com  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$  teríamos é  $t_{\text{queda}} = 1,12 \text{ s}$

- Na espaçonave Coração de Ouro há um campo gravitacional artificial (fictício, pois, pelo que sabemos, não é possível criar campos gravitacionais artificiais) de valor igual a metade do campo terrestre. Qual seria a velocidade atingida por uma xícara de chá que caísse de uma mesa de 80 cm de altura? Compare este valor com o que teria na Terra e na Lua. (Não se esqueça de transformar as unidades de medida).

Neste caso,  $h = 0,8 \text{ m}$ . e  $g = 5 \text{ m/s}^2$ , logo

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 0,8} = \sqrt{8} = 2,8 \text{ m/s}$$

Na Terra, teríamos  $v = 4 \text{ m/s}$ , enquanto na Lua  $v = 1,6 \text{ m/s}$ .

- Aqui na Terra, jogar algo leve, como o livro *Guia dos mochileiros da galáxia*, para alguém no andar de cima ou no telhado, é uma tarefa relativamente simples. Jogar objetos para cima na Lua seria:
  - Impossível, em razão da ausência de gravidade.
  - Um pouco mais difícil, pois o peso seria 6 vezes menor, mas a massa seria 6 vezes maior.
  - Igualmente fácil, pois a massa não se altera, havendo apenas uma redução de um sexto no peso.



- d) Um pouco mais fácil, porque o objeto seria aparentemente 6% mais leve.
- e) Muito mais fácil, pois mesmo lançado à mesma velocidade, atingiria uma altura 6 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 ( $h_{\text{máx}}$ ) dada na tabela acima, que mostra que a altura máxima é inversamente proporcional à intensidade do campo gravitacional.*

4. Imagine um dos esportes presentes nos Jogos Olímpicos. Como você imagina que esse 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 alturas seriam mais altos,*

*o lançamento de dardos teria um alcance 6 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 abaixo, 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 aquela rua íngreme antes de chegar em casa.
- d) Empurrar um carrinho cheio de compras no mercado.
- e) Pular o muro de casa porque 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.*

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

### Livros que poderiam ser alternativas ao *Guia dos mochileiros das galáxias*

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 publicado, é um livro difícil de ser encontrado, sendo, porém, relativamente comum e barato em lojas de livros usados.

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

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 publicado, é um livro difícil de ser encontrado, sendo, porém, relativamente comum e barato em lojas de livros usados.

**Preço médio:** R\$ 25,00. Número de páginas: 142.

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\$ 31,00. Número de páginas: 311.

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

**Síntese:** 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. 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\$ 25,00. Número de páginas: 251.

Mais alguns livros poderiam ser incluídos nessa lista, como *2010: uma odisséia 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 de 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.

CLARKE, Arthur. *2010: uma odisséia no espaço II*. 4ª edição. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

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

ASIMOV, Isaac. *Nêmesis*. Rio de Janeiro: Record, 1989.

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

## 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.

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 onde 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.

HEIDMANN, Jean. *Inteligências extraterrestres*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

Livro que discute a pesquisa a respeito da possibilidade de existência de civilizações extraterrestres.

SALLUM, Erika; LOPES, Juliana. *O superlivro dos filmes de ficção científica*. Coleção Cinema volume 1. São Paulo: Abril, 2005.

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 geral dos corpos celestes, iniciando pelo Sistema Solar, 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: 15 jun. 2008.

Texto sobre algumas das principais constelações constituídas pelos povos indígenas do Brasil.

Gref – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. 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: 15 jun. 2008.

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

SCARANO JR., Sérgio. *O que aconteceu com Plutão?* Documento eletrônico em formato PDF. Disponível em <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2008.

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

CHEVALLEY, Patrick. Cartas do céu. Programa de computador. 2004. Disponível em <<http://www.stargazing.net/astropc/download.html>>. Acesso em 19 jun. 2008.

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

OLIVEIRA FILHO, Kepler S. O. e SARAIVA, Maria F. O. *Astronomia e astrofísica*. Página da internet. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/>>. Acesso em: 19 jun. 2008.

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

**Telescópios na Escola.** Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>>. Acesso em: 19 jun. 2008.

O programa educacional Telescópios na Escola visa o ensino em ciências utilizando telescópios robóticos para a obtenção de imagens dos astros em tempo real. Os telescópios são operados através de uma página *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.

### Observatório Astronômico.

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

### 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*, apresenta-se 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.

### Filmes

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

Filme baseado no romance homônimo de Douglas Adams.

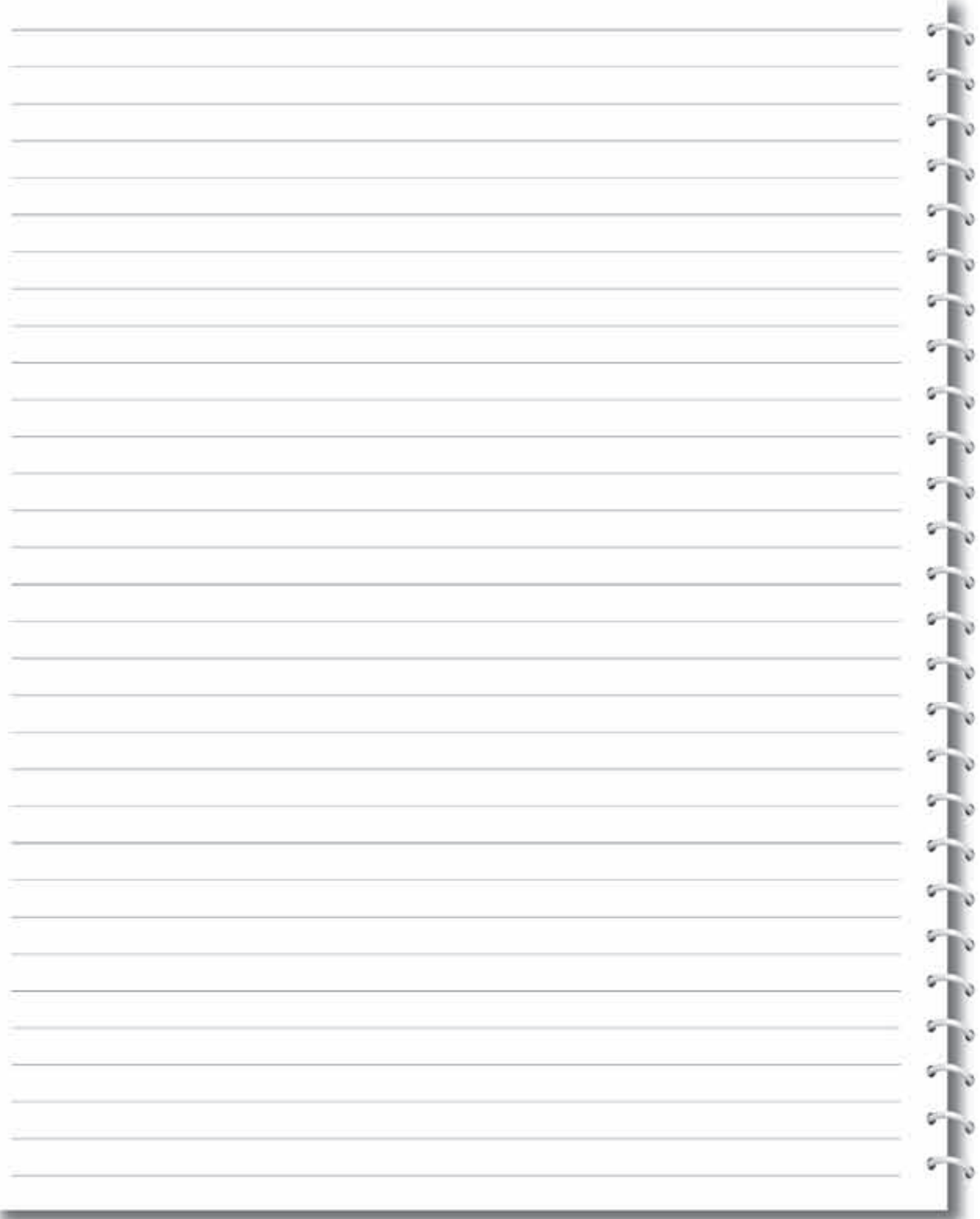
## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Astronomia tem estado distante das salas de aulas no Ensino Médio de ciências. Dentre os componentes curriculares da área, a Física é aquela que apresenta a maior afinidade com a Astronomia, pois esta se vale intensamente de conceitos físicos e da metodologia matemática da Física para a compreensão de seu objeto de estudo. Para nós, professores de Física, essa é uma oportunidade de abordar um dos tópicos da ciência que mais apaixonam os estudantes, sem precisar desviar demais dos programas de nosso componente curricular. Além disso, é uma imensa oportunidade de aprofundar um conhecimento que quase sempre também é do interesse do professor de Física.

Neste Caderno, procuramos abordar o Universo e os elementos que o compõem por meio

de uma variedade de estratégias que envolvem habilidades matemáticas, mas também a linguagem oral e escrita, sem descuidar do caráter de curiosidade que os temas são capazes de despertar nos estudantes. Na Situação de Aprendizagem final, introduzimos o conceito de gravidade, que será fundamental na compreensão das atividades que vêm a seguir. Procuramos manter a linha da criatividade e imaginação, usando exemplos tirados da ficção científica e das principais questões da exploração espacial. Acreditamos que este material é um primeiro apoio para que o professor possa abordar tais temas em sala de aula e, a partir daqui, encontrar e desenvolver novas possibilidades de tratamento dos assuntos fascinantes relacionados ao universo à nossa volta.

 *Anotações*



A spiral-bound notebook page with horizontal ruling lines. The spiral binding is on the right side.

 Anotações



A series of horizontal lines for writing, with a spiral binding on the left side.

