



DESAFIOS

PARTE I

José Leonardo Ferreira (UnB) e Luiz Bevilacqua (UFABC).

1. Você é um engenheiro de uma empresa SATPRO que projeta e fabrica satélites. A empresa que fabrica os lançadores (foguetes) comunica à SATPRO que só é capaz de injetar em órbita o satélite que sua empresa está projetando com uma rotação de 50 rotações por minuto (50 RPM) em torno do eixo X-X. A instrumentação embarcada no satélite requer, no entanto, uma rotação de apenas 10 RPM. Como você resolve este problema da maneira mais econômica possível? Outra empresa, PROSAT, soube do problema e também está na concorrência para resolver a questão.

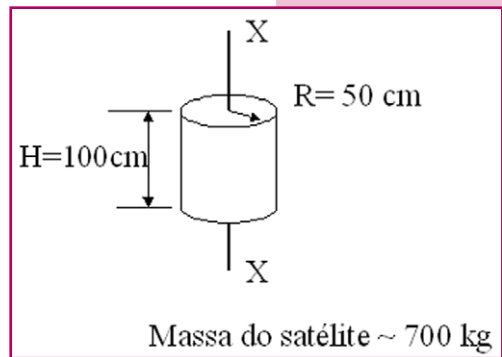


Figura 5.73.

Resposta: Uma das possíveis soluções é uma roda de ação (pode ser com aproximadamente 7 kg), que começa a girar (no mesmo sentido de rotação do satélite) quando o sistema Satélite-Roda estiver com 50 RPM. Admitindo que a distribuição das massas sejam iguais no satélite e na roda, a relação entre os momentos de inércia seria $I_s/I_r = 100$.

Usando a conservação do Momento Angular, chegamos à expressão: $(I_s/I_r)(W_{sf} - W_{si}) = W_r = 100 \times 40 = 4.000$ RPM.

2. Em Brasília, principalmente no inverno, vemos um belíssimo céu azul. No pôr-do-Sol, outro espetáculo, o céu adquire tons variados de vermelho que até inspiraram compositores como Djavan e Caetano Veloso. Qual a explicação para estes fenômenos?

PARTE II

Questões de várias edições da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). As respostas estão no sítio da OBA: www.oba.org.br/.

1. (IX OBA, 2006 – Ensino Médio). O movimento que os veículos espaciais descrevem em torno da Terra é governado pelas mesmas leis que regem o movimento dos planetas em torno do Sol. As bases dessas leis foram descobertas por alguns dos mais importantes cientistas que já existiram. Isaac Newton (1642-1727) formulou a Lei da Gravitação Universal, segundo a qual a força de atração entre dois corpos é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separam. Para formular essa lei, ele se baseou em três importantes leis da mecânica celeste, que foram anteriormente formuladas pelo astrônomo Kepler (1571-1630). Kepler, por sua vez, formulou suas leis para explicar as observações feitas por Tycho Brahe (1546-1601), astrônomo que fez o maior catálogo de observações dos astros celestes da época. As três leis de Kepler são enunciadas da seguinte forma:
 - i. Todo planeta descreve órbita elíptica ao redor do Sol, estando este num dos focos da elipse.
 - ii. A linha que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em iguais intervalos de tempo.
 - iii. A razão entre o quadrado do período da órbita e o cubo da distância entre os centros dos corpos envolvidos é uma constante.

Com base na terceira Lei de Kepler, é possível relacionar o período de uma órbita circular com o seu raio. Ou seja, é possível relacionar o tempo que leva o planeta para dar uma volta em torno do Sol com a distância entre os centros do Sol e do planeta. Aplicando essa mesma lei para a órbita da

Estação Espacial Internacional (ISS) em torno da Terra, é possível construir a tabela mostrada ao lado, que relaciona o período orbital com o raio de uma órbita circular.

A ISS gira em torno da Terra numa órbita circular de raio igual a 6.727 km, ou seja, a 350 km acima da superfície terrestre. Esse dado foi utilizado para a programação da missão espacial para a qual foi escalado o primeiro astronauta brasileiro a ir ao espaço. Pelos planos

iniciais, Marcos Pontes foi lançado ao espaço a bordo de uma nave russa em 29 de março de 2006. De acordo com a missão, ele deveria entrar a bordo da ISS às 04 horas e 13 minutos (horário de Greenwich) do dia 01 de abril de 2006, e deveria permanecer na ISS até as 17 horas e 12 minutos do dia 08 de abril de 2006 (também horário de Greenwich). Se esses dados forem confirmados, calcule e responda às questões abaixo.

- 3a. Quantas horas e minutos o astronauta brasileiro Pontes permaneceu no espaço a bordo da ISS?
 - 3b. Qual é o período orbital da ISS, em horas e minutos, quando o raio da sua órbita é aquele dado no parágrafo acima?
 - 3c. Quantas voltas o astronauta brasileiro deu em torno da Terra ao completar sua missão a bordo da ISS?
2. (VIII OBA, 2005 – 5º ao 9º ano). Os satélites de sensoriamento remoto são também chamados de satélites de observação da Terra. Em conjunto com os chineses, os cientistas brasileiros do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) desenvolveram o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, conhecido como Cbers. Por meio das imagens fornecidas pelo Cbers, pode-se construir mapas das cidades e verificar a poluição dos rios, lagos e oceanos. Para captar imagens, os sensores a bordo do Cbers ficam sempre apontados para a Terra.

PERÍODO E RAIOS DE ÓRBITAS CIRCULARES DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL	
PERÍODO (SEGUNDOS)	RAIO DA ÓRBITA CIRCULAR (KM)
5.248	6.527
5.369	6.627
5.491	6.727
5.614	6.827
5.738	6.927
5.862	7.027
5.988	7.127

2a. As imagens geradas a partir de satélites de sensoriamento remoto podem ser utilizadas para a confecção de diversos tipos de mapas. Uma característica fundamental para se definir a utilização de um mapa é a escala em que ele foi desenhado. A escala determina a proporção entre as dimensões reais de um objeto e as dimensões com que o mesmo é representado no mapa. Assim, por exemplo, se uma ponte mede 100 m e aparece em um mapa medindo 1 m, dizemos que a escala deste mapa é de 1/100. Sabendo-se que neste mapa o comprimento de uma rua é de 0,5 m, o comprimento real desta rua é de:

- a) 5 m b) 50 m c) 500 m
d) 5.000 m e) 50.000 m

2b. O Distrito Federal, cuja capital é Brasília, pode ser geometricamente representado por um retângulo cujos lados são aproximadamente iguais a 50 km e 100 km. Suponha que o Governo do Distrito Federal contrate você para desenhar um mapa do Distrito Federal. Considerando-se que o mapa será impresso no tamanho 5 cm x 10 cm em uma folha de papel, qual seria a escala mais adequada para representar o Distrito Federal, fazendo o melhor uso possível dessa folha?

- a) 1/100 b) 1/1.000 c) 1/10.000
d) 1/100.000 e) 1/1.000.000

3. (VIII OBA, 2005 – 5º ao 9º ano). Para efeitos práticos, admitese que a atmosfera terrestre tenha uma espessura de 100 km.



Figura 5.74. Atmosfera terrestre.

Acima dessa altitude, pode-se considerar a existência de vácuo, ou seja, a ausência de matéria. Se a Terra fosse uma laranja, a espessura da atmosfera seria equivalente à espessura da sua casca.

A atmosfera terrestre é constituída principalmente de nitrogênio e oxigênio. Em menor quantidade, o ozônio, o dióxido

de carbono e o vapor d'água também se fazem presentes. O ozônio filtra parte da radiação solar ultravioleta. No entanto, por causa de uma diminuição da quantidade de ozônio (provocada por poluição atmosférica) e excesso de exposição ao Sol, estima-se que a radiação solar ultravioleta será responsável por mais de cem mil casos de câncer de pele no Brasil em 2005. Portanto, apesar de fina, quando comparada ao raio da Terra (6.378 km), é esta “frágil” camada que permite a preservação da vida na Terra.

Para a conclusão da montagem da Estação Espacial Internacional (ISS), a qual o Brasil ajuda a construir, que orbita a 350 km acima da superfície da Terra, será necessário que alguns astronautas saiam da estação para efetuar o que se chama atividade extraveicular.

Considerando estes fatos, assinale, dentre as alternativas abaixo, quais são verdadeiras (V) e quais são falsas (F):

- a) () Tendo em vista que estará executando atividade física fora da ISS, é de se supor que o astronauta transpire e se sinta cansado. Nessa situação, nada impede que ele remova o capacete para tomar um “ar fresco”.
- b) () Como o som não se propaga no vácuo, astronautas executando atividade extraveicular devem fazer uso de dispositivos especiais para se comunicarem.
- c) () Devido à falta de filtragem da radiação solar ultravioleta pela atmosfera, os astronautas em atividade extraveicular devem usar capacete com visor especial, que filtre e reflita a radiação solar nociva.



SALA DE PESQUISA

Artigos e livros

CARLEIAL, A. B. **Uma breve história da Conquista Espacial.** In: Parcerias Estratégicas. Brasília: Centro de Estudos Estratégicos (CEE), N. 7, P. 21-30, outubro de 1999.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FONSECA, I. M. **O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,** Inpe e o Programa Espacial Brasileiro. In: Souza, P. N.; Fonseca, I. M. AEB ESCOLA – Programa de formação continuada de professores. São José dos Campos: Inpe, 2004. (INPE – 12213-PUD/165)

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1989, 308p.

SANTANA, C. E., COELHO, J. R. B. O Projeto Cbers de Satélites de Observação da Terra. In: **Parcerias Estratégicas.** Brasília: Centro de Estudos Estratégicos, n 7, p. 203-210, out. 1999.

SOUZA, P. N **Curso Introdutório em Tecnologia de Satélites (CITS).** São José dos Campos: Inpe, abril de 2003. (INPE – 9605-PUD/ 167)

STEFFEN, A. C., Moraes E. C. **Introdução à radiometria.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, VII. Curitiba, 10-14. Maio, 1993. Tutorial. São José dos Campos: Inpe, 1993. 7p.

CD-ROM

DIAS, N. W.; BATISTA, G; NOVO, E. M. M.; MAUSEL, P. W.; KRUG, T: Sensoriamento remoto: aplicações para a preservação,

conservação e desenvolvimento sustentável da Amazônia. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), 2003. 1 CD-ROM educacional. Disponível em: www.ltid.inpe.br/cdrom/. Acesso em: 22 mar 2006.

Sítios

Sítio da Embrapa com imagens de satélite de todos os estados brasileiros. <http://www.cdbrasil.cnpem.embrapa.br/>

Sítio da Divisão de Geração de Imagens do Inpe
<http://www.dgi.inpe.br/>

Earth Observatory –
http://earthobservatory.nasa.gov/newsroom/newimages/images_index/

Our Earth as Art – <http://landsat.gsfc.nasa.gov/earthsart/>

Earth from Space – <http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/efs/>

The gateway to Astronaut Photography of Earth
<http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/>

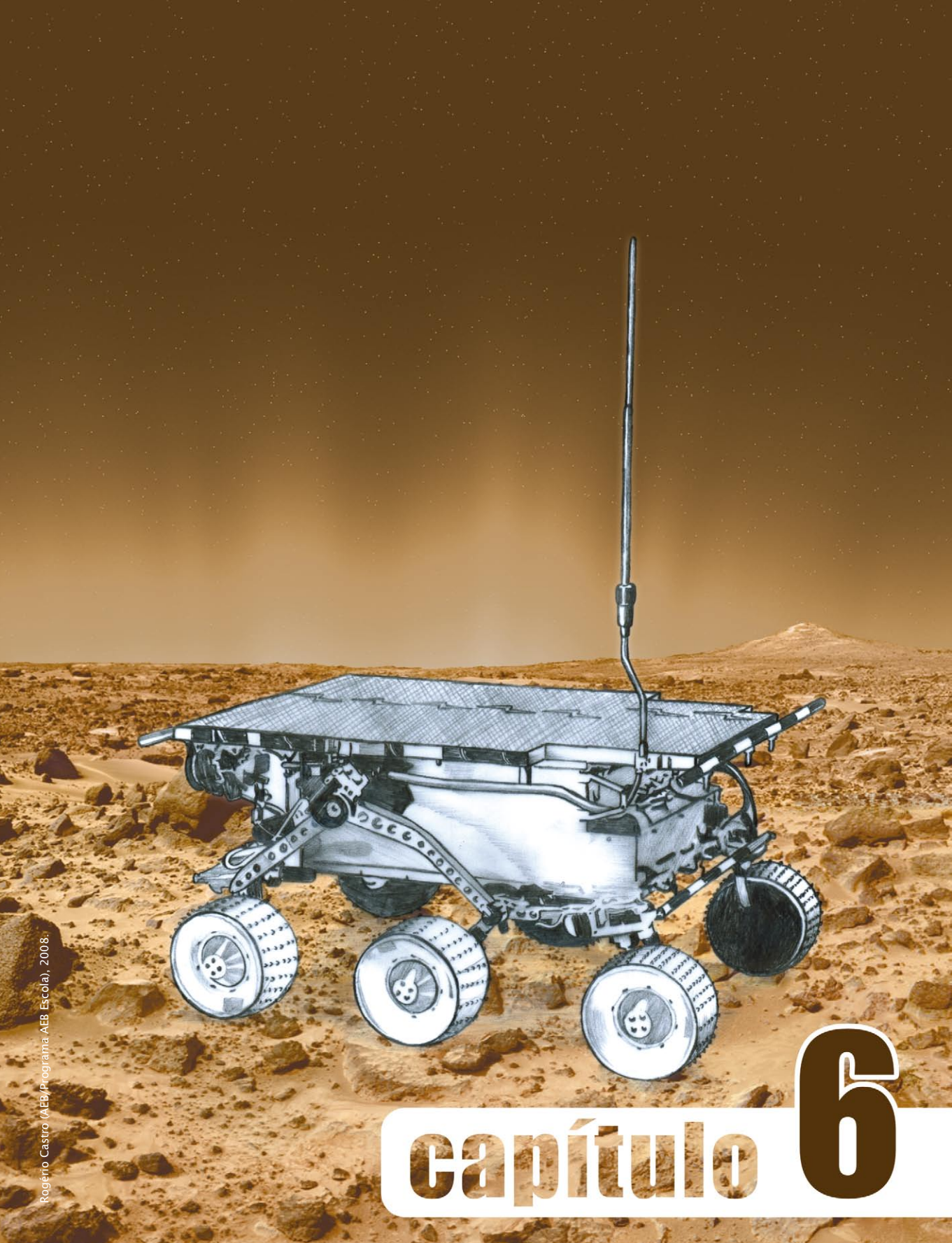
Visible Earth – Nasa – <http://www.visibleearth.nasa.gov/>

UFRGS -
<http://www.sct.rs.gov.br/programas/mosaico/index.htm/>

SAUSEN, T. M. Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais.
http://www.herbario.com.br/fotomicrografia07/senso_aplic_rec_natur.htm/

Galeria de fotos – Solo
<http://www.inpe.br/programas/mecb/Port/fotos/solo.htm/>

Estrutura Mecânica
<http://www.laser.inpe.br/equars/estruturamec.shtml/>



Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola), 2008.

capítulo 6

NOVAS FRONTEIRAS

Salvador Nogueira

Imaginação é uma qualidade essencial a qualquer cientista. Essa habilidade – que permite fazer uma ponte entre fatos aparentemente desconexos – é o berço da maioria das grandes descobertas. Entretanto, imaginação demais, sobretudo delineada pela vontade de acreditar em determinadas idéias a despeito das evidências, pode levar a equívocos monumentais.

Foi sobre esse terreno frágil que se alicerçaram os estudos de um dos mais influentes astrônomos do final do século 19, início do século 20 – o americano Percival Lowell. Tudo começou quando ele tomou conhecimento dos trabalhos de um colega italiano, Giovanni Schiaparelli (1835-1910). Imediatamente após saber deles, Lowell decidiu investir parte de sua fortuna na construção de um observatório em Flagstaff, Arizona, dedicado, sobretudo, aos estudos do planeta Marte.

E, pouco depois de ter feito suas primeiras observações, em 1895, Lowell tinha conclusões estonteantes a apresentar. Com seu primeiro livro sobre o assunto, *Mars* [Marte], nascia a lenda dos famosos canais marcianos. Ele escreveu:

A primeira pista que o mundo teve de sua existência foi quando Schiaparelli viu algumas das linhas em 1877, agora 18 anos atrás. O mundo, entretanto, estava tudo menos preparado para a revelação, e, quando ele anunciou o que havia visto, prontamente decidiram desacreditá-lo. Schiaparelli teve o infortúnio de estar à frente de seu tempo, e infortúnio ainda maior de permanecer

Percival Lowell
(1855-1916), magnata americano que decidiu investir sua fortuna nas pesquisas astronômicas. Seu legado foram as especulações sobre os canais de Marte e a busca por um planeta "X", além de Netuno. Ambas se mostraram perda de tempo, mas Lowell, graças a elas, popularizou como nunca a astronomia.

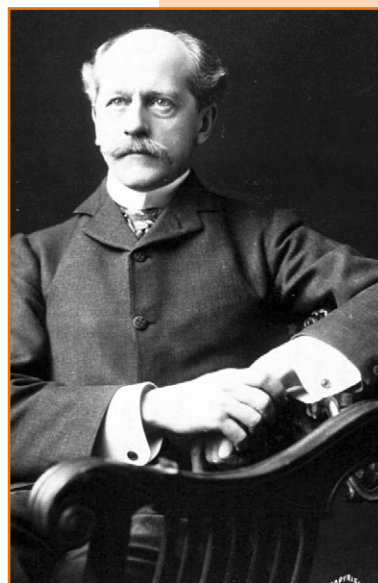


Figura 6.1. O astrônomo americano Percival Lowell.

The Internet Encyclopedia of Science.
<http://www.daviddarling.info/encyclopedia/L/LowellP.html>

assim; pois não só ninguém mais viu as linhas naquela oposição [ocasião que ocorre a cada 18 meses, em média, favorecendo a observação de Marte da Terra], como ninguém conseguiu fazê-lo nas subseqüentes. Por muitos anos o destino permitiu que Schiaparelli as tivesse todas para si mesmo, uma confiança que ele amplamente retribuiu. Enquanto outros duvidavam, ele foi de descoberta em descoberta. O que ele havia visto em 1877 não era tão intrigante, em vista do que viu depois. Suas primeiras observações poderiam bem ter sido de simples estuários, longas rachaduras naturais correndo sobre os continentes, assim cortando-os em dois. Suas observações posteriores eram muito peculiares para serem explicadas mesmo por uma configuração tão improvável assim da superfície marciana. Em 1879, os *canali*, como ele os chamou (canais naturais ou construídos, a palavra pode ser assim traduzida, e é no segundo sentido que ele hoje as considera), mostraram-se mais retos, e ele distinguiu mais deles. Finalmente, perto do fim do ano, Schiaparelli observou, numa noite, o que o chocou como um fenômeno muito intrigante, a duplicação de um dos canais: dois canais paralelos subitamente apareceram onde apenas um havia sido visto antes. O paralelismo era tão perfeito que suspeitou de ilusão de óptica. Não pôde, entretanto, constatar nenhuma ao mudar seus telescópios ou lentes oculares. O fenômeno, aparentemente, era real. (LOWELL, 1985, pp.77-79).

Numa narrativa envolvente, o astrônomo americano preparava o terreno para apresentar sua hipótese extraordinária: a de que

esses canais extensos, que segundo ele recortavam o planeta de cima a baixo, estavam sendo construídos por uma civilização marciana avançada, que tentava sobreviver em meio a um violento processo de desertificação de seu mundo.

A audácia de Lowell gerou enorme conflito na comunidade científica. Em primeiro lugar, nem todo mundo conseguia ver os tais canais (que, no fim das contas, acabaram sendo re-
futados como meras ilusões de óptica). Mas o mais difícil mesmo era aceitar essa quantidade de pressupostos, sem base observacional, que levavam o americano a decretar a existência de uma civilização marciana.

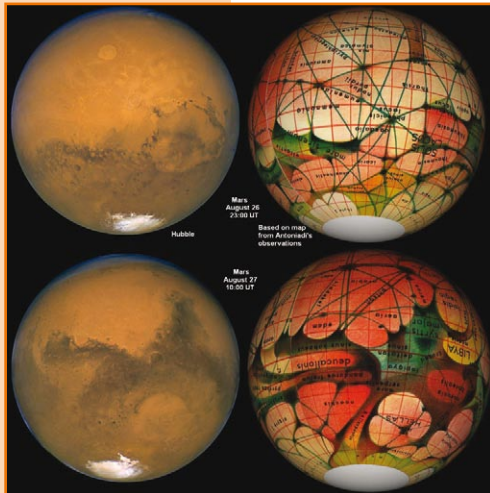


Figura 6.2. Comparação de Marte fotografado pelo Telescópio Espacial Hubble e "mapeado" por Percival Lowell, no início do século 20. Note que os canais se misturam a traços reais da superfície marciana.

A despeito disso, o gênio estava fora da garrafa. Com o sucesso das idéias de Lowell, sobretudo entre os populares, surgiu um sem-número de publicações de ficção científica baseadas na premissa, a começar por “A Guerra dos Mundos” [*The War of the Worlds*], do escritor inglês H.G. Wells, de 1898. No livro, o romancista leva adiante a premissa de Lowell – confrontados pela escassez de recursos em Marte, os marcianos decidem invadir e pilhar a Terra (o tema foi adaptado várias vezes para o cinema, mais recentemente por Steven Spielberg, em 2005).

Tão crível quanto a teoria de Lowell era a ficção de Wells. Tanto que, em 1938, ou seja, quarenta anos após a publicação original do livro, o radialista americano Orson Welles causou pânico nos Estados Unidos ao simular a dita invasão numa transmissão de rádio, como um “especial” de comemoração do *Halloween*, o dia das bruxas. Milhões de pessoas não ouviram os alertas de que se tratava de uma ficção, acreditaram ser verdade o que ouviam. Houve quem comesse suicídio.

Entre os cientistas, a idéia não estava em alta. Lowell já havia sido refutado por grandes pesquisadores, seus contemporâneos – o mais célebre deles, Alfred Russel Wallace (1823-1913), naturalista britânico co-descobridor da evolução das espécies pela seleção natural, independentemente do também britânico Charles Darwin (os trabalhos dos dois a esse respeito foram publicados simultaneamente, em 1858).

Para derrubar a premissa lowelliana, Wallace escreveu um livro chamado *Is Mars Habitable?* [Marte é habitável?], em 1907. Lá, o naturalista britânico pela primeira vez colocou as especulações a respeito do planeta vermelho sobre bases sólidas, indicando que todas as evidências observáveis e experimentais apontavam para um Marte frio e seco, com muito menos radiação solar do que a disponível na Terra para aquecer sua superfície. Também apontou que a baixa pressão atmosférica não permitiria a manutenção de água em estado líquido e que não havia sinais de vapor d’água na atmosfera marciana. Encerrou a discussão:



Astrobiólogos:
especialistas da astro-
biologia, ciência que
estuda as origens
e a prevalência da
vida no Universo.

A conclusão dessas três provas independentes, que se impõem umas às outras como fatores múltiplos com seus respectivos pesos, é, portanto, irresistível: vida animal, especialmente em suas formas mais desenvoltas, não pode existir no planeta. Marte, portanto, é não só desabitado por seres inteligentes como os que o Sr. Lowell postula, mas é totalmente INABITÁVEL. (WALLACE, 1907. p.110).

Nos círculos populares, a discussão durou até a Era Espacial, quando sondas foram a Marte e demonstraram que Wallace estava certo, e Lowell, errado. Mas o que unia todos esses homens? Fosse na análise implacável do naturalista britânico ou na narrativa espetacular do astrônomo americano, a discussão na verdade tinha apenas um foco: a água.

De fato, é o que une os **astrobiólogos** até hoje. Com uma compreensão tão tênue do que é a vida (e, ainda assim, baseada apenas nos exemplos conhecidos, todos terrestres), o único denominador comum que eles puderam encontrar para a busca de seres vivos fora da Terra era a presença de água, em estado líquido e em abundância.

Faz sentido. Afinal, nós, seres humanos, somos 65% compostos por água (outras criaturas chegam a taxas maiores). E é a composição singular da água que permite a reação de diversas moléculas orgânicas responsáveis pelos processos vitais. Talvez exista uma maneira de haver vida sem água, mas até hoje ninguém conseguiu imaginar como.

Tomando por base essa premissa, as primeiras décadas da Era Espacial foram um balde de gelo para os entusiastas da vida extraterrestre. Marte era frio demais; Vênus era quente demais. Nenhum dos dois parecia ter condições para abrigar água líquida e, por consequência, criaturas vivas. Quanto aos demais planetas, estavam longe demais da chamada Zona Habitável para serem considerados seriamente. Tudo parecia se encaminhar para uma solidão terrestre no quesito vida, ao menos no Sistema Solar. Mas as coisas começaram a mudar nos anos 1990, graças a duas revoluções – uma ocorrida na Terra e outra nas profundezas do espaço.

VIDA EM TODO LUGAR AQUI

Durante a maior parte da história registrada da biologia como ciência, os estudiosos acreditaram que a chamada “biosfera” (conjunto de regiões da Terra onde existem todas as criaturas vivas) recobria apenas uma camada muito fina do planeta. Segundo esse preceito, nada que estivesse a muitos quilômetros de altitude, em meio à rarefeita alta atmosfera terrestre, ou a uma profundidade de muitos quilômetros, sob o leito dos oceanos, poderia sobreviver a essa experiência.

Um experimento acidental que começou a demonstrar, neste caso, a falta de imaginação dos cientistas para pensar o impensável aconteceu graças ao Projeto Apollo, que levou seres humanos à superfície da Lua. Uma das principais metas da segunda missão a descer no solo lunar, a Apollo 12, era demonstrar a possibilidade de realizar uma alunissagem de precisão. Para isso, o comandante da missão, Pete Conrad, tinha de conduzir o módulo lunar o mais perto que conseguisse da sonda Surveyor 13, uma das várias naves não-tripuladas que pavimentaram o caminho para as missões humanas nos anos 1960.

Com sua precisão de piloto de caça, Conrad fez um excelente trabalho e deixou sua nave a menos de 300 metros da Surveyor 13. Passou então a fazer parte de sua missão ir até ela e recuperar algumas das peças, para que elas fossem reexaminadas em terra, depois de passarem um longo período de tempo expostas ao vácuo do espaço (nunca é demais lembrar que a Lua não possui atmosfera).

Os resultados, contudo, acabaram sendo muito mais recompensadores. Quando os cientistas foram analisar partes da câmera da Surveyor 13 trazidas de volta ao planeta, descobriram uma colônia de bactérias, viva e bem! Elas embarcaram por acidente na nave não-tripulada e passaram uma temporada de férias nada aprazível de um ano e meio na Lua antes de serem trazidas de volta para casa. Entraram num estado de “hibernação” (diz-se que elas se transformam em **esporos**) e retornaram à vida assim que as condições externas melhoraram. O achado extraordinário acabou se tornando a principal marca da missão, levando



Esporos: em biologia, chamam-se esporos as unidades de reprodução das plantas. São também denominados esporos as formas latentes de muitos animais ou seus embriões, de protistas e de bactérias.



Figura 6.3. Pete Conrad, fotografado por Alan Bean, recolhe peças da sonda Surveyor 3, durante a missão Apollo 12, em novembro de 1969.

Pete Conrad a declarar, após a volta, que sempre achara que a coisa mais importante que eles haviam trazido da Lua eram aquelas bactérias. O fato realça bem como a exploração espacial é um empreendimento tão envolto no desconhecido que normalmente seus maiores benefícios são aqueles que não se podem prever de antemão.

Claro, como um experimento não-controlado e não-planejado, ele ainda carece de verificação contundente (há quem diga que a contaminação bacteriana aconteceu

após o retorno à Terra, o que teria eliminado das bactérias a desagradável e inadvertida tarefa de sobreviver na Lua por mais de um ano). Ainda assim, os resultados pareciam sugerir que a vida podia ser mais resistente do que antes se pensava.

E a sensação foi se tornando uma certeza ao longo dos anos, até que, na década de 1990, surgiu uma verdadeira explosão de estudos sobre uma nova categoria de criaturas vivas: os extremófilos. Não é difícil entender de onde eles ganharam esse nome. O sufixo “filo” diz respeito a “apreciação”, e o prefixo “extremo”, a “condições extremas”. Ou seja, são as criaturas que apreciam condições extremas.

A cada dia, os biólogos avançam mais aqui na Terra no estudo desses seres – e sempre são surpreendidos pela incrível capacidade de adaptação das formas de vida. É só ir a um lugar e coletar uma amostra onde eles supunham ser impossível a existência de qualquer organismo para vê-lo fervilhando com vida. Normalmente, essas criaturas são microbianas – o que faz supor que talvez exista uma barreira para que os extremófilos atinjam formas muito desvolutas –, mas alguma vida é bem melhor que nenhuma vida.

Os cientistas já tropeçaram em criaturas que vivem nas fossas abissais dos oceanos, onde nenhuma luz do Sol pode chegar, ou entrancheirados nas profundezas da Terra, bombardeados pelo calor

interno do planeta, mas isolados do mundo exterior. Organismos já foram coletados na alta atmosfera, e há os que resistem incrivelmente à radiação e às mais extraordinárias variações de pressão. Ou seja, aqui na Terra há vida para todos os gostos, e nosso mundo está fervilhando de organismos, muito mais do que se supunha até hoje. Desnecessário dizer que apenas uma ínfima fração dessas criaturas foi catalogada.

Isso ressuscitou as esperanças de que a vida tenha conseguido se adaptar mesmo em mundos aparentemente inabitáveis, como Marte e Vênus. No primeiro, sabe-se que o subsolo possui gelo de água, que, ocasionalmente, pode se tornar líquido. No segundo, a alta atmosfera possui temperatura amena e, embora a química não favoreça formas de vida como as terrestres, é concebível que outras categorias, mais exóticas, possam existir.

Mas a grande surpresa mesmo foi a demonstração de que, mesmo na Terra, existem algumas formas de vida que não dependem do Sol – vivem nas entranhas do planeta, indiferentes ao que se passa do lado de fora. Com isso, as buscas por vida podem se libertar dos grilhões da Zona Habitável e sondar outros objetos celestes – contanto que eles possuam alguma outra forma de energia disponível para alimentar o metabolismo dessas criaturas. É onde entram as grandes descobertas feitas lá fora a partir das missões americanas Voyager.

VIDA FORA DA ZONA HABITÁVEL?

Em 1979, as duas Voyager passaram por Júpiter, em sua longa jornada rumo às fronteiras externas do Sistema Solar. A primeira delas passou tão depressa e num ângulo tão desfavorável que pouco permitiu a observação dos principais satélites jovianos. Mas a Voyager 2 conseguiu obter algumas boas



Figura 6.4. Poço de uma mina com 2.850 metros de profundidade na África do Sul, onde cientistas encontraram em 2006 formas de vida que vivem isoladas lá há milhões de anos.

Duane Moser/Desert Research Institute.



Figura 6.5. Imagem da superfície de Europa obtida pela Voyager 2.

imagens de Europa, uma das luas geladas descobertas por Galileu em 1610.

Os cientistas esperavam encontrar um mundo frio, velho e esburacado, como costumam ser as luas (inclusive a nossa). Qual não foi a surpresa deles quando as primeiras imagens de Europa começaram a preencher os telões no Laboratório de Propulsão a Jato (JPL) da Nasa, em Pasadena, na Califórnia, e uma superfície completamente diferente da esperada se revelou diante dos seus olhos. A maioria dos pesquisadores ficou pasma. O primeiro a reagir foi o astrônomo Carl

Sagan. “Percival Lowell estava certo!”, ele disse. “Só que os canais estavam em Europa!”.

Brincadeiras à parte (Europa não tem canais), a superfície relativamente recente e toda riscada daquela lua sugeria processos até então não considerados seriamente pelos cientistas. Em vez de um mundo velho e morto, eles encontraram um corpo celeste com processos dinâmicos e recentes – uma superfície que denunciava coisas muito mais interessantes sob a superfície de gelo daquela lua.

Foi preciso esperar quase duas décadas para desvendar o mistério. Ele começou a se render quando a sonda Galileo visitou o sistema joviano. Diferentemente das Voyagers, que estiveram em Júpiter só de passagem, a Galileo foi lá para ficar – passou alguns anos em órbita ao redor do maior planeta do Sistema Solar, estudando aquele mundo gigante e suas luas fascinantes.

Sobrevôos mais constantes sobre Europa ajudaram a estabelecer hipóteses mais consistentes sobre o que está ocorrendo naquela lua. Hoje, os cientistas têm quase certeza de que, sob uma espessa camada de gelo superficial, esconde-se em Europa um oceano global de alguns quilômetros de profundidade. E esse oceano seria composto de água salgada!

Mas como é possível? Europa está bem longe da Zona Habitável. Girando ao redor de Júpiter, sua temperatura na superfície é de mais de uma centena de graus Celsius abaixo de zero. Água, ali, se manifesta como rocha sólida. E se o Sol está tão distante, de onde vem a energia para criar um oceano líquido sob a superfície? A chave para decifrar o mistério é a gravidade de Júpiter, e um efeito bem conhecido na Terra: as marés.

A gravidade exercida pela Lua sobre nosso planeta é capaz de movimentar as águas (e, de forma quase imperceptível, as massas de terra) para lá e para cá. A mesma coisa, só que muito mais intensa, ocorre no interior de Europa, conforme aquela lua gira em torno de Júpiter. Como o planeta gigante tem muito mais massa que a Terra ou a Lua, o efeito de maré que ele provoca em Europa é mais intenso do que qualquer coisa que tenhamos visto por aqui. Esse bamboleio para lá e para cá, que literalmente sacode o interior europeano, faz com que a água ganhe energia suficiente para se liquefazer e se manter nesse estado.

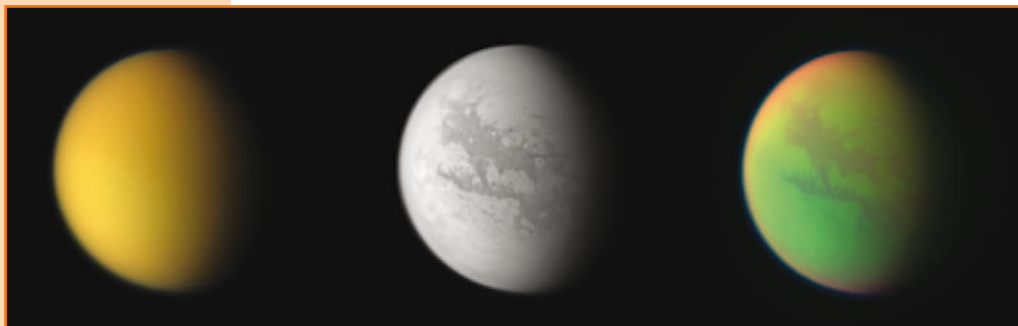
Mais do que isso, a dinâmica da lua claramente envolve o constante congelamento e derretimento de massas de água, o que explicaria os traços relativamente recentes na superfície congelada.

O pensamento convencional dos astrobiólogos é o de que o elemento essencial à vida é a água. Será que, sob a superfície congelada de Europa, existem seres vivos habitando seu oceano interno? Se a versatilidade das formas de vida na Terra servir como termômetro, a única resposta possível é: sim. Afinal de contas, os estudos com extremófilos têm mostrado que há, aqui mesmo, criaturas vivas capazes de sobreviver sem a energia solar – vivendo somente do que o interior terrestre fornece.

Resultados mais controversos que os de Europa sugerem que outras duas luas de Júpiter, Calisto e Ganimedes, talvez também tenham oceanos de água sob suas superfícies de gelo. Moral da história: somente ao redor de Júpiter podemos ter três mundos com condições que, talvez, sejam mais favoráveis à vida do que poderíamos imaginar antes da Era Espacial.

Ao redor de Saturno, o planeta gigante seguinte, as coisas não são tão diferentes. As Voyagers, em 1980, já haviam mostrado que pelo menos uma das luas saturninas merecia atenção especial: Titã. Trata-se do segundo maior satélite natural do Sistema Solar (perde apenas para Ganimedes, de Júpiter). Além de seu porte respeitável (maior que o planeta Mercúrio), Titã também possui uma atmosfera muito espessa – o que, por si só, derruba a tese de que Marte necessariamente não poderia ter uma atmosfera mais densa do que a atual, por falta de gravidade para segurá-la; o planeta vermelho é maior que Titã, e no entanto sua atmosfera é muito mais rarefeita. (Talvez essa comparação também ajude a reforçar a noção de que é quase impossível prever a evolução de um corpo de dimensões planetárias – é possível dar bons palpites com base na distância dele ao Sol, mas outros fatores, de natureza histórica e imprevisível, também influenciarão muito no desfecho da evolução de um dado mundo.)

Recheado de compostos orgânicos (moléculas complexas baseadas em carbono, que servem como base molecular da vida como a conhecemos), Titã é tido pelos cientistas como uma espécie de Terra primitiva – eles acreditam que a lua saturnina seja muito parecida com o que nosso planeta era no começo de sua história. A diferença na evolução dos dois astros é que a Terra, mais próxima do Sol, evoluiu, enquanto Titã, mais distante, ficou “congelado”, mantido para sempre em seu estado primitivo.



Nasa. www.nasa.gov/

Figura 6.6. A sonda Cassini obtém imagens da lua Titã que mostram a densa névoa que a recobre (esquerda). Em algumas frequências, é possível ver detalhes da superfície (centro). Na terceira imagem, uma combinação de filtros realça a atmosfera e a superfície ao mesmo tempo.

Daí não é um grande salto imaginar que Titã pode nos ajudar a entender como a vida surgiu em nosso planeta. E há cientistas ainda mais audazes, que supõem que talvez seja possível que existam formas de vida alienígenas lá – embora a temperatura baixíssima exija que seu metabolismo seja radicalmente mais lento do que o nosso, e a falta de água líquida talvez seja um problema incontornável.

Mas a maior surpresa vinda daqueles lados não partiu de Titã, e sim de uma pequena lua chamada Encélado. Com apenas 500 quilômetros de diâmetro, ela era vista como um ambiente simples e desinteressante, até a chegada da sonda Cassini ao sistema de Saturno. A exemplo do que a Galileo fez por Júpiter, a Cassini está reforçando o conhecimento que adquirimos de forma apressada com a passagem das Voyagers e, com isso, trazendo seu próprio pacote de surpresas.

Ao sobrevoar Encélado, a Cassini revelou um mundo extremamente ativo – com direito a gêiseres de água líquida e possíveis lagos sob sua superfície congelada. Novamente, é o efeito de marés em operação – muito embora, antes das observações, os cientistas considerassem impossível a existência de fenômenos como os vistos recentemente em corpos tão pequenos quanto essa lua saturnina.

Será que os lagos subterrâneos de Encélado podem abrigar vida? Hoje, ninguém é louco de descartar essa possibilidade. Faltam dados para apontar numa ou noutra direção.

O fato claro é que ainda há muito a ser descoberto em nosso próprio Sistema Solar. Talvez, *habitats* inteiros tenham sido desprezados até agora pelo simples fato de que em nada se parecem com os ambientes que a vida geralmente ocupa na Terra. E, para desvendar esses mistérios, será preciso

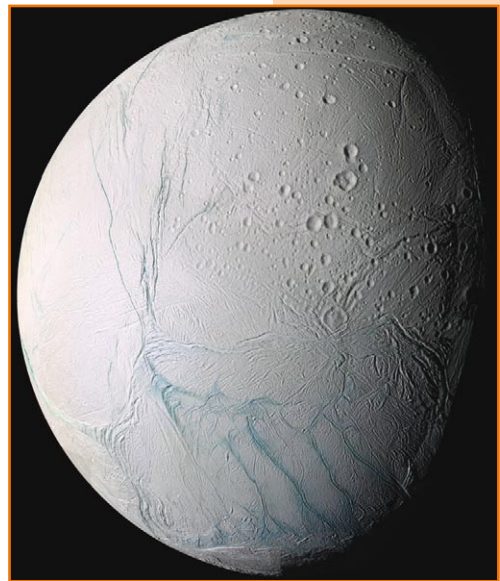


Figura 6.7. A pequena lua Encélado, fotografada pela sonda Cassini.

Nasa. www.nasa.gov/

prosseguir na exploração. Até agora, dos planetas gigantes, apenas Júpiter e Saturno receberam a visita de sondas orbitais que passaram longos períodos em seus arredores. Será que as luas de Urano e Netuno podem revelar surpresas similares? Só vendo.

E é importante considerarmos um pensamento avassalador: estamos falando de apenas um Sistema Solar – o nosso. O que será que pode se esconder ao redor das outras estrelas? Hoje, já conhecemos mais de 200 planetas fora do Sistema Solar, pertencentes a outros sistemas planetários. O Universo é cheio de possibilidades, e temos muito a aprender. Claramente, o melhor ainda está por vir. E já estamos, até mesmo aqui no Brasil, ensaiando os próximos passos desta escalada rumo ao Cosmos.

EXPLORANDO MUNDOS DISTANTES

Os planetas conhecidos hoje fora do Sistema Solar são muito diferentes dos que temos por aqui. Praticamente todos eles são gigantes gasosos, como Júpiter, mas não ficam tão distantes de sua estrela quanto o nosso Júpiter fica do Sol. Na verdade, muitos deles estão tão perto que chegam a completar uma volta – um “ano” daquele planeta – em uns dois ou três dias terrestres! Nos casos extremos, há planetas extra-solares (nome dado àqueles que ficam fora do Sistema Solar) cujo ano dura menos de um dia terrestre.

Claro que todos esses astros, tão próximos assim de suas estrelas, são inóspitos à vida. Primeiro, porque essa proximidade leva a temperaturas altíssimas – esterilizantes. Segundo, porque a composição química dos planetas gigantes gasosos (até onde se sabe) não costuma ser adequada ao surgimento e à evolução da vida como a conhecemos aqui na Terra.

Ninguém esconde, portanto, que o grande objetivo dos astrônomos caçadores de planetas, hoje, é encontrar astros análogos à Terra fora do Sistema Solar. O mais próximo que os cientistas chegaram disso até hoje foi descobrir um planeta com cerca de 7,5 vezes a massa terrestre. Com essa massa relativamente pequena, ele só

pode ser um planeta rochoso, não gasoso, o que é um passo adiante na busca. Ainda assim, não existe nenhum planeta rochoso de porte tão grande quanto esse no Sistema Solar – o que mais uma vez enfatiza a diversidade muito maior de mundos que podemos ter lá fora, comparada aos parâmetros de nosso sistema planetário.

A verdade é que a tecnologia ainda não está suficientemente madura, hoje, para a busca de planetas como a Terra. E o problema é que o brilho das estrelas-mãe é forte demais, de modo que é extremamente difícil captar a luz vinda de um planeta ao seu redor – ela é ofuscada.

A principal solução encontrada pelos astrônomos para detectar a existência dos planetas foi fazer observações indiretas. Eles monitoram uma estrela durante um longo período de tempo e, ao analisar sua luz, tentam identificar se ela está realizando um “bamboleio”, ou seja, deslocando-se levemente para um lado e para o outro ao longo do tempo. Esse “bamboleio” seria a “denúncia” de que existe um outro corpo, com brilho fraco demais para ser observado, girando ao redor da estrela, atraindo-a gravitacionalmente para lá e para cá conforme avança em sua órbita.

Quanto mais massa tiver um planeta e quanto mais próximo ele estiver da estrela, maior o “bamboleio” que ele provoca nela. Por isso a maioria dos planetas extra-solares descobertos até hoje é composta por astros gigantes e colados às suas estrelas.

Uma técnica alternativa, que já começou a ser usada com sucesso pelos cientistas, é observar a estrela e ver se ela passa por ligeiras reduções de brilho ocasionais, em períodos regulares. Essas reduções de brilho seriam um “sintoma” de que um planeta está passando à frente dela com relação aos observadores na Terra, impedindo que parte da luz que ela emite chegue até nós. Esse método (chamado de método do “trânsito”, porque envolve um planeta “transitando” à frente de uma estrela) não



Figura 6.8. Concepção artística do satélite franco-europeu Corot , que tem participação brasileira.

Cnes. http://smssc.cnes.fr/COROT/A_gallerie.htm/

é o mais comum hoje, mas deve crescer muito nos próximos anos e, se bobear, deve ser a técnica que irá revelar o primeiro planeta realmente parecido com a Terra.

As expectativas estão todas voltadas para um telescópio espacial chamado Corot (a pronúncia do nome é em francês, “corrô”). Desenvolvido pela Agência Espacial Francesa (Cnes) e pela Agência Espacial Europeia (ESA), com participação brasileira, o satélite ficará em volta da Terra observando outras estrelas e tentando detectar “trânsitos”, com uma precisão jamais atingida antes.

Livre dos inconvenientes da atmosfera terrestre, o Corot deverá encontrar pelo menos algumas dezenas de planetas com, no mínimo, 1,2 diâmetro terrestre – seriam os análogos mais próximos da Terra já vistos, detectados aos montes. “E não só poderemos detectar planetas como a Terra, mas planetas que estejam na Zona Habitável”, diz Eduardo Janot Pacheco, astrônomo do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo que serviu como ponte de contato para a inclusão do Brasil no projeto. Nosso país participa com uma estação de recepção de dados em Alcântara, no Maranhão, além da cooperação científica na análise das informações. O Corot foi lançado com sucesso no dia 27 de dezembro de 2006.

Mas esse é só o começo. A Nasa não quer ficar para trás nessas pesquisas, e está também preparando um concorrente direto para o Corot. Trata-se do satélite Kepler, que funciona sob os mesmos princípios e deve ser levado ao espaço em 2009. Logo depois dele, a Nasa pretende lançar a Space Interferometry Mission (SIM) [Missão de Interferometria Espacial]. Com o projeto, a agência americana quer aliar as técnicas de **interferometria** às vantagens de realizar observações fora da atmosfera terrestre. Embora tenha notáveis qualidades para a detecção de planetas extra-solares, a SIM promete revolucionar em diversos campos, como astronomia galáctica e extragaláctica.

Finalmente, para a próxima década, tanto a Nasa quanto a ESA têm planos para ambiciosas missões de busca de planetas terrestres



As técnicas de

interferometria:

utilizam as propriedades da própria luz para obter imagens muito mais nítidas, combinando os dados captados por diferentes telescópios numa única observação.

com flotilhas de naves espaciais, usando interferometria óptica. Esses sistemas seriam capazes não só de identificar planetas como a Terra numa escala sem precedentes como também de obter imagens desses objetos e detectar os principais componentes de sua atmosfera. Se encontrarmos um planeta similar ao nosso com fortes traços de oxigênio e vapor d'água, será difícil não pensarmos que existem seres vivos lá. Poderemos também mapear os continentes e oceanos desses mundos e responder, de uma vez por todas, sobre o quanto a vida deve ser rara ou abundante no Universo.

No caso da Nasa, a missão se chama Terrestrial Planet Finder [Localizador de Planetas Terrestres]. Já a versão da ESA, se chama Darwin, e deve sair do chão em torno de 2015. Antes disso, entretanto, a agência europeia pretende lançar um outro satélite, chamado Gaia, que fará um verdadeiro censo galáctico, estudando até 1 bilhão de estrelas na Via Láctea. A cada dia de operação, o satélite descobrirá, em média, cem novos asteróides no Sistema Solar e 30 novas estrelas com planetas. A expectativa é de que, ao final da missão, o Gaia tenha detectado entre 10 mil e 40 mil planetas extra-solares. Não é pouca coisa. A sonda será posicionada numa órbita solar a 1,5 milhão de quilômetros da Terra, após um lançamento marcado para o início da próxima década.

Não seria exagero dizer que os próximos 20 anos prometem ser os mais empolgantes da história da astronomia. Em grande parte, pela revolução no estudo dos planetas fora do Sistema Solar, mas também por outros desenvolvimentos. Afinal, nem só de planetas vive esse campo, que, no fim das contas, tem por objetivo desvendar todos os mistérios ocultos do Universo.

ASTRONOMIA E COSMOLOGIA DO FUTURO

É notável como, ao longo dos últimos quatro séculos, a humanidade construiu uma versão consistente da evolução do Universo, desde seu surgimento quente e denso. Hoje, temos um entendimento

razoável do surgimento e da evolução das principais estruturas do Cosmos (estrelas, galáxias, aglomerados, superaglomerados), que nos permitem fazer inferências e tirar conclusões sobre o passado e o futuro do Sol e de seus planetas – por consequência, do nosso futuro. Entretanto, quando olhamos mais de perto, vemos que nossos modelos são basicamente rascunhos, com muitas lacunas a serem preenchidas.



Nasa...www.nasa.gov/

Figura 6.9. O Telescópio Espacial Hubble visto de um ônibus espacial.

O fim do século 20 viu o surgimento dos mais poderosos instrumentos para a confirmação de nossas principais teorias e para o desvendamento dos detalhes ainda ocultos sobre os processos mais relevantes da natureza. Desnecessário dizer que a maior parte dessa instrumentação só obteve sucesso porque estava postada no espaço. E o principal ícone dessa revolução é o Telescópio Espacial Hubble, lançado pela Nasa em um ônibus espacial em 1990. De início, o

aparelho apresentou um problema com seu espelho (trata-se de um telescópio refletor, modelo que teve Newton como pioneiro), mas uma reforma realizada por astronautas, em pleno espaço, no ano de 1993, corrigiu o defeito, e o satélite se tornou a incrível ferramenta que é até hoje no estudo do Cosmos.

O Hubble talvez seja a estrela principal nessa constelação de telescópios espaciais, porque, além de ter sido o primeiro a ser lançado, ele “enxerga” de forma parecida com a dos humanos. Claro que isso é um exagero – na verdade, ele possui filtros de cores que realçam certas características da imagem e as tornam tudo, menos naturais –, mas o fato é que o forte do Hubble é a observação nas frequências da luz visível.

Entretanto, como vimos anteriormente, a luz visível consiste apenas numa pequena faixa de tudo que pode ser detectado em termos de ondas eletromagnéticas. Por isso, a Nasa sempre teve em mente que o Hubble seria apenas o primeiro de uma série

de “grandes telescópios espaciais”. Hoje, outros, equivalentes do Hubble para outras frequências, estão em operação: temos o Telescópio Espacial Spitzer, especializado em observações em infravermelho, o Observatório Chandra, voltado para os raios X, e o Swift, destinado aos raios gama. Isso sem falar no WMAP, voltado para a radiação cósmica de fundo (microondas), que deve ser superado pelo satélite europeu Planck em resolução. (Aliás, o Planck é muito aguardado pela comunidade científica, que espera resolver várias polêmicas sobre a natureza e a origem do Universo com base em suas observações.)

Essa copiosa quantidade de telescópios espaciais (que é reforçada por outros satélites menores de observação), por mais pródiga que seja, não muda o fato de que o seu primeiro representante, o Hubble, está ficando velho. A despeito das reformas ocasionais pelas quais ele passa, não está distante o dia em que ele fará suas últimas observações. Sua aposentadoria está marcada para o início da próxima década, e a Nasa já está planejando seu substituto: com um espelho muito maior, será lançado ao espaço antes de 2020 o Telescópio Espacial James Webb. Batizado em homenagem ao administrador da Nasa que conduziu a agência espacial à Lua na década de 1960, ele será a pérola dos astrônomos para estudos que vão de planetas extra-solares a pesquisas cosmológicas.

Com o Planck, o James Webb e os outros observatórios espaciais ainda em funcionamento, o mundo pode estar certo de que não faltarão imagens e descobertas espetaculares nos próximos anos. E, a bem da verdade, nem será preciso perscrutar as vastas distâncias do Cosmos para fazer grandes descobertas. As pesquisas realizadas em órbita da Terra também prometem suas próprias revoluções para os próximos anos. A vedete desses esforços, naturalmente, será a conclusão da construção da Estação Espacial Internacional (ISS).

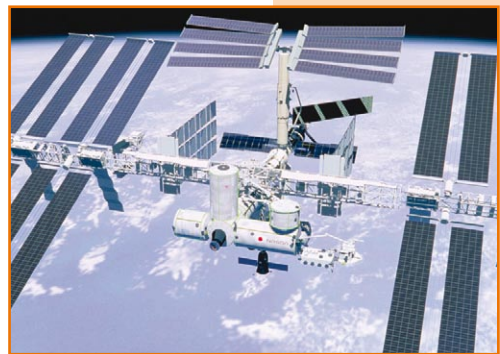


Figura 6.10. Ilustração da Estação Espacial Internacional.

Nasa. www.nasa.gov/

CIÊNCIA EM MICROGRAVIDADE

Ninguém questiona a realização técnica na montagem da incrivelmente complexa ISS – e a história longa e atribulada do projeto, com custo total estimado hoje em 100 bilhões de dólares, só reforça a noção de que nada mais ambicioso do que isso foi construído no espaço antes. A questão que muitos se fazem é: vai valer a pena?

Para responder a essa pergunta, em primeiro lugar é preciso entender do que estamos falando. Gostem ou não os críticos do projeto, a ISS é o único laboratório do mundo “equipado” com aparente falta de gravidade. Você pode não ficar muito impressionado com isso à primeira vista, mas muita coisa pode ser realizada em ciência num ambiente de microgravidade. Além de causar mudanças radicais no funcionamento do organismo humano, até mesmo em escala molecular, a microgravidade revela uma série de interações físicas e químicas mais sutis que são usualmente “camufladas” pela ação gravitacional exercida pela Terra nos laboratórios localizados no chão.

Outro bom exemplo de uso da microgravidade é no estudo de medicamentos. Praticamente tudo o que acontece no corpo humano é executado por proteínas – moléculas grandes construídas pelas células segundo receitas codificadas no DNA e que, ao se encaixarem a outras moléculas, iniciam cadeias de reações no organismo. Cada proteína tem uma forma diferente, e determinar a forma é fundamental para descobrir a função que ela exerce, pois o formato é o que permite que ela se “encaixe” em outra e “faça” alguma coisa.

O método mais eficiente para a determinação da estrutura de uma proteína é a cristalografia. Um agregado de proteínas é induzido a formar um cristal, que então é estudado. A partir do padrão formado, os cientistas descobrem o formato de cada molécula individual.

Acontece que fazer com que proteínas se cristalizem na superfície terrestre não é a coisa mais fácil do mundo. Num ambiente de microgravidade, muitas vezes isso vira brincadeira de criança.

O estudo de proteínas pode muito bem ajudar a entender o organismo humano em seu nível mais elementar e também permitir

o desenvolvimento de novas drogas, para inibir ou ativar determinados comportamentos do corpo.

Pesquisas de novos materiais também são beneficiadas pela microgravidade. Experimentos em ônibus espaciais já mostraram que é possível criar vidros muito mais resistentes. Futuros testes na ISS ajudarão a aprimorar essas técnicas, possivelmente sugerindo meios de “driblar” a gravidade, e trazê-las para complexos industriais terrestres.

Esses são só alguns exemplos. Há muito mais. Basta dar uma olhada nos experimentos realizados pelo astronauta brasileiro Marcos Cesar Pontes na ISS em 2006, comentados no capítulo 4, para ver que a gama de possibilidades é vasta. Se bem utilizada, a ISS pode promover uma série de revoluções para os habitantes da Terra.

Agora, não se pode negar que, a despeito de seu valor científico, os experimentos na ISS hoje são muito caros. Por isso, vários países também buscam alternativas para a condução de experimentos mais simples a um custo baixo. Várias nações possuem hoje satélites capazes de portar experimentos e depois retornar em segurança à Terra, para que os cientistas possam analisar os resultados. Não é tão bom quanto ter astronautas envolvidos, que podem interagir e checar o sucesso dos experimentos enquanto trabalham com eles, mas é uma solução interessante para projetos mais simples.

O Brasil tem seu próprio projeto de satélite recuperável – um artefato que vai ao espaço, fica algum tempo em órbita e depois retorna em segurança à Terra. O Satélite de Reentrada Atmosférica (Sara), está sendo desenvolvido pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) em São José dos Campos (SP).

Não seria exagero dizer que suas tecnologias poderiam ser as precursoras para criar uma espaçonave tripulada brasileira – afinal, um dos principais desafios envolvidos em vôos tripulados (como trazer os astronautas de volta) estaria sendo respondido com a tecnologia de um satélite recuperável. A previsão é a de que o primeiro Sara possa decolar ao longo da próxima década.

Outros países, como Rússia, Estados Unidos e China, já possuem modelos parecidos. Entretanto, todas essas nações também perseguem o desenvolvimento de uma estação espacial tripulada (americanos e russos estão reunidos na ISS, e os chineses planejam ter sua própria estação na próxima década). Por quê? A razão é simples. O desenvolvimento de um projeto complexo como uma estação espacial tripulada serve de preparação para as futuras e audaciosas missões reservadas aos astronautas do futuro. O século 21 deve presenciar a formação das primeiras bases lunares e das primeiras excursões a Marte, mas nada disso pode acontecer se antes o ser humano não aprender a construir espaçonaves sofisticadas no espaço e a viver adequadamente num ambiente com aparente falta de gravidade por longos períodos. Esses são os desafios para o futuro, que só podem ser respondidos a partir de pesquisas numa estação espacial tripulada.

DE VOLTA À LUA



Figura 6.11. Concepção artística da nave Orion, sucessora da Apollo e dos ônibus espaciais no programa espacial americano.

Em janeiro de 2004, o presidente americano George W. Bush decidiu redirecionar as prioridades do programa espacial dos Estados Unidos. Motivado principalmente pelo acidente com o ônibus espacial Columbia, que matou sete astronautas em fevereiro de 2003, Bush quis estabelecer metas claras para o futuro de seu país no espaço.

Em linhas gerais, a Nasa agora pretende concluir a Estação Espacial Internacional o mais rápido possível e, com isso, aposentar sua frota de ônibus espaciais (hoje

as únicas naves capazes de seguir com a montagem do complexo orbital). Para substituí-los, a agência espacial americana está desenvolvendo uma nova espaçonave, baseada nas antigas Apollo, que servirá para diversos propósitos – inclusive o envio de astronautas à Lua. Bush estabeleceu que a primeira missão tripulada lunar deve acontecer no máximo até 2020.

Mas por que ir à Lua? Isso não é algo que os americanos já fizeram nos anos 1960 e 1970? O que mais há para fazer lá? Muita coisa, na verdade.

A primeira justificativa, e mais óbvia, é a de que as missões lunares podem servir de treinamento antes que a humanidade possa lançar-se às suas primeiras viagens interplanetárias – rumo a Marte. Essa foi a argumentação usada pelos assessores do presidente Bush para justificar a parada na Lua antes da ida a Marte.

Entretanto, ela está longe de ser a melhor justificativa. Na verdade, um dos elementos mais atraentes de um retorno à Lua é o científico. Apenas seis locais da superfície lunar foram visitados por astronautas até hoje, e há regiões bem diferentes na Lua (como as dos pólos, que podem até ter gelo de água no fundo de algumas crateras) que jamais foram estudadas de perto. E, além de estudar o satélite natural da Terra, os astronautas poderão construir infra-estrutura de pesquisa para outras aplicações.

O astrofísico americano Frank Drake (1930-), por exemplo, diz que o lado afastado da Lua, isto é, sua face oculta, pode ser o melhor lugar para a realização de observações com radiotelescópios em busca de sinais enviados por civilizações extraterrestres – a famosa Search for Extra-Terrestrial Intelligence (Seti) [Busca por Inteligência Extraterrestre], que envolve a tentativa de detectar ondas de rádio produzidas por alienígenas. Hoje, isso é feito com radiotelescópios terrestres, mas a interferência gerada pelas transmissões humanas está tornando o trabalho cada vez mais difícil. Ao longo do século 21, ele se tornarão inviável, e a única possibilidade de prosseguir será se instalar no lado afastado da Lua, usando o satélite natural como “escudo” contra as emissões dos terráqueos.

A astronomia convencional também poderia se beneficiar com a instalação de telescópios na Lua. Afinal de contas, o satélite natural tem



Figura 6.12. Astronautas trabalham na Lua, em concepção artística preparada pela Nasa.

Nasa. www.nasa.gov/

a vantagem da ausência de atmosfera, mas não tem a inconveniência das instalações orbitais, que exigem sistemas mais sofisticados para o apontamento dos instrumentos na direção de seus objetos de estudo, uma vez que não têm uma base fixa sobre a qual se apoiar.

Além disso, outro elemento relevante é a possível exploração de recursos naturais lunares. Há cientistas que defendem que a Lua pode ser a solução para a atual crise energética mundial (que precisa reduzir sua dependência do petróleo e pode não encontrar fontes de energia suficientes para acompanhar o crescimento do consumo). Por exemplo, sabe-se que a Lua possui copiosas quantidades de hélio-3 (um tipo específico do gás nobre hélio, composto por átomos com dois prótons e um nêutron), e esse seria o combustível ideal para futuros reatores de fusão nuclear (que produziriam energia do mesmo modo que o Sol faz, grudando átomos uns nos outros). Outros elementos poderiam ser usados (como o hidrogênio), mas somente hélio-3 produziria uma reação sem lixo radioativo. Ocorre que esse isótopo (tipo) do hélio é muito raro na Terra, mas existe em boas quantidades na Lua. Um dos que defendem a futura mineração do hélio-3 para a produção de energia é o astronauta Harrison Schmitt, geólogo americano que foi um dos últimos a pisar na Lua, em dezembro de 1972.

Outra proposta, talvez mais praticável, é a instalação de painéis solares na Lua. Como não há atmosfera, é possível produzir muito mais energia a partir da radiação solar do que na Terra. Uma vez gerada, a energia seria transmitida para a Terra por microondas, e então convertida em eletricidade para distribuição e uso.

Se isso parece ficção científica, vale lembrar que várias nações estão investindo em missões espaciais para mapear recursos na Lua. A ESA concluiu em 2006 sua missão SMART-1, primeira sonda europeia a orbitar o satélite natural terrestre. Índia e China também preparam missões lunares para os próximos anos, e os americanos já têm planos para orbitadores e sondas de pouso, antecipando a ida de astronautas no fim da próxima década. Ou seja, existe um movimento claro vindo de todas as partes do globo em direção à Lua.

Tendo dito isso, vale ressaltar que ninguém considera nada disso mais importante, ao menos em termos científicos, do que o envio

de astronautas a Marte – coisa que não deve acontecer antes da década de 2030.

A CAMINHO DE MARTE

O planeta vermelho encerra as respostas que a humanidade mais procura lá fora. Há vida extraterrestre? Já houve? A vida é um fenômeno comum? Somos uma raridade absoluta, um acidente, na história do Cosmos?

Em algum ponto de seu passado, Marte foi muito similar à Terra – teve massas de água líquida persistentes em sua superfície, tinha uma atmosfera mais densa e era mais quente. Alguns cientistas planetários estimam que essas condições podem ter durado 1 bilhão de anos, ou até mais. Sabe-se que a vida na Terra surgiu “apenas” 600 milhões de anos após o surgimento do planeta. Ou seja, se Marte foi habitável por 1 bilhão de anos, deve ter tido tempo suficiente para que a vida evoluísse.

Claro, isso pende por uma suposição incômoda – a de que a vida surge sempre que condições similares às da Terra se manifestam. Faz sentido, mas não há garantia nenhuma. As respostas devem estar no planeta vermelho, e não será fácil encontrá-las.

Aquele mundo mudou muito, desde o seu passado habitável. Hoje, os sinais daqueles tempos estão, em sua maioria, enterrados sob a fina poeira que recobre o planeta. Será necessário escavar e estudar com precisão muitas rochas, para que se possa determinar algumas questões básicas como: qual foi a duração da época “molhada” de Marte? A vida surgiu lá em algum momento?

Claro que missões robóticas têm feito e farão muito mais para que possamos encaminhar essas perguntas de forma satisfatória. Mas muitos cientistas acham que sem a presença humana *in loco* será impossível obter todas



Figura 6.13. Concepção artística mostra astronautas europeus na superfície marciana.

Agência Espacial Européia (ESA). www.esa.int/

as respostas. Por isso os grandes programas espaciais têm como objetivo final, hoje, o envio de astronautas a Marte.

Quando chegarmos lá, poderemos inclusive estudar uma possibilidade chocante: a de que, se a vida evoluiu em Marte, ela ainda sobreviva em algum lugar do planeta vermelho. Sabemos que a superfície é hoje inabitável (pelo menos para criaturas terrestres), mas o subsolo, ao que tudo indica, possui quantidades significativas de água. E já vimos, pelos extremófilos, que a vida não desiste fácil, uma vez que começa a evoluir. Não seria uma surpresa total – embora fosse a descoberta mais importante da história humana – se houvesse alguma forma de vida nos subterrâneos marcianos.

E, mesmo que não haja ser vivo lá, nem do passado, nem do presente, o que se dirá do futuro?

Será que os seres humanos, uma vez em Marte, devem se esforçar para modificar aquele planeta e torná-lo habitável? Embora ainda seja um sonho distante, vários cientistas discutem as possibilidades de “terraformação” – o processo de transformar um planeta inabitável num mundo mais parecido com a Terra, adequado à colonização biológica.

E as perspectivas não são tão improváveis como podem parecer. Segundo Christopher McKay (1956-), da Nasa, a “terraformação” de Marte começaria pelo acirramento do efeito estufa naquele mundo, para que a atmosfera ficasse mais densa e conservasse mais o calor. Quem dirá que isso é impossível, depois do acirramento do efeito estufa que os humanos estão provocando na própria Terra?

Talvez a viagem a Marte seja não o fim da exploração espacial, e sim o começo. Uma vez transformada em civilização multiplanetária, a espécie humana pode começar a se espalhar pelo Sistema Solar, iniciando um processo de colonização do espaço.

Afinal, como dizia Konstantin Tsiolkovsky, o pai da astronáutica, “a Terra é o berço da humanidade. Mas ninguém pode morar no berço para sempre”.



LEITURA COMPLEMENTAR

HÁ VIDA EM MARTE?

Carlos Alexandre Wuenshe de Souza (Inpe).

O planeta Marte, conhecido como “planeta vermelho”, é um de nossos vizinhos cósmicos mais próximos e é bastante semelhante à Terra em diversos aspectos. A recente descoberta de água em estado sólido (congelada) em sua superfície traz para os cientistas e o público em geral uma série de novas questões referentes à formação do Sistema Solar. Ao mesmo tempo, ela faz com que nossa imaginação continue a indagar se estamos sós no Universo. Desde a década de 1960, com as sondas Mariner (EUA) e Mars (URSS), passando pelas Mars 4, 5, 6 e 7 (1974) e as Viking 1 e 2 (1976), que foram as primeiras a descerem à superfície, Marte vem sendo estudado cada vez mais detalhadamente. Em 1997 a sonda americana Sojourner (da missão Mars Pathfinder) registrou, de forma inédita, uma série de dados sobre o solo e a atmosfera marcianos e levantou questões interessantes ligadas à existência de água e à provável existência de vida. Desde então, a idéia de vida em Marte retornou com força tanto à mídia quanto aos laboratórios e congressos científicos.

Em agosto de 2003, Marte chegou a 55 milhões de quilômetros da Terra, a distância mais próxima em 60 mil anos. Nesse período de observação intensa, fotos de Marte foram tiradas por diversos observatórios na Terra e pelo Telescópio Espacial Hubble, indicando claramente a existência de gelo nos pólos marcianos. Entre 25 de dezembro de 2003 e 25 de janeiro de 2004, duas sondas americanas e uma europeia desceram próximas ao equador marciano. O objetivo principal dos jipes-robôs Spirit e Opportunity era estudar o clima e procurar evidências de água em estado líquido. Ficaram operacionais por mais de três anos depois do pouso. Já o módulo

Beagle 2, da Agência Espacial Européia (ESA), procurava evidências químicas de processos biológicos, ou seja, sinais de vida, mas deixou de enviar sinais assim que tocou a superfície.

Existem dois aspectos importantes que devemos olhar para responder à pergunta do título deste artigo. São eles:

Há água em Marte?

A existência de água é necessária à existência da vida?

Água em Marte: para responder ao primeiro aspecto, devemos interpretar os dados obtidos até o momento. Desde a primeira missão das Viking, existiam evidências de que há água em Marte. Diversas fotos tiradas pela Mars Global Surveyor e pela Sojourner mostravam sinais de depósitos de aluvião em crateras, indicando que água líquida poderia ter levado os sedimentos até o local em que eles foram fotografados. Havia também fotos do Hubble e de diversas outras sondas indicando a presença maciça de gás hidrogênio (elemento que, combinado com o oxigênio, forma a água), principalmente nos pólos de Marte. As indicações de que, nos primórdios do sistema solar, a Terra e Marte apresentavam características muito parecidas reforçavam a possibilidade cada vez maior de existência de água, quer sob a forma líquida, quer sob a forma de gelo.

Finalmente, fotos e medidas da superfície e da atmosfera de Marte feitas pelo Spirit e pelo Opportunity indicam que Marte realmente foi um planeta úmido em sua infância, com atmosfera densa, efeito estufa e água correndo pelos vales. Temos também evidências de que existe água congelada na superfície, bem como indicações de água no estado líquido no subsolo e, conforme evidências de 2006, água circulando pela superfície do planeta em épocas bem recentes.

A combinação de fotos, de medidas diretas com os instrumentos a bordo dos robôs e da interpretação dos diversos cientistas envolvidos nas missões dão a seguinte resposta ao primeiro aspecto: existe água em Marte sob a forma de gelo, sem sombra de dúvida.

Existem também diversas evidências de que, num passado recente, água no estado líquido esteve presente em diversos processos geológicos na superfície. Possivelmente, devido à órbita de Marte e à inclinação rápida e exagerada de seu eixo de rotação, devemos encontrar água em estado líquido no subsolo e, eventualmente, na superfície, ainda que por curtos intervalos de tempo. Particularmente, uma rocha marciana chamada “McKittrick” foi estudada e nela foi encontrada uma grande concentração de enxofre e bromo, próximo ao solo. Normalmente essa concentração ocorre quando uma solução salina evapora lentamente, fazendo com que compostos salinos se precipitem em seqüência, o que caracteriza a presença de água na superfície.

Associação da água com a vida: sabemos que a água é essencial na manutenção da vida como a conhecemos e que os primeiros compostos orgânicos e a vida unicelular nasceram e se desenvolveram na água. Nesse momento, podemos formular várias questões: existe vida em Marte? Se há, onde estão as evidências? Não existe vida? Se Marte e a Terra foram tão parecidos no início da formação do Sistema Solar, pode ter existido vida lá? Se existiu, por que ela se extinguiu? O módulo Beagle 2 planejava encontrar respostas a estas questões, mas, devido ao acidente, será necessário esperar mais algum tempo.

Entretanto, podemos especular sobre a origem de uma possível forma de vida, semelhante à nossa, em Marte. Sabemos que as órbitas de Marte e da Terra permitem que os planetas passem próximos um do outro de tempos em tempos e que a duração do ano marciano é praticamente o dobro da duração do ano terrestre. O impacto de asteróides, tanto na Terra quanto em Marte, faz com que seja possível que rochas de um desses planetas seja ejetada para o espaço e que, em condições adequadas, possa atingir outro astro próximo. A atração gravitacional do Sol faz com que seja mais viável uma rocha ejetada de Marte “cair” para a Terra do que o contrário, considerando que ambas tenham sido ejetadas com a mesma energia cinética.

Em 1984, foi encontrado na Antártica um meteorito originário de Marte (ALH 84001) com algumas marcas que sugeriam a presença de vida primitiva em Marte há 3,6 bilhões de anos. Sua estrutura e evidências químicas sugerem que os minerais ali presentes podem ter sido formados com o auxílio de organismos primitivos semelhantes a bactérias. Ele deve ter sido ejetado de Marte por um forte impacto há cerca de 16 milhões de anos e caiu na Antártica há cerca de 13 mil anos. Existem duas tendências de interpretação deste resultado: a primeira sugere que a contaminação ocorreu depois da queda do meteorito na Terra e, portanto, os traços de ação de organismos vivos não são de origem extraterrestre. A outra corrente acredita que é possível que realmente os traços tenham sido gerados por uma forma de vida primitiva em Marte, mas acha que, se isso é verdade, deve haver “assinaturas” semelhantes na superfície do planeta. A equipe que trabalhou na sonda Beagle 2 é partidária dessa segunda tendência.

De qualquer maneira, a existência de água em Marte desperta sonhos em todos os que olham para o espaço na esperança de existir vida fora da Terra e permite projetos muito mais ousados de nos aventurarmos para além do nosso “ecossistema planetário” (Terra + Lua). A água é essencial para todos os processos bioquímicos humanos e a viagem a qualquer lugar fora da Terra que não contenha água acessível a exploradores terrestres torna-se uma missão quase impossível.

A resposta à pergunta do título deste artigo pode ser resumida da seguinte forma: descobrir água em Marte desperta sonhos de termos “irmãos” em Marte, mesmo que sejam bem menos complexos. Ao mesmo tempo, ela permite que sonhos remotos de exploração espacial se aproximem muito mais da condição de projetos viáveis, devido à existência de água líquida em outro astro do Sistema Solar, um dos componentes essenciais para a criação e manutenção da vida, tal como a conhecemos.



ATIVIDADES

JOGO MISSÕES ESPACIAIS

Clara Bicalho Maia Correia (Estudante do Ensino Médio do Colégio Militar Brasília), Claudete Nogueira da Silva (AEB/Programa AEB Escola), Diones Charles Costa de Araújo, Egbert Amorim Rodrigues (CE Paulo Freire/SEGO), Eurismar Bento Souza (CE Jesus Maria José), Geraldo Barbosa de Oliveira Filho (CEM Paulo Freire/SEDF), Heluiza dos Santos Brião Bragança (AEB/Programa AEB Escola), Ivette Maria Soares Rodrigues (AEB/Programa AEB Escola), Jaime Pereira Antunes Campos (CEF 01 do Planalto/SEDF), Joaquim Walter de Souza Menezes (EC Sargento Lima/SEDF), Lana Narcia Leite da Silveira (Educandário Eurípedes Barsamulfo), Luci Fumiko Matsu Chaves (Faculdade Alvorada), Marcos Antônio da Silva (CEM 01 de Planaltina/SEDF), Maria Emília Mello Gomes (AEB/Programa AEB Escola), Nilzete de Castro Silva (CEEDV/SEDF) e Paulo Eduardo Cruz Pereira (Apada/SEDF).

Apresentação

Jogar é uma das atividades mais antigas da humanidade e envolve diversão, socialização e aprendizagem da cultura e valores de uma dada sociedade. Jogar ou brincar é, por isso, uma forma de decifrar o mundo que nos rodeia.

Utilizados como estratégias didáticas, os jogos são mobilizadores e envolventes, porque não são estanques, encerram movimento e trazem consigo desafios contínuos. Ao acertar uma resposta, o participante é desafiado com outra pergunta, isto é, sempre que supera uma etapa, aparece outra.

O jogo “Missões Espaciais”, elaborado por professores do Distrito Federal, foi concebido, inicialmente, para atender a eventos de divulgação científica, em que o público-alvo são jovens de diferentes faixas etárias, abrangendo desde estudantes das primeiras séries do ensino fundamental até alunos do ensino médio.

VSB-30

O VSB-30 é um foguete de pequeno porte utilizado para missões suborbitais, dentre as quais destacamos os experimentos científicos que necessitam de ambiente de microgravidade.

Medindo 12 m de comprimento e pesando duas toneladas, o VSB-30 consegue carregar até 40 kg de experimentos e atingir até 270 km de altitude, realizando uma trajetória parabólica.

O VLS é um veículo lançador capaz de colocar no lançamento, o VLS pesa 50 toneladas e alcança uma altitude de até 1000 km.

VLS

Missão Cumprida

Para conhecer a pesquisa realizada no projeto, o Brasil produziu e enviou um satélite para a órbita de baixa terra de cerca de 200 km de altura, o SCD-2.

SCD-2

CBERS

Um território com dimensões continentais como o brasileiro só pode ser cartografado com detalhes utilizando técnicas de observação da Terra a partir do espaço.

Com esse objetivo, o Brasil, em parceria com a China, desenvolveu o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS).

Desde o primeiro satélite, lançado em 1996, já foram distribuídas mais de 400 mil imagens que são usadas para os mais diversos fins, como o controle de desmatamento da Amazônia. Nos próximos anos, deverão ser lançados os CBERS-3 e 4.



Figura 6.14. Participantes da Jornada Espacial jogando.

Nesse sentido, foram elaboradas perguntas básicas (desafios), que, em sua maioria, requerem apenas a habilidade de interpretação de texto dos participantes. Levou-se em consideração, também, o fato de que os estudantes, em geral, sentem-se intimidados, com receio de errar, ao terem que responder às perguntas diante de uma platéia, principalmente, se houver um tempo estipulado para a resposta.

Por outro lado, o objetivo maior do jogo era fazer com que os participantes e o público assistente tivessem acesso a informações básicas sobre diferentes temas da área espacial. A estratégia adotada para atrair a atenção do público foi a criação de um tabuleiro humano, em que os participantes do jogo eram eles próprios os peões (pinos), conforme ilustra a Figura 6.14.

Em função do sucesso alcançado com essa experiência, surgiu a idéia de se adaptar o formato do jogo para um tabuleiro normal, ou seja, com peões (pinos) de verdade, transformando-o em mais uma proposta de atividade dos volumes 11 e 12, relativos ao tema “Fronteira Espacial”.

O jogo “Missões Espaciais” pode ser utilizado em qualquer disciplina, ou mesmo em uma atividade multidisciplinar. Além do envolvimento que promove, a atividade estimula o desenvolvimento de capacidades para resolver problemas, argumentar e trabalhar em equipe.

Objetivo

Utilizar a temática espacial como ferramenta pedagógica para explorar, de forma instigante, os diversos conteúdos abordados nos volumes 11 e 12 “Fronteira Espacial”.

Materiais

- 1 tabuleiro
- 1 dado

- 4 pinos coloridos
- Cartas

Os arquivos com cada elemento do jogo foram salvos no CD “Missão Centenário”, que integra o encarte deste livro, os quais poderão ser acessados por meio do ícone “Jogo MISSÕES ESPACIAIS”. Para acessar cada arquivo, basta clicar no ícone correspondente, conforme a seguir: “Tabuleiro”. “Pinos”, “Dado”, “Cartas”, salientando que cada arquivo contém, também, as instruções para a montagem do produto.



Heluiza Bragança (AEB/Programa AEB Escola).

Figura 6.15. Materiais do jogo.

Modelos das peças do jogo:

Tabuleiro



Heluiza Bragança (AEB/Programa AEB Escola).

Figura 6.16. Tabuleiro.

O tabuleiro foi concebido no formado 29,7 cm x 42 cm, correspondendo a uma folha no formado A3 (duas vezes o formato de uma folha A4). Caso seja possível, sugere-se a plastificação do tabuleiro, visando assegurar maior durabilidade ao produto. A Figura 6.16 ilustra o modelo proposto para o tabuleiro.

Pinos



Figura 6.17. Pinos.

Os pinos foram concebidos no formato de um prisma com base triangular (altura do prisma = 3,3 cm, altura da base = 1,8 cm e lado da base = 2,2 cm), sendo que cada prisma contém o desenho de uma das missões espaciais do jogo e sua cor varia de acordo com as respectivas missões. A Figura 6.17 ilustra o modelo de pino proposto.

Dado

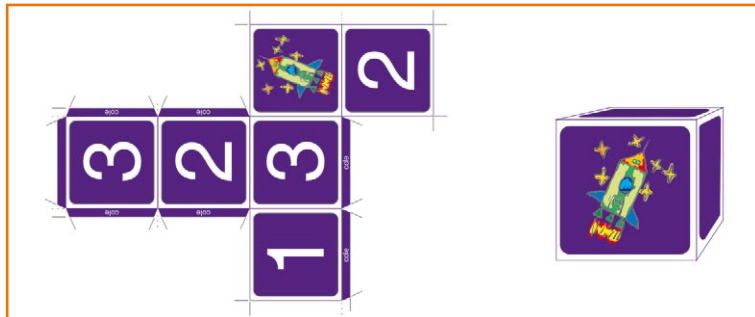


Figura 6.18. Dado.

O dado foi concebido com 5 (cinco) faces numeradas de 1 (um) a 3 (três), contendo em uma das faces o foguete do AEB Escola,

a qual corresponde ao maior número do dado, ou seja, o número 4 (quatro). A Figura 6.18 ilustra o modelo do dado proposto.

Cartas

Sugere-se que as questões das cartas sejam elaboradas em sala de aula, de forma a assegurar que o grau de dificuldade das mesmas estejam de acordo com o grau de conhecimento dos alunos envolvidos na atividade, quais sejam:

1ª fase – questões sobre astronomia e sobre a temática espacial em geral.

2ª fase – questões sobre satélites de coletas de dados, veículos lançadores de satélites, foguetes de sondagem, satélites de sensoriamento remoto.

No ícone do CD “Missão Centenário” relativo às cartas do jogo, foram disponibilizadas as perguntas utilizadas em eventos de divulgação científica, as quais requerem, essencialmente, raciocínio lógico, tendo em vista a heterogeneidade do público-alvo. A título de exemplo, foram disponibilizadas, ainda, algumas perguntas que requerem, também, raciocínio lógico e algum conhecimento sobre os temas. O professor pode se valer da própria estrutura do arquivo disponibilizado para elaborar as questões.

Regras

No ícone “regras”, o professor terá acesso às regras a serem impressas para o jogo, as quais poderão ser adequadas, de acordo com a dinâmica adotada pelo professor para o jogo.

Nos termos das regras sugeridas, os jogadores serão desafiados a cumprir missões espaciais, sendo que a primeira delas será tornar-se um cientista espacial e, uma vez conquistado esse desafio, serão convidados a cumprir uma das missões espaciais, conforme descrito a seguir:

- Missão SCD – Satélite de Coleta de Dados

- Missão VLS – Veículo Lançador de Satélites
- Missão VSB-30 – Foguete de Sondagem – Experimentos em Microgravidade
- Missão Cbers – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres

Sugestões de problematização

O que são e para que servem os veículos lançadores de satélites? De que maneira os satélites contribuem para as nossas vidas? O que é preciso para manter os satélites em órbita? As sociedades humanas poderiam viver atualmente sem o apoio de satélites? Para que servem os experimentos em microgravidade? Quais leis da física estão envolvidas no lançamento de um foguete ao espaço?

Procedimentos

Estudo do tema

Trabalhar previamente os temas das missões com os alunos, utilizando as estratégias didáticas mais adequadas ao grupo. Para subsidiar este trabalho, além dos volumes 11 e 12 “Fronteira Espacial”, o professor tem à disposição um conjunto de CDs e vídeos com conteúdos complementares. Os alunos, a critério do professor, também poderão receber um texto de apoio, elaborado pelo professor de acordo com os conteúdos abordados, quando da elaboração das questões.

Execução do jogo

1. Apresentar a atividade e as regras do jogo, definindo previamente qual será a premiação para cada jogador que cumprir sua missão; pode ser, por exemplo, pontos extras na matéria. Sugere-se que todos os estudantes sejam incentivados

a concluir suas missões, independentemente de ficarem ou não em primeiro lugar, pois o maior ganho será o conhecimento adquirido à medida que se acompanha um colega na finalização de sua missão.

2. Dividir a turma em grupos de até 4 (quatro) alunos; para tanto, serão necessários 10 conjuntos do jogo. Outra alternativa é trabalhar com até 4 (quatro) duplas, sendo necessários, para isso, 5 (cinco) conjuntos do jogo.
3. Dispor os grupos em círculo na sala ou pátio, dispondo o tabuleiro no centro dos grupos.
4. Cada participante joga uma vez o dado para definir a ordem em que jogará, ressaltando que o foguete do AEB Escola corresponde à maior pontuação do dado, ou seja, 4 (quatro). Se houver empate, os jogadores envolvidos jogam novamente o dado até obter desempate.
5. Antes de começar a responder aos desafios (perguntas), cada jogador deverá escolher um pino. A cor do pino definirá a missão a ser cumprida pelo jogador, conforme indicado no tabuleiro.

1ª fase do jogo (Nesta fase os jogadores serão desafiados a completar a missão de se tornarem cientistas espaciais).

6. Ao iniciar a 1ª fase, cada jogador responde a um desafio, seguindo a ordem sorteada, e tem no máximo 20 segundos para responder à questão. Fica a critério do professor ler ele mesmo a pergunta ou entregar a carta correspondente à que foi escolhida, porém sem a resposta, para que o próprio jogador leia a pergunta a ser respondida.
7. Se a resposta estiver correta, o jogador lança o dado uma vez para saber quantas casas deve avançar e, em seguida, passa

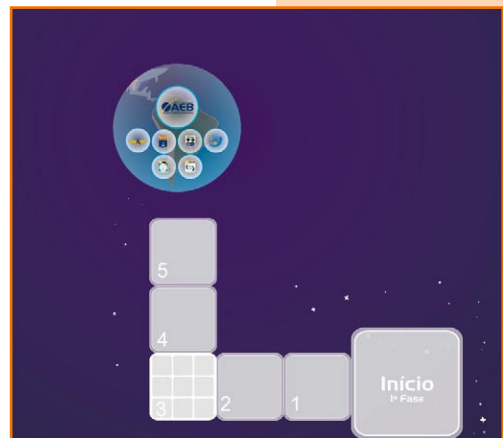


Figura 6.19. 1ª fase do jogo.

a vez para o próximo jogador. Se tirar o foguete AEB Escola, avança 4 (quatro) casas.

- Se a resposta estiver errada, permanece onde está e passa a vez para o próximo jogador. Assim será, sucessivamente, até que cada jogador consiga tornar-se um cientista espacial, passando pela casa da Agência Espacial Brasileira (AEB), conforme indicado no tabuleiro.

2ª fase do jogo (Nesta fase os jogadores serão desafiados a completar a missão correspondente à cor do seu pino, conforme indicado no tabuleiro).

- Ao entrar na casa relativa à sua missão o jogador (cientista espacial) passará a receber questões (desafios) referentes a esta missão.

- O jogo termina quando todos os jogadores (cientistas espaciais) cumprirem suas missões.

Heluiza Bragança (AEB/Programa AEB Escola).

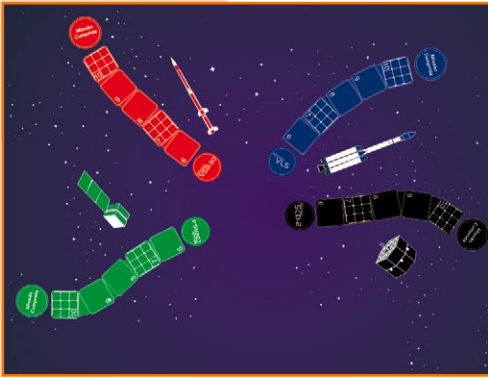


Figura 6.20. 2ª fase do jogo.

Orientações complementares

Casas especiais do tabuleiro

Casa 3 – Você está se saindo muito bem em sua tarefa de preparação para tornar-se um cientista espacial; avance imediatamente uma casa e aguarde a próxima jogada.

Casa 7 – Você está se saindo muito bem em sua tarefa de cumprir uma missão como cientista espacial; avance imediatamente duas casas e aguarde a próxima rodada.

Casa 10 – Você chegou a um ponto crítico de sua missão e, por isso, precisa preparar-se melhor para vencer o próximo desafio; fique a próxima rodada sem jogar.

Heluiza Bragança (AEB/Programa AEB Escola).



Figura 6.21. Casas especiais do tabuleiro.

Sugestões de perguntas e respostas

Temática espacial em geral

1. O Sistema de Posicionamento Global (GPS), pode ser utilizado por qualquer pessoa do planeta para se orientar sem risco de se perder. Um receptor de GPS utiliza que tipo de coordenadas?
 - a) Pontos cardeais.
 - b) Pontos colaterais.
 - c) Latitude e longitude.

Resposta correta: c

2. Quando estamos assistindo a um jornal pela televisão ou pela internet e o apresentador, no Brasil, está falando com outro, em um país distante, notamos uma demora no diálogo. O que ocasiona tal demora?
 - a) O sinal demora um tempo para ir da Terra até o satélite e mais um tempo para voltar até a Terra.
 - b) Interferência das ondas eletromagnéticas.
 - c) Interferência das ondas de rádio.

Resposta correta: a

3. As órbitas de um satélite sofrem alterações ao longo do tempo, pois outras forças atuam sobre ele. Estas forças são:
 - a) Força cinética e arrasto atmosférico.
 - b) Atrações gravitacionais do Sol e da Lua e o arrasto da atmosfera.
 - c) Arrasto atmosférico e forças centrípetas.

Resposta correta: b

4. A estrutura de um satélite é a ligação mecânica entre os diversos equipamentos. Ela tem, em geral, as funções Mecânica e Geométrica. O que representa a função Geométrica?

- a) Suportar os esforços durante o lançamento, desacoplamento, operações, transporte e armazenamento.
- b) Fornecer uma superfície de montagem para equipamentos, protegendo-os da radiação, e prover interface com o veículo lançador.
- c) Suprir energia, armazenamento e condicionamento de combustível.

Resposta correta: a

5. Quais forças atuam sobre o movimento orbital do satélite?
- a) Somente as atrações gravitacionais.
 - b) Atrações gravitacionais do Sol e da Lua, os efeitos da pressão de radiação solar e do arrasto atmosférico.
 - c) Somente os efeitos da pressão e radiação solar e do arrasto.

Resposta correta: b

6. A Bandeira do Brasil retrata parte da esfera celeste. Esta esfera é composta por estrelas que formam constelações. O que representam as estrelas que estão na Bandeira do Brasil?
- a) O Cruzeiro do Sul.
 - b) A constelação de escorpião.
 - c) Os estados brasileiros mais o DF.

Resposta correta: c

7. Devido ao atrito com a atmosfera, um asteróide em queda na Terra pega fogo e, na maioria das vezes, se desintegra. Quando um asteróide entra na atmosfera da Terra, ele é chamado por muitas pessoas de:
- a) Estrela incandescente.
 - b) Estrela cadente ou meteoro.
 - c) Poeira cadente.

Resposta correta: b

Missão SCD – Satélite de Coleta de Dados

8. As Plataformas de Coletas de Dados (PCDs) são pequenas estações automáticas instaladas em terra, no mar, rios e lagos. As PCDs transmitem dados para os satélites, que os retransmitem para a estação receptora principal do INPE em Cuiabá, MT. Para qual satélite as PCDs enviam dados?
- a) Satélite Geoestacionário Brasileiro (SGB).
 - b) Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (Cbbers).
 - c) Satélite de Coleta de Dados (SCD).

Resposta correta: c

9. A energia necessária à operação do SCD, em órbita da Terra, provém de células fotovoltaicas que revestem quase toda a superfície do SCD. Qual é a forma do SCD?
- a) Do Sol.
 - b) Da Terra.
 - c) Da Lua.

Resposta correta: a

10. Os sensores de temperatura e umidade relativa do ar compõem as Plataformas de Coleta de Dados (PCDs). Os dados coletados pelo SCD das PCDs são indispensáveis para:
- a) Previsão do tempo.
 - b) Crescimento urbano.
 - c) Controle das queimadas.

Resposta correta: a

11. O controle de atitude do SCD utiliza um sensor que determina, com base na posição do Sol, para onde o satélite deve ficar apontado. Como funciona este sensor solar?
- a) Utiliza o horizonte terrestre como referência e é comum em satélites de órbita baixa.

b) Obtém a atitude do satélite por comparação de um catálogo de estrelas gravado internamente.

c) Mede o ângulo entre um plano de referência no satélite e a direção do Sol.

Resposta correta: c

Missão VLS – Veículo Lançador de Satélites

12. Para colocar o Satélite de Coleta de Dados (SCD) em órbita da Terra, é necessário que ele alcance a velocidade de 28.000 km/h. É por essa razão que os veículos lançadores de satélites carregam toneladas de combustível. O VLS-1 faz uso de 41 toneladas de combustível (propelente) para lançar satélites. Que nome se dá ao combustível de um foguete?

a) Gasolina.

b) Propelente.

c) Energia.

Resposta correta: b

13. Para colocar o Satélite SCD em órbita da Terra na altitude desejada, ou seja, 750 km, é necessário que o satélite alcance a velocidade de 28.000 km/h. Para alcançar estas condições de velocidade e altitude, o VLS necessita de 41 toneladas de propelente, divididos em 7 (sete) motores que integram os 4 estágios do VLS. Quantas toneladas de propelente o VLS necessita para alcançar as condições de velocidade e altitude que o SCD necessita para ser colocado em órbita?

a) 4 toneladas.

b) 41 toneladas.

c) 7 toneladas.

Resposta correta: b

14. Em um motor de foguete os gases resultantes da queima do combustível são liberados através de uma tubeira, gerando

a força necessária para mover o foguete em sentido oposto. O mesmo efeito ocorre com um balão de aniversário, quando o enchemos de ar e o soltamos. Por onde são liberados os gases decorrentes da queima do combustível do motor-foguete?

- a) Coifa.
- b) Empena.
- c) Tubeira.

Resposta correta: c

15. A maior parte do combustível do VSL é consumida para vencer a, ou seja para que o VLS possa sair do solo e acelerar-se no campo gravitacional. O restante é consumido para vencer o atrito atmosférico e colocar a carga-útil em órbita da Terra. Qual o percentual de combustível necessário para que o VLS consiga vencer a gravidade?

- a) 20%.
- b) 80%.
- c) 100%.

Resposta correta: b

Missão VSB-30 – Foguete de Sondagem – Experimentos em Microgravidade

16. Em 2007, foi lançado o quarto foguete de sondagem VSB-30, com uma carga-útil constituída de nove experimentos. O lançamento ocorreu no CLA (Centro de Lançamento de Alcântara), no estado do Maranhão. Qual a altitude máxima do VSB-30?

- a) 270 km.
- b) 243 km.
- c) 300 km.

Resposta correta: a

17. Por não possuir energia suficiente para entrar em órbita, o VSB-30 realiza um vôo parabólico e retorna à superfície

da Terra. A altura máxima alcançada por sua carga-útil é denominada apogeu. Que nome se dá à distância medida entre o ponto de lançamento do foguete o seu ponto de impacto?

- a) Apogeu.
- b) Alcance.
- c) Distância alcançada.

Resposta correta: b

18. Por transportarem menos combustível, os foguetes de sondagem não são capazes de colocar objetos em órbita da Terra. Para que servem os foguetes de sondagem, como o VSB-30?

- a) Fazer pesquisas em Marte.
- b) Fazer pesquisas na Lua.
- c) Fazer pesquisas com experimentos de microgravidade.

Resposta correta: c

19. Após atingirem uma altitude máxima, as cargas-úteis dos foguetes de sondagem retornam à superfície da Terra, por ação da gravidade. É algo similar ao arremesso de uma pedra que, jogada para cima, retorna à superfície. Por que a carga-útil de um foguete de sondagem retorna à superfície terrestre, após o seu lançamento?

- a) Devido ao atrito com a atmosfera terrestre.
- b) Devido à ação da gravidade.
- c) Porque acaba o seu combustível.

Resposta correta: b

20. O VSB-30 é um foguete de sondagem com dois estágios (motores). Possui o comprimento de 12,6 metros e a massa total de 2.570 kg. O VSB-30 é um foguete de sondagem que pode levar em sua carga-útil experimentos com até:

- a) 12,6 kg.

b) 400 kg.

c) 2.570 kg.

Resposta correta: b

Missão Cbers – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres

21. As imagens da superfície da Terra obtidas pelo satélite Cbers ajudam no estudo de oceanos, rios, cidades, florestas e culturas agrícolas. O satélite Cbers, desenvolvido pelo Inpe, é útil para?

a) O estudo das estrelas.

b) O sensoriamento remoto.

c) A comunicação telefônica.

Resposta correta: b

22. Em julho de 1988, Brasil e China assinaram um acordo de cooperação para o desenvolvimento do Programa Cbers. O que significa a sigla Cbers?

a) Satélite Brasileiro de Estudos Regionais.

b) Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres.

c) Satélite Brasileiro Especializado em Rios.

Resposta correta: b

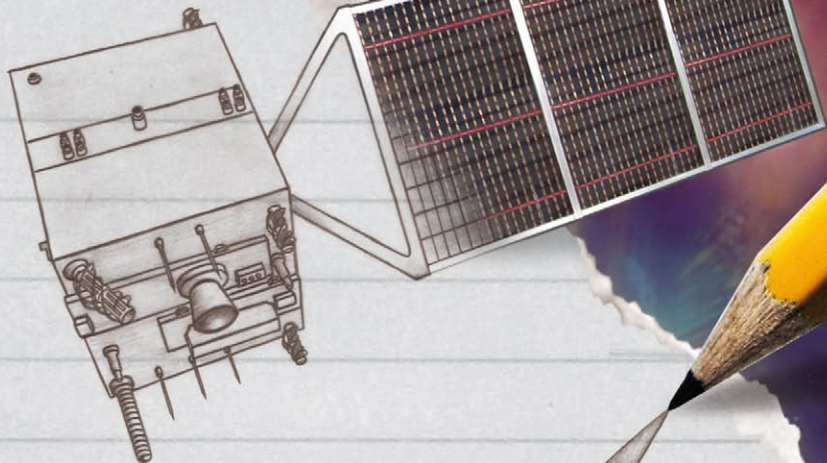
23. O Cbers é uma série de satélites brasileiros desenvolvidos em parceria com a China para observação da Terra. Ele fica em uma órbita de 780 km de altitude e leva 26 dias para realizar a cobertura total do planeta. Qual o período de cobertura do Cbers?

a) 24 dias.

b) 26 dias.

c) 30 dias.

Resposta correta: b



Função área:

$$A(x) = \int_a^{x+h} f - \int_a^x f = \int_x^{x+h}$$

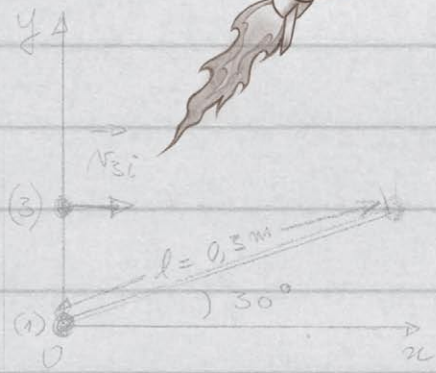
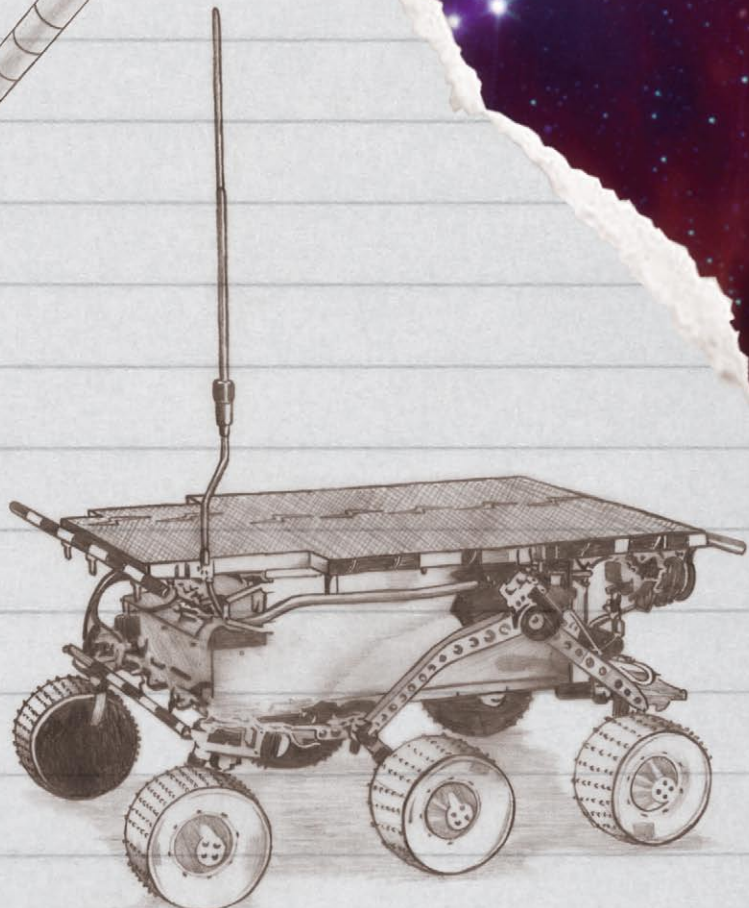


fig 2.1



$$F(x_i) = F'(x_i) (x_{i+1} - x_i)$$

$$\sum_{k=0}^n [F(x_{k+1}) - F(x_k)] = \sum_{i=0}^n f(x_i)$$

conclusão

Ao chegarmos ao final deste livro, não podemos guardar uma sensação de encerramento. Se há algo que a exploração espacial nos ensina é de que o fim nunca chega – por vezes ele pode até parecer se insinuar no horizonte distante, mas nunca passa de uma miragem. Assim como a sede pelo conhecimento, o espaço também é inesgotável. E o processo de ensino da astronomia e da astronáutica não pode jamais encontrar seu fim.

E o que isso quer dizer, em termos concretos, para os professores? Essencialmente, este livro e seus dois volumes são apenas um ponto de partida – os alicerces, por assim dizer, para o início de uma aventura maravilhosa. Cabe aos mestres (e, por que não, aos alunos) manter as “antenas ligadas”, pois todos dias existem novidades importantes nos campos da astronomia e da astronáutica.

Felizmente, a fascinação pelos astros e pela exploração faz com que os veículos de comunicação (as revistas, os jornais, os programas de televisão e os sítios de notícias na Internet) façam coberturas interessantes (por vezes inspiradas e inspiradoras) dos temas espaciais. Por que não trazer essas reportagens em sala de aula e usá-las como eventos concretos de discussão entre os alunos?

É uma atividade das mais simples, mas que pode ajudar a tornar o aluno parte do processo de aprendizado. Se ele for encorajado a prospectar informações nos veículos de comunicação, estará adquirindo um hábito que não só o ajudará no aprimoramento de seus conhecimentos daquele determinado tema, mas

permitirá a construção de sua cidadania. É lendo, buscando informações e exercendo o espírito crítico que o aluno de hoje se tornará o mestre de amanhã.

Com esse mesmo intuito de fazer com que a juventude se sinta parte desse movimento espacial, é importante mantê-los em contato com os avanços (e mesmo as dificuldades) do Programa Espacial Brasileiro. Nesse caso, além dos veículos de comunicação, vale também deixar a recomendação para visitas periódicas ao sítio da Agência Espacial Brasileira na Internet: www.aeb.gov.br/.

O Programa AEB Escola, além de ter norteado a confecção deste livro, produz com frequência materiais didáticos que podem auxiliar o professor nessa tarefa de se manter atualizado e sempre em processo de aprimoramento com suas estratégias de ensino da astronomia e da astronáutica. Esses materiais também podem ser encontrados no sítio da AEB.

Sítios de outras agências espaciais espalhadas pelo mundo também podem ser de serventia. O mais acessível talvez seja o da Agência Espacial Européia (ESA), em www.esa.int/. Como Portugal faz parte desse órgão internacional, há conteúdo em língua portuguesa – um grande facilitador. Mais completo, porém somente com versões em inglês e espanhol, o sítio da Nasa, a agência espacial americana, também é uma excelente opção.

Com essas referências, já é possível estabelecer um bom método de reciclagem de conteúdos, indo além do que está presente nesta obra. Mas não basta, evidentemente, ampliar o leque de assuntos. O mais importante, em todas as etapas da inclusão do aprendizado de astronomia e astronáutica, é transmitir a mensagem de que não há erro em ser ousado, em acreditar em coisas improváveis.

A trajetória da humanidade na Terra é de revoluções. E por revoluções entendemos mudanças significativas no modo de pensar o mundo, convertendo em idéias consolidadas o que

antes eram apenas sonhos. A história da ciência é recheada de exemplos que ilustram a qualidade dos que são ousados: Galileu Galilei teve de ser corajoso e contestar o *status quo* para que o homem saltasse a um novo nível de conhecimento. O mesmo se deu com Charles Darwin, Albert Einstein e – especificamente na ciência dos foguetes – Konstantin Tsiolkovsky, Robert Goddard e Wernher von Braun. Eles acreditaram em coisas que ninguém mais podia acreditar. E, mais importante, tiveram a engenhosidade de demonstrar que estavam certos.

Se conseguirmos inculcar em nossas crianças o espírito crítico, o ceticismo saudável da ciência, o gosto por estar bem-informado, balanceado com uma dose de audácia e convicção pessoal, estaremos formando cidadãos e pensadores completos, que poderão impulsionar nossa espécie a escalar os futuros degraus na inexorável evolução humana.

Depois que o estudo dos astros revelar ao homem com toda a clareza o contexto de seu surgimento no universo, restará a ele redefinir seu próprio papel nesse universo – de criatura a criador –, com base na inabalável certeza do conhecimento adquirido.

É natural que o ser humano encontre suas limitações ao longo desse caminho. Mas isso não é o importante. O que realmente importa é que ele as descubra ao tentar superá-las, e não contentando-se em não desafiá-las.

REFERÊNCIAS

ADAMS, Fred; LAUGHLIN, Greg. **Uma biografia do Universo**: do big bang à desintegração final. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

ALHO, C.J.R. Manejo e conservação da natureza. In: J.M.G.de Almeida Junior (Org.) **Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento**. São Paulo: Ed. Brasiliense S.A., 1986, p. 514-533.

ARISTÓTELES. **Meteorology**. Tradução de E.W. Webster. Adelaide: University of Adelaide, 2004.

ASHCROFT, Frances. **A vida no limite**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

AYRES, J.M.; BEST, R. Estratégias para a conservação da fauna amazônica. **Supl. Acta Amazônica**, 9(4):81-101, 1979.

BARBER, David J.; SCOTT, Edward R. D. Origin of supposedly biogenic magnetite in the Martian meteorite Allan Hills 84001. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 10, May 14, 2002, p. 6556-6561.

BARCELOS, Eduardo Dorneles. **Telegramas para Marte**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

BERGREEN, Laurence. **Viagem a Marte**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2002.

BOTTKE, William et al. (eds). **Asteroids III**. Tucson: The University of Arizona Press, 2003.

BROOKS, Courtney G.; ERTEL, Ivan D. **The Apollo spacecraft chronology**. Washington: Nasa, v. 3, 1973. (Nasa SP-4009, 1973).

BROWNLEE, Donald; WARD, Peter. *Rare Earth*. New York: Copernicus Books, 2000.

_____. *The life and death of planet Earth*. New York: Times Books, 2003.

BRYSON, Bill. *A short history of nearly everything*. New York: Broadway Books, 2003.

BUNYARD, P. The significance of the Amazon Basin for global climatic equilibrium. *The Ecologist*, 17(4/5):139-141, 1987.

CÂMARA, I. G. **Conservação da natureza e legislação**. In: J.M.G.de Almeida Junior (Org.) Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento. São Paulo: Ed. Brasiliense S.A., 1986, p. 560-587.

CANUP, Robin M.; ASPHAUG, Erik. Origin of the Moon in a giant impact near the end of the Earth's formation. *Nature*, v. 412, p. 708-12, 2001.

CAMPBELL, Bruce et al. Radar imaging of the lunar poles. *Nature*, v. 426, p. 708-12, 2003.

CHAPMAN. Clark R.; POLLACK, James B.; SAGAN, Carl. *An analysis of the Mariner 4 photographs of Mars*. Washington: Smithsonian Astrophysical Observatory, 1968. (Special Report 268).

CHAPMAN. Clark R. et al. *The comet/asteroid impact hazard: a systems approach*. Boulder: Office of Space Studies, Southwest Research Institute, 2001.

_____. Perspectives on the impact hazard in a dangerous world. In: American Association for the Advancement of Science, Annual Meeting, 169. Denver, Colorado. *Proceedings...* Denver: AAAS, 2003.

CHRISTIANSON, Gale E. Kepler's somnium: science fiction and the renaissance scientist. *Science Fiction Studies*, v. 3, Part 1 Greencastle, 1976.

CLARKE, Arthur C. *The exploration of space*. Bristol: Pelican Books, 1958.

_____. Extra-terrestrial relays. *Wireless World*, Oct., p. 305-308, 1945.

CLARKE, Lee. Responding to panic in a global impact catastrophe. In: American Association for the Advancement of Science, Annual Meeting, 169. Denver, Colorado. *Proceedings...* Denver, Colorado: AAAS, 2003.

COCCONI, Giuseppe; MORRISON, Philip. Searching for interstellar communications. *Nature*, v. 184, 1959, p. 844-6.

COLLINS, Michael. *Mission to Mars*. Nova York: Grove Press, 1990.

Columbia accident investigation board report, V. I. Washington: Nasa, 2003.

COSTA FILHO, Edmilson. **Política espacial brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2002.

DARLING, David. *The complete book of spaceflight*. Nova York: John Wiley & Sons, 2002.

DUNAR, Andrew. J.; WARING, Stephen P. *Power to explore: a history of marshall space flight center, 1960-1990*. Washington: US Government Printing Office, 1999.

ERTEL, Ivan D.; MORSE, Mary Louise. *The Apollo spacecraft chronology*, v. 1. Washington: Nasa, 1969. (Nasa-SP-4009).

ERTEL, Ivan D.; NEWKIRK, Roland W. *The Apollo spacecraft chronology*, v. 4. Washington: Nasa, 1978. (Nasa-SP-4009).

European Space Agency (ESA). CDF study executive summary – Human missions to Mars: overall architecture assessment. Köln, 2004. CDF-20(C).

EZELL, Linda; EZELL, Edward. *The partnership: a history of the Apollo-Soyuz test project*. Washington: Nasa, 1978. (Nasa-SP-4209).

FEARNSIDE, P.M. Desenvolvimento da floresta amazônica: problemas prioritários para formulação de diretrizes. Supl. **Acta Amazônica**, 9(4):123-129, 1979.

_____. Deforestation in brazilian Amazonia: the rates and causes of forest destruction. **The Ecologist**, 19(6):214-218, 1989.

FERRIS, Timothy. **O despertar na Via Láctea – uma história da astronomia**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1990.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. Disponível em: www.uff.br/geoden/ (Módulo 2 – Reconhecimento de Feições). Acesso em 30 jan 2009.

FORWARD, Robert. The stars our destination? The feasibility of interstellar travel. *The Planetary Report, Special Interstellar Flight Issue*, v. 23, n. 1, Jan./Feb. 2003.

FRASER, Gordon. *Antimatter: the ultimate mirror*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

FRIEDMAN, Louis. *Starsailing: solar sails and interstellar travel*. Hoboken: John Wiley & Sons, 1988.

_____. To the Stars. *The planetary report, Special Interstellar Flight Issue*, v. 23, n. 1, Jan./Feb. 2003.

GALILEU, Galilei. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico & copernicano**. São Paulo: Discurso Editorial/Fapesp, 2001.

_____. *The sidereal messenger*. Tradução de Edward Stafford Carlos. London: Dawsons of Pall Mall, 1880.

GARBER, Stephen J. *Looking backward, looking forward: forty years of US human spaceflight symposium*. Washington: Nasa (Nasa-SP-2002-4107).

GREENE, Brian. **O universo elegante**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

GRINSPOON, David H. *Venus revealed: a new look below the clouds of our mysterious twin planet*. Nova York: Perseus Publishing, 1997.

_____. **Planetas solitários: a filosofia natural da vida alienígena**. São Paulo: Editora Globo, 2005.

HACKER, Burton C.; GRIMWOOD, James M. *On the shoulders of titans: a history of project Gemini*. Washington: Nasa, 1977. (Nasa-SP-4203).

HARFORD, James K. *Korolev's triple play: Sputniks 1, 2, and 3*. Washington: Nasa Headquarters – Sputnik 40th anniversary, 1997.

HEPPENHEIMER, T. A. *The space shuttle decision* – Nasa’s search for a reusable space vehicle. Washington: Nasa, 1999. (Nasa-SP-4221).

HOFFERT, Martin I. et al. Advanced technology paths to global climate stability: energy for a greenhouse planet. *Science*, v. 298, p. 981-7, 2002.

HOFFMAN, Stephen J.; KAPLAN, David I. (eds). *Human exploration of Mars*: the reference mission of the Nasa Mars exploration study team. Houston: Nasa, 1997. (Nasa-SP-6017).

JEDICKE, Robert. Intermediate impact factors. *Nature*, v. 420, p. 273-4, 2002.

KAKU, Michio. **Hiperespaço**. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.

_____. **Visões do futuro**. Rio de Janeiro: Rocco, 2001.

KANT, Immanuel. *Universal natural history and theory of heaven*. Trad. Ian C. Johnston. Nanaimo: [s.n], 1998.

KORYCANSKY, Donald G.; LAUGHLIN, Gregory; ADAMS, Fred C. Astronomical engineering: a strategy for modifying planetary orbits. *Astrophysics and Space Science*, v. 275, p. 349-66, 2001.

KRAUSS, Lawrence M. **A física de Jornada nas estrelas**. São Paulo: Makron Books, 1997.

KRING, David A.; COHEN, Barbara A. Cataclysmic bombardment throughout the inner solar system 3.9-4.0 Ga. *Journal of Geophysical Research* (Planets), v. 107, n. E2, p. 4-1– 4-6, 2002.

LAUNIUS, Roger D. *Sputnik and the origins of the space age*. Washington: Nasa Headquarters – Sputnik 40th Anniversary, 1997.

LEWONTIN, Richard. **A tripla hélice**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

LINS DE BARROS, Henrique. **Santos Dumont e a invenção do vôo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

LOWELL, Percival. *Mars*. Boston: Houghton-Mifflin, 1895 (reedição eletrônica, Universidade da Virgínia, 2000).

- MACEDO, Horácio. **Dicionário de Física**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1976.
- MAGUEIJO, João. **Mais rápido que a velocidade da luz**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2003.
- MALIN, Michael; EDGETT, Kenneth S. Evidence for recent groundwater seepage and surface runoff on Mars. *Science*, v. 288, p. 2330-5, 2000.
- MAYER, Lucio et al. Formation of giant planets by fragmentation of protoplanetary disks. *Science*, v. 298, p. 1756-9, 2002.
- MAZANEK, Daniel C. et al. Comet/asteroid protection system (CAPS): A spacebased system concept for revolutionizing Earth protection and utilization of near-Earth objects. In: International Astronautical Congress, 53, 2002. Houston. *Proceedings...* Houston: AIAA, 2002.
- MCKAY, Christopher P. e MARINOVA, Margarita M. The physics, biology, and environmental ethics of making Mars habitable. *Astrobiology*, v. 1, p. 89-109, 2001.
- MCKAY, David S. et al. Search for past life on Mars: Possible relic biogenic activity in martian meteorite ALH84001. *Science*, v. 273, p. 924-30, 1996.
- MENDELL, W. W. **Lunar bases and space activities of the 21st century**. Houston: The Lunar and Planetary Institute, 1986.
- MOLTZ, James Clay (ed.). **Future security in space**: commercial, military, and arms control trade-offs. Monterey: Monterey Institute of International Studies, 2002.
- MORSE, Mary Louise; BAYS, Jean Kernahan. **The Apollo spacecraft chronology**, v. 2. Washington: Nasa, 1973. (Nasa-SP-4009).
- MORRISON, David. Overview of the impact hazard. In: AAAS Annual Meeting, 169, Denver, 2003. *Proceedings...* Denver: AAAS, 2003.
- MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **O livro de ouro do universo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.
- _____. **A astronomia na época dos descobrimentos**. Rio de Janeiro: Lacerda Editores, 2000.

- _____. **Astronáutica**: do sonho à realidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- MÜNKER, Carsten et al. Evolution of planetary cores and the Earth-Moon system from Nb/Ta systematics. *Science*, v. 301, p. 84-7, 2003.
- NAVARRO-GONZÁLEZ, Rafael et al. Mars-like soils in the Atacama desert, Chile, and the dry limit of microbial life. *Science*, v. 302, p. 1018-21, 2003.
- NOGUEIRA, Salvador. **Rumo ao infinito**: passado e futuro da aventura humana na conquista do espaço. São Paulo: Editora Globo, 2005.
- _____. **Conexão Wright-Santos Dumont**: a verdadeira história da invenção do avião. Rio de Janeiro: Editora Record, 2006.
- PORTREE, David S. F. *Mir hardware heritage*. Houston: Nasa, 1995. (Nasa-RP-1357).
- PORTREE, David S. F.; TREVIÑO, Robert C. *Walking to Olympus*: an EVA chronology. Washington: Nasa, 1997. (Nasa Monographs in Aerospace History Series #7).
- PRESTON, Bob et al. *Space weapons, Earth wars*. Santa Monica: RAND, 2002.
- RAEBURN, Paul. *Mars*: uncovering the secrets of the red planet. Washington: National Geographic Society, 1998.
- RANKIN, J.M. Manejo florestal ecológico. Supl. *Acta Amazônica*, 9(4):115-122, 1979.
- REES, Martin. *Our final hour*. New York: Basic Books, 2003. Report by the International Space Station (ISS) Management and Cost Evaluation (IMCE). Task Force to the Nasa Advisory Council. 2001.
- Report of the Task Force on potentially hazardous Near Earth Objects. London: British National Space Centre, 2000.
- REIS, Norma Teresinha Oliveira; GARCIA, Nilson Marcos Dias. **Educação espacial no Ensino Fundamental: Uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 3, p. 361-371, 2006. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060103.pdf/>. Acesso em: 30 jan 2009.

RUMERMAN, Judy A. U.S. *human spaceflight, a record of achievement, 1961-1998*. Washington: Nasa, 1998. (Nasa Monographs In Aerospace History Series #9).

SAGAN, Carl. **Pálido ponto azul**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

_____. **O mundo assombrado pelos demônios**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

_____. **Cosmos**. Rio de Janeiro: Editora Francisco Alves, 1983.

_____. **Bilhões e bilhões**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

SALATI, E. **O clima atual depende da floresta**. In: *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. São Paulo: Ed. Brasiliense S.A., 1983. Cap. 1, p. 15-44.

SCHUBART, H.O.R.; FRANKEN, W.; LUIZÃO, F.J. Uma floresta sobre solos pobres. **Ciência Hoje**, 2(10):26-32, 1984.

SHEEHAN, William. *The planet Mars: a history of observation and discovery*. Tucson: The University of Arizona Press, 1996.

SIDDIQI, Asif A. *Deep space chronicle: a chronology of deep space and planetary probes (1958-2000)*. Washington: Nasa, 2002. (Nasa Monographs in Aerospace History Series #24).

_____. *Korolev, Sputnik, and the international geophysical year*. Nasa Headquarters – Sputnik 40th Anniversary. Washington: Nasa, 1997.

SIGURDSSON, Steinn. A young white dwarf companion to pulsar B1620-26: evidence for early planet formation”. **Science**, v. 301, p. 193-6, 2003.

SIMAAN, Arkan, FONTAINE, Joëlle. **A imagem do mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.

SLOOP, John L. *Liquid hydrogen as a propulsion fuel, 1945-1959*. Washington: Nasa, 1978.

SMITHERMAN, David. *Space elevators: an advanced Earthspace infrastructure for the new millenium*. Washington: Nasa, 2000.

SOMMER, Geoffrey. Policy frameworks for impact mitigation. In: AAAS Annual Meeting, 169, 2003, Denver. *Proceedings...* Denver, AAAS, 2003.

SPITALE, Joseph N. Asteroid hazard mitigation using the Yarkovsky effect. *Science*, v. 296, p. 77, 2002.

The Spaceguard Survey. Moffett Field: Nasa Ames Space Science Division, 1992.

SWENSON, Jr. Loyd S.; GRIMWOOD, James M.; ALEXANDER, Charles C. *This new ocean*: a history of project Mercury. Washington: Nasa, 1966. (Nasa-SP-4201).

TERZIAN, Yervant; BILSON, Elizabeth (orgs.). **O universo de Carl Sagan**. Brasília: Editora UnB, 2001.

THE WORLD RESEARCH INSTITUTE. *World resources 1990-1991*. Oxford: Oxford University Press, 1990. 383 p.

TURNER, Russ. Human space flight — a matter of safety. *Space News*, v. 12, n.26, p. 14, 2 July, 2001.

WALLACE, Alfred Russel. *Is Mars habitable?* Londres: Macmillan, 1907.

YEFFETH, Glenn (org.) **A pílula vermelha**: questões de ciência, filosofia e religião em Matrix. São Paulo: Publifolha, 2003.

YOUNG, Laurence R. The international space station at risk. *Science*, v. 296, p. 429, 2002.

ZUBRIN, Robert. *The case for Mars*. Nova York: Free Press, 1996.

APÊNDICE

CONTEÚDOS COMPLEMENTARES

A presente coleção é composta de um conjunto de CDs com conteúdos complementares ao do livro *Fronteira Espacial*, volume *Astronáutica*, por meio de vídeos, CDs interativos e com imagens inéditas, tornando possível ao professor enriquecer, ainda mais, os conteúdos das suas aulas, nas diferentes áreas do conhecimento.

CD 1 – Da Terra ao Espaço: tecnologia e meio ambiente na sala de aula (documentários)

O CD reúne um conjunto de documentários desenvolvidos durante a produção da série *Da Terra ao Espaço: tecnologia e meio ambiente na sala de aula* para o Programa Salto para o Futuro, a partir de uma parceria entre a TV Escola/MEC e a AEB. Nossa proposta é que esses documentários, sobre os cinco temas abordados durante a série veiculada em diversas emissoras no período de 15 a 17 de maio de 2006, sejam utilizados como material de apoio aos professores em sala de aula. A seguir são relacionados os títulos dos programas que motivaram a produção desses documentários:

- O Programa Espacial Brasileiro e suas Ações de Ensino e Divulgação Científica;

- O Contexto Histórico das Atividades Espaciais e a Tecnologia dos Foguetes;
- Satélites e Plataformas Espaciais: tecnologia e aplicações;
- Satélites e o Meio Ambiente; e
- As Mudanças Climáticas.

CD 2 – Missão Centenário e Jogo “Missões Espaciais”

Esta obra visa apresentar como foi a experiência do astronauta Marcos Pontes na Estação Espacial Internacional (ISS). Este CD, elaborado pela Agência Espacial Brasileira (AEB), mostra o dia-a-dia na ISS – como se trabalha, a preparação da comida, o banheiro, como se toma banho e onde se dorme.

As imagens inéditas revelam a complexidade de uma estrutura habitável no espaço, a beleza da Terra descrita por Yuri Gagarin, bem como nos fazem refletir acerca da conquista do cosmo e do avanço da ciência. O CD traz ainda entrevistas com os astronautas Valery Tokarev, Pavel Vinogradov e William McArthur e trechos das conversas de Marcos Pontes com radioamadores brasileiros.

CD 3 – Satélites e seus subsistemas

Este projeto foi idealizado com o objetivo de levar ao conhecimento de professores e alunos, de forma lúdica, como se projeta, desenvolve, constrói, lança e monitora o funcionamento de um satélite no espaço, bem como outras informações importantes.

Esta proposta expande o escopo de projetos já desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e pelo Programa AEB Escola da Agência Espacial Brasileira (AEB) de fornecer ferramentas auxiliares de ensino com base em conteúdos pedagógicos de qualidade e com a utilização exaustiva de recursos de multimídia.

Com o auxílio de um narrador, um astronauta virtual, o CD oferece acesso às seguintes informações:

- Subsistemas – descrição detalhada de todos os subsistemas que compõem um satélite, no caso do exemplo ilustrado, o Cbers: estrutura; suprimento de energia; controle de órbita e atitude; propulsão; comunicação de serviço; gestão de bordo; controle térmico e cargas-úteis.
- Projeto de um satélite – definição dos objetivos; elaboração das especificações; desenvolvimento e fabricação das unidades e subsistemas; montagem, integração e testes; lançamento e colocação em órbita e sua operação.
- Linha do tempo – diversos projetos espaciais, desde os que se relacionaram com a Segunda Guerra Mundial até os projetos estabelecidos até 2015.
- Astros da física – informações para entendermos melhor como os satélites se posicionam e se movimentam em suas órbitas, as leis de Newton, Kepler e outros.
- Laboratório – onde os alunos poderão realizar atividades sobre: sistema solar, 1ª Lei de Kepler, 2ª Lei de Kepler, Lei da gravidade, velocidade de escape, transmissão de força, ação e reação, viagem pelo universo e satélites.
- Glossário.
- Perguntas e respostas.
- *Links* interessantes.
- Experiências – Leis de Kepler – Movimento retrógrado dos planetas; como um satélite se mantém em órbita, maquetes de satélites e seus subsistemas e como desenhar uma elipse e seus focos.
- Sobre o projeto – a importância dos satélites, créditos e depoimento do Presidente da AEB.

CD 4 – Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas (Maca)

A origem deste projeto remonta a 1998 e foi co-financiado pela Fapesp (Melhoria do Ensino Público) e pela Vitae. A idéia original

era estudar como as modernas ferramentas de multimídia e Internet poderiam auxiliar a melhoria do ensino público. Numa parceria do Cptec/Inpe com a Unesp-Rio Claro, UFMG e UFV, vários tópicos em meio ambiente e ciências atmosféricas foram desenvolvidos. Neste CD foram desenvolvidos seis tópicos:

- Ciclo hidrológico;
- Clima urbano;
- Elementos climáticos;
- Interação vegetação-atmosfera;
- Previsão de tempo e clima;
- Radiação solar.

Nessa fase do projeto foram realizadas avaliações com alunos de três escolas públicas de Rio Claro, SP, e a ferramenta se mostrou efetiva para melhorar o aprendizado de alunos do ensino médio. Outro foco específico de audiência, para o CD Educacional, são os alunos das escolas agrotécnicas. Num projeto piloto, o Inpe instalou várias estações meteorológicas automáticas em escolas agrotécnicas, de modo a permitir que os alunos aprendessem a trabalhar com variáveis ambientais de forma aplicada à agricultura, complementando seus conteúdos curriculares.

O CD conta com recursos de bloco de anotações, marca-texto, busca por palavras-chaves – em que se apresentam todos os tópicos relacionados –, glossário e monitoramento de quanto tempo o usuário esteve em cada subtópico.

CD 5 – Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas (Maca)

Este CD Educacional trouxe, além de dois novos tópicos – Medindo a precipitação e Satélites e Plataformas de Coleta de Dados –, ferramentas necessárias ao professor. Um Guia do Professor com todo o conteúdo didático, sugestões de experiências práticas, questionários visando quantificar a assimilação de conteúdo por parte dos usuários e *links* sobre os diversos assuntos abordados

nos tópicos deste CD e do anterior. Conta com os mesmos recursos do CD anterior.

Um aplicativo foi desenvolvido para se trabalhar com dados históricos de Plataformas de Coleta de Dados, o VisPCD, mas ele foi descontinuado, pois no sítio do Cptec os recursos puderam ser atualizados e outros implementados, dando a oportunidade de se trabalhar com todos os dados históricos presentes no Banco de Dados do Cptec, o que não acontecia com o aplicativo, que ficava residente no micro do usuário, ocupando espaço, sem dados atualizados, forçando o usuário a entrar no sítio e baixar sempre uma atualização, que deveria ser convertida para o formato específico do aplicativo.

CD 6 – Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas (Maca) – Utilização de recursos multimídia para os ensinos médio e fundamental

Esta proposta dá continuidade e expande substancialmente o escopo da proposta anterior, apoiada pela Vitae, 1997–2000, “Tecnologias Agrometeorológicas no Ensino Agrotécnico”. Como na proposta anterior, pretende-se que os técnicos formados nas escolas agrícolas venham a incorporar, na sua qualificação profissional, competências específicas nas áreas científicas e tecnológicas por meio da inclusão de temas de grande relevância para o processo produtivo e também para uma formação voltada à preservação ambiental. Além disso, deseja-se que as escolas técnicas contempladas neste projeto venham a contribuir, efetivamente, para o aprimoramento quantitativo e qualitativo da produção agropecuária nas suas microrregiões, inclusive nas próprias escolas, bem como disseminem práticas sustentáveis de desenvolvimento agrícola. Pretende-se que o modelo pedagógico adotado nestas escolas e os técnicos por elas formados sirvam de exemplo para a expansão do uso das modernas tecnologias agrometeorológicas e meteorológicas em toda a rede de ensino agrícola do País.

Baseado nas expectativas da própria comunidade, desenvolveu-se a ampliação temática com os seguintes tópicos:

- Solos e erosão;
- Balanço de energia;
- Movimentos na atmosfera;
- Doenças de plantas e o clima;
- *El Niño e La Niña*;
- Satélites na agricultura;
- Inter-relação clima e relevo;
- Sensoriamento remoto; e
- Balanço hídrico.

CD 7 – Atlas de Ecossistemas da América do Sul e Antártica

O CD apresenta mais de 250 imagens de diversos satélites, fotos da superfície da Terra, globo 3D e vídeos. O Atlas permite visualizar as características físicas, econômicas, políticas e humanas de todos os países da América do Sul e 21 ecossistemas, por meio de imagens de satélite e fotos de campo. Ele traz também informações sobre os fundamentos de sensoriamento remoto, programas espaciais e estações terrenas de recepção de dados de satélites.

Estes CDs são compatíveis com os sistemas operacionais Microsoft Windows, Macintosh e Linux.

Configuração mínima recomendada:

Pentium III 400MHz, 64 Mb RAM, CD-ROM 48X, Resolução de 800X600, placa de áudio.

PROGRAMA AEB ESCOLA – VIAJE NESSA IDÉIA !

Qual criança não sonha em entrar em uma nave espacial e conhecer planetas distantes em uma viagem fantástica rumo ao desconhecido? Para alcançar esse sonho é que, desde os primórdios, o ser humano busca alcançar as estrelas.

De uma maneira lúdica e multidisciplinar, o Programa AEB Escola, da Agência Espacial Brasileira (AEB), divulga o Programa Espacial Brasileiro para alunos dos Ensinos Médio e Fundamental de todo o País e contribui para despertar nos jovens o interesse pela ciência e tecnologia espaciais.

Com dois focos que se complementam, o AEB Escola trabalha na formação continuada de professores, estimulando o tema espacial como debate e conhecimento para as aulas e outras ações educativas, e com atividades que estimulem diretamente o interesse dos jovens sobre o tema, por meio de uma olimpíada nacional, além da participação em eventos de divulgação científica.

A produção de material didático constitui-se na ação central do Programa por permear as diferentes frentes de trabalho. É fruto de um esforço coletivo de inúmeras instituições comprometidas com a melhoria da qualidade da educação no país e conta com a colaboração de cientistas e pesquisadores que produzem o conhecimento de ponta na área.



Acervo AEB.

Figura 1. Exposição interativa do Programa AEB Escola apresentada durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), realizada em Brasília, DF.



Acervo AEB.

Figura 2. Professores realizando atividade prática "Relógio Solar" durante o módulo "Astronomia em Sala de Aula" da Formação Continuada de Professores em Brasília, DF.

Dentre os instrumentos utilizados pelo Programa, destacam-se as oficinas, palestras, exposições, cursos e concursos, nos quais se procura associar conteúdos vivenciados em sala de aula com a temática espacial.

Essa fórmula já conquistou milhares de professores e estudantes que atualmente desenvolvem com maior frequência atividades em sala de aula voltadas para a área espacial, despertando futuras gerações de pesquisadores e contribuindo para melhorar a educação brasileira.

Formação continuada de professores

O educador é uma das prioridades do Programa. De forma gratuita, o AEB Escola oferece cursos de capacitação a professores, com o intuito de promover um conjunto de ferramentas para o enriquecimento de conteúdos das diferentes disciplinas ministradas na escola. Uma constatação é inegável: a área espacial é um poderoso tema transversal que pode estar presente em qualquer momento da formação do estudante brasileiro.

A formação continuada visa desenvolver, nos educadores, competências e habilidades para trabalhar com conteúdos de ciência e de tecnologia relacionados à área espacial. Os cursos abordam,

também, estratégias didáticas para a transposição desses conteúdos para a sala de aula.

Atualmente, o AEB Escola realiza o curso Astronáutica e Ciências do Espaço, que é constituído pelos módulos:

- Experimentos Didáticos de Astronomia em Sala de Aula;
- Satélites e Plataformas Espaciais;
- Veículos Espaciais;
- Sensoriamento Remoto;
- Meteorologia e Ciências Ambientais.



Figura 3. Professores realizando atividade prática “Construindo uma Luneta”, no módulo “Astronomia em Sala de Aula” da Formação Continuada de Professores em Brasília, DF.



Figura 4. Professores conhecendo o conteúdo dos CDs interativos durante a Formação Continuada de Professores em Brasília, DF.

Ao investir na formação continuada, o Programa AEB Escola une o útil ao necessário. Em primeiro lugar assegura a sustentabilidade do Programa por meio da formação de disseminadores; em segundo leva o tema das ciências do espaço ao contexto escolar.

Material didático

A produção de material didático e paradidático visa auxiliar professores dos Ensinos Médio e Fundamental na sua prática pedagógica. Tem por objetivo apresentar temas atuais e atraentes em linguagem clara e objetiva, com base científica, abordagem interdisciplinar e contextualizada. Esse material oferece ferramentas de apoio ao desenvolvimento de atividades criativas, que estimulam



Figura 5. O Material didático do Programa é composto por manuais, CDs e DVDs.

o pensamento crítico e despertam o interesse pela ciência e tecnologia.

O *kit* do Curso “Astronáutica e Ciências do Espaço” é constituído de manuais e CDs interativos, sendo distribuído para os participantes do Curso e para professores de todo o país que se interessem em atuar como disseminadores do Programa.

O material didático pode ser requisitado de forma gratuita com a coordenação do AEB Escola.

Participação em eventos de divulgação científica



Figura 6. Exposição interativa do Programa AEB Escola apresentada durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), realizada em Brasília, DF.

O Programa AEB Escola tem investido continuamente na interação entre instituições ligadas à área espacial e escolas. Esse esforço, efetivado com a participação em eventos de divulgação científica e outras iniciativas de estímulo ao aluno, justifica e dá sentido às ações de formação continuada de professores e às diversas parcerias para a elaboração de materiais didáticos. O Programa AEB Escola existe para divulgar os avanços e conquistas do Programa Espacial Brasileiro, estimulando a formação de futuros cientistas e pesquisadores.

Todos os anos o AEB Escola é presença constante em exposições como a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) e Dia Mundial da Ciência pela Paz e pelo Desenvolvimento, além de feiras e eventos regionais de divulgação científica.

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA)

Mais de 1 milhão de estudantes já realizaram as provas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) nos últimos quatro anos em todo o Brasil. A OBA é um evento organizado pela Agência Espacial Brasileira (AEB) e pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB). Seu objetivo é popularizar o ensino de astronomia e de astronáutica (Ciências Espaciais) junto a professores e estudantes de todo o País. A OBA trabalha para gerar uma integração entre a comunidade científica e a estudantil.

Todos os anos, a comissão organizadora da OBA envia às escolas cadastradas material didático sobre os temas que deverão ser abordados nas provas. Esse material é constituído por um CD de apresentação da Olimpíada e com indicações de experimentos didáticos para o ensino de Astronomia, Astronáutica e Física; além de revistas sobre o tema, como a Espaço Brasileiro, produzida pela AEB, e a Ciência Hoje. Compõem também o material CDs com conteúdos interativos, livros, fôlderes, cartazes e dobraduras.

Apesar de ser uma Olimpíada, a OBA não tem o objetivo de estimular a competição, e, sim, o aprendizado. Por isso, os enunciados das questões são elaborados de modo a levar informações sobre os temas propostos, o que permite reflexões e contribui para a formação dos alunos e dos professores.



Figura 7. Alunos do CEM 01 de Planaltina, DF, realizando a prova da OBA.



Figura 8. Alunos realizando a atividade prática da Obfog durante a OBA.

Além de aplicar as provas, a organização da OBA propõe todos os anos uma atividade prática para ser desenvolvida em sala de aula. Com base nos registros e observações feitos ao longo da realização dos experimentos, os participantes podem optar por responder uma questão da prova relacionada com as observações feitas. O intuito é contribuir para que a cultura da pesquisa e da observação faça parte do dia-a-dia das escolas.

Outra atividade experimental promovida pela OBA é a Olimpíada Brasileira de Foguetes (Obfog), que consiste na proposição de desafios para a construção e lançamento de foguetes.

Todos os alunos e professores envolvidos no processo recebem certificados, como forma de valorizar a iniciativa nas escolas. Também são distribuídas cerca de 20 mil medalhas, com o mesmo propósito. Para os alunos que se destacam nos conteúdos de Astronomia, é oferecido um curso de atualização pela Sociedade Astronômica Brasileira, a partir do qual é selecionada a equipe que representa o Brasil na Olimpíada Internacional de Astronomia. Os alunos que se destacam nas questões de Astronáutica participam da Jornada Espacial, um curso avançado sobre ciências espaciais promovido pela Agência Espacial Brasileira. Além disso, aos professores destes alunos também são oferecidos cursos de atualização em Astronomia e Astronáutica.

A Jornada Espacial

Um dos objetivos da OBA é contribuir para a revelação de novos talentos para a carreira científica, permitindo aos jovens o contato com pesquisadores das áreas de Astronomia e Astronáutica – com o objetivo de conhecerem o cotidiano das profissões nestas áreas ou em ciências afins.

A Jornada Espacial é mais uma iniciativa de incentivo à vocação de jovens talentos para a área espacial. Dela participam

estudantes de diferentes estados com melhor desempenho nas questões de Astronáutica da OBA, juntamente com seus professores. A participação dos professores na Jornada Espacial tem como principal objetivo contribuir para a formação de disseminadores das ações do Programa AEB Escola nas diversas regiões do País.

A Jornada Espacial é realizada, anualmente, em São José dos Campos, SP, onde se localiza um importante pólo da pesquisa e da indústria aeroespacial brasileira. Os participantes da Jornada têm a oportunidade de conhecer as instituições vinculadas à área espacial e interagir com pesquisadores e técnicos que nelas atuam, proporcionando, assim, um rico ambiente de troca de experiência e de informações.



Acervo AEB.

Figura 9. Alunos e professores participando da atividade prática “Lançamento de Foguetes” realizada no MAB, durante a Jornada Espacial em São José dos Campos, SP.



Acervo AEB.

Figura 10. Professores em visita ao Centro de Visitantes do Inpe, durante a Jornada Espacial em São José dos Campos, SP.

Gestão

As ações do Programa AEB Escola vêm se consolidando a partir da integração de ações de instituições públicas e privadas, por se acreditar que as ações em cooperação tornam o processo mais eficiente, reduzindo seus custos e estendendo os benefícios para um número maior de pessoas.

Sua instituição e o Programa AEB Escola

O Programa AEB Escola está aberto a parcerias com instituições públicas e privadas e tem a oferecer resultados de grande visibilidade e apelo social. Suas ações podem chegar a cada sala de aula do Brasil. Para isso, o Programa precisa de parceiros com visão de futuro e preocupação com os rumos de nossa educação. Parceiros apaixonados pela divulgação da ciência e tecnologia, com ênfase nas ciências do espaço.

Informe-se sobre as possibilidades de incluir sua instituição ou empresa na relação de apoiadores e parceiros do Programa AEB Escola.

Agência Espacial Brasileira (AEB)

Programa AEB Escola

SPO – Área 5 – Quadra 3 – Bloco Q – Salas 3 a 9

CEP: 70610-200 Brasília (DF)

Fone: (61) 3411-5024 / 3411-5678

E-mail: aebescola@aeb.gov.br

COLEÇÃO EXPLORANDO O ENSINO

ASTRONÁUTICA



Ministério da
Educação

Ministério da
Ciência e Tecnologia

