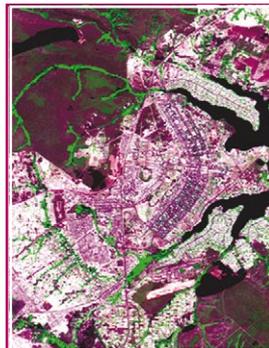


nês Longa Marcha 4B, a partir da Base de Lançamento de Taiyuan, situada na província de Shanxi, a cerca de 750 km sudoeste de Pequim. Em virtude do sucesso obtido no desenvolvimento dos dois satélites, Brasil e China iniciaram discussões objetivando especificar, desenvolver, fabricar, lançar e operar uma nova geração de satélites da família Cbers (Cbers-3 e Cbers-4), dotados de maiores avanços em seus sensores e cabendo responsabilidades iguais a cada um dos dois parceiros (50% para cada parte).

O programa de desenvolvimento dos satélites da série Cbers, além de significar um marco na busca de autonomia tecnológica nacional, também vem tendo um papel importante no estabelecimento de uma política nacional para a geração e disseminação de imagens de satélite.

Nesse caso, o Inpe implantou em junho de 2004 uma política de distribuição gratuita das imagens do território nacional. Com ela, o Brasil tornou-se um dos maiores distribuidores de imagens de satélite no mundo, tendo sido atingida a marca média de 2.100 imagens distribuídas por semana, mais de cem mil por ano.



Brasília - DF
Sensor: CCD/Cbers-2
Órbita_Ponto: 157_118
Composição: R3G4B2
Data: 18/07/2004



São Paulo - SP
Sensor: CCD/Cbers-2
Órbita_Ponto: 154_126
Composição: R3G4B2
Data: 30/12/2004

Figura 5.29A e B. Imagens coletadas pelo Cbers.

ALÉM DOS SATÉLITES

Petrônio Noronha de Souza (Inpe) e José Bezerra Pessoa Filho (IAE/CTA).

Por meio dos satélites, é possível realizar missões de observação da Terra e do Universo. No entanto, o satélite é um dos elos de uma corrente maior, que inclui:

- **Sistemas de solo:** responsáveis pelo controle dos satélites e pela recepção, processamento, armazenamento e distribuição de dados espaciais. Neste item encontram-se: Plataformas de Coleta de Dados (PCD), antenas de transmissão e recepção de dados dos satélites e os supercomputadores, necessários ao armazenamento e processamento de dados.
- **Análise e modelagem:** requer profissionais altamente qualificados para trabalharem na modelagem físico-matemática dos fenômenos objeto de observação pelos satélites. Em outras palavras, é preciso ter conhecimento em várias áreas do saber para obter e interpretar os dados obtidos de observações espaciais.
- **Transferência do conhecimento e informações à sociedade:** o conhecimento gerado com as atividades espaciais deve ser usufruído pela sociedade que o financiou. É o caso das previsões de tempo fornecidas pelo Cptec/Inpe e disponibilizadas gratuitamente a todos os cidadãos. O mesmo ocorre com o monitoramento do desmatamento em nosso país, cujos dados são também gratuitamente disponibilizados à sociedade por meio dos programas Deter e Prodes, ambos do Inpe.
- **Lançadores e bases de lançamento:** para que os satélites sejam colocados em órbita da Terra a 28.000 km/h, é necessário

o desenvolvimento de potentes foguetes, no topo dos quais os satélites são transportados ao espaço. Para lançá-los ao espaço, é necessária uma infra-estrutura em terra, conhecida como base de lançamento. Além de suporte ao pessoal envolvido com o lançamento, uma base de lançamento é composta por radares, estações meteorológicas, oficinas e equipamentos.

- **Usuários:** a comunidade formada por universidades, instituições de pesquisas, órgãos governamentais, empresas, escolas e o público em geral, que recebem os dados espaciais e os utilizam em atividades de natureza pública e privada.

O SENSORIAMENTO REMOTO E SUAS APLICAÇÕES

Angélica Di Maio (IG/UFF).

A obtenção de informações a partir de dados de sensoriamento remoto baseia-se no estudo das interações entre a energia eletromagnética (normalmente a luz visível) e os alvos da superfície terrestre (vegetação, oceanos, solo, cidades etc.). As características particulares de como cada alvo absorve, reflete ou emite a luz ao longo dos diferentes comprimentos de ondas eletromagnéticas definem as faixas espectrais mais adequadas à obtenção de informações sobre determinado objeto.

Os sensores, a bordo de satélites ou de aeronaves, são dispositivos capazes de detectar e registrar essa radiação eletromagnética em uma ampla faixa espectral. Enquanto nós observamos a natureza com dois olhos (fantásticos, por sinal) que decifram o ambiente na faixa da luz visível, os sensores são construídos para observar cenas da superfície terrestre com mais de dois olhos, ou seja, há sensores que captam dados do planeta a partir de, por exemplo, sete faixas espectrais diferentes (há sensores que conseguem mais que sete, outros menos). Estes sensores observam, portanto, o planeta com visões além do visível.

A observação da Terra por meio de sensores remotos é uma forma eficaz e econômica de coletar os dados necessários para monitorar e modelar fenômenos que ocorrem na superfície terrestre, especialmente em países de grande extensão territorial, como o Brasil.

Como um país de dimensões continentais, o Brasil enfrenta desafios relativos à ocupação, uso e manejo do seu imenso e diversificado espaço de 8.514.215,3 km², com uma população de cerca

de 180.000.000 de habitantes. Neste caso, vale ressaltar que o uso do sensoriamento remoto reduz o custo dos levantamentos de campo, sendo que o custo das imagens produzidas por satélites é inferior às produzidas utilizando aviões.

As atividades agrossilvopastoris, por exemplo, são responsáveis por mais de 90% da ocupação das terras. São praticadas diversas culturas, desde a escala da subsistência, passando pelas pequenas e médias organizações rurais, até as grandes empresas agroindustriais. No Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (CNPM), conhecido como “Embrapa Monitoramento por Satélite”, a pesquisa agropecuária brasileira emprega modernos e sofisticados instrumentos para garantir o conhecimento do uso do solo no Brasil.

As queimadas em nosso país têm sido objeto de muita preocupação. Elas atingem os mais diversos sistemas ecológicos e tipos de agricultura, gerando impactos ambientais em escala local e regional. Conjugando sensoriamento remoto, cartografia digital e comunicação eletrônica, é realizado, desde 1991, um monitoramento efetivo das queimadas em todo o Brasil.

No contexto local, as queimadas destroem a fauna e a flora, empobrecem o solo, reduzem a penetração de água no subsolo e, em muitos casos, causam mortes, acidentes e perda de propriedades. No âmbito regional, causam poluição atmosférica com prejuízos à saúde de milhões de pessoas e à aviação e transportes; elas também alteram, ou mesmo destroem, ecossistemas. Do ponto de vista global, as queimadas são associadas a modificações da composição química da atmosfera e mesmo do clima do planeta.

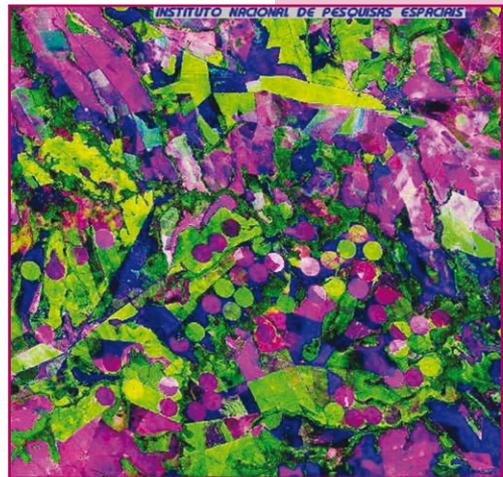


Figura 5.30. Imagem da plantação tomada por satélite. Data de aquisição da imagem: 18/Janeiro/1991. Composição colorida: bandas 3/4/5(BGR). Satélite: Landsat-5 TM. Mostra uma área de plantação de soja, que pode ser identificada por sua estrutura circular. A cor violeta representa o solo preparado para o cultivo, a cor verde representa cultivos irrigados em fase adulta e a cor rosa representa áreas de pastagens.

inpe. <http://www.dgi.inpe.br/>

No Brasil, a quase totalidade das queimadas é causada pelo ser humano (limpeza de pastos, preparo de plantios, desmatamentos, colheita manual de cana-de-açúcar, vandalismo, balões de São João, disputas fundiárias, dentre outros.).

Como parte do esforço de monitorar e minimizar o fenômeno das queimadas, uma equipe do Inpe que trabalha no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Cptec) vem desenvolvendo e aprimorando, desde a década de 1980, um sistema de detecção de queimadas. Atualmente, os dados são obtidos a partir de imagens termais (que indicam fontes de calor) dos satélites meteorológicos da NOAA, dos satélites americanos Terra e Aqua e da série Goes.

Como sabemos, os recursos naturais e o meio ambiente da Terra estão em mudança contínua em resposta à evolução natural e às atividades humanas. Assim, uma das vantagens do sensoriamento remoto por satélite é que as informações podem ser atualizadas com frequência devido à característica de repetitividade de aquisição das imagens e ainda a existência de dezenas de programas espaciais voltados à obtenção de dados para estudos de ambientes continentais, aquáticos e atmosféricos (neste caso, com o uso de satélites meteorológicos).

Um outro exemplo de aplicações é o monitoramento de animais via satélite, que tem revelado importantes dados sobre alguns animais de hábitos livres, como as tartarugas, lobos-guará, onças etc.

Um bom exemplo vem de pesquisa do Instituto Mamirauá, do Ministério da Ciência e Tecnologia, no Amazonas. Com a ajuda do Inpe, oito peixes-boi monitorados por telemetria vêm fornecendo dados valiosos sobre hábitos da espécie

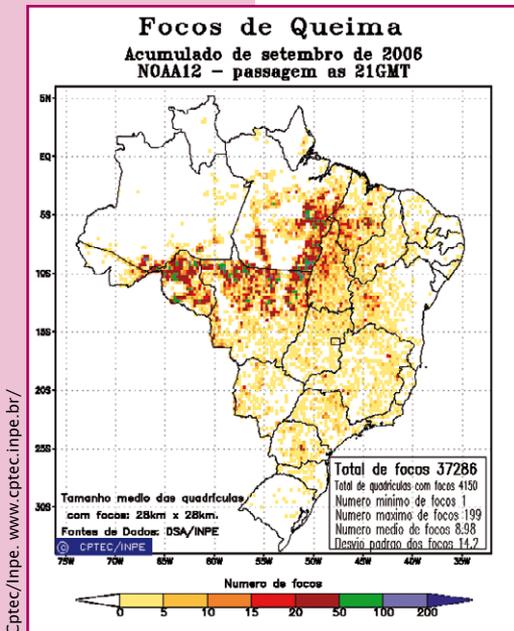
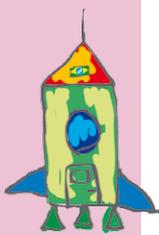


Figura 5.31. Focos de queimadas.

– como a migração de até 150 km em busca de alimentos entre as áreas de terra firme e planície, conforme os períodos das cheias e vazantes.

Uma outra atividade importante que também utiliza o sensoriamento remoto é o uso dos dados orbitais para potencializar o aumento da captura de peixes de interesse, a partir da localização de áreas que apresentam indicações oceanográficas favoráveis à presença dos cardumes. Neste caso, podem-se considerar simultaneamente as características biológicas da espécie e a importância da manutenção dos estoques pesqueiros.

No Brasil, a utilização de dados de satélite aplicados à pesca teve início no final da década de 70, quando foram utilizadas imagens do satélite americano Noaa-5 no auxílio à determinação de zonas propícias à pesca da sardinha. Existe, para cada espécie de peixe, uma faixa de temperatura considerada ótima para seu metabolismo. As sardinhas, por exemplo, adaptam-se melhor às águas mais frias, com temperatura inferior a 23 °C.



O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)

Leandro Toss Hoffmann (Inpe), Danton José Fortes Villas Bôas (IAE/CTA) e José Bezerra Pessoa Filho (IAE/CTA).

Os satélites usam as estrelas para se orientar no espaço.

Desde os nossos primeiros deslocamentos sobre a superfície terrestre descobrimos a impor-

tância de conhecer, com precisão, a nossa posição. As estrelas se mostraram bastante úteis nessa tarefa. A bússola, inventada pelos chineses, e o **astrolábio**, invenção grega, representaram grandes avanços nas técnicas de navegação. Em um estágio subsequente, foi desenvolvido o **sextante**. No entanto, por se basearem na posição dos astros no firmamento, tanto o astrolábio quanto o sextante nos deixam às escuras em uma noite nublada. No século passado foram desenvolvidos sistemas de navegação mais precisos, como o Decca, proveniente da Inglaterra e largamente utilizado por navios e aviões durante a II Guerra Mundial. A precisão desse sistema variava de alguns metros a um quilômetro, mas ainda muito longe da revolução que estava por vir.

Resultado de desenvolvimentos nos campos da física, matemática, eletrônica, computação e ciências espaciais, o GPS representa uma revolução sem precedentes no campo da navegação. Como a Internet, foi concebido pelo Departamento de Defesa dos EUA, na época da Guerra Fria. Do mesmo modo, tornou-se coqueluche mundial, estando presente na vida de milhões de pessoas.

O GPS é também conhecido como projeto Navstar, que se tornou operacional em abril de 1995 e nasceu com objetivos



Astrolábio: instrumento astronômico para medir a elevação dos astros acima do horizonte.

Sextante: instrumento astronômico usado para medir distâncias angulares ou elevações de corpos celestes.

iminentemente militares. Com o tempo, essa tecnologia militar foi gradativamente liberada para o uso civil, acabando por se tornar uma indústria bilionária. Além dos EUA, a Rússia possui o seu sistema próprio (Glonass), enquanto europeus, indianos, japoneses e chineses trabalham nessa direção.

O sistema é baseado em uma constelação de pelo menos 24 satélites, que navegam em seis diferentes órbitas, nas quais orbitam quatro satélites cada, distantes cerca de 20.000 km da superfície terrestre, Figura 5.32. Cada satélite leva doze horas para completar sua órbita. Tal arranjo visa permitir que, em qualquer lugar da superfície terrestre, um receptor GPS possa receber, a qualquer tempo, sinais de vários satélites. Além disso, existem satélites sobressalentes. Atualmente, a constelação GPS conta com mais de 30 satélites. É baseado nas informações recebidas desses satélites que um receptor GPS fornece a latitude, longitude, altitude, velocidade e tempo.

O sistema opera 24 horas do dia, sob quaisquer condições climáticas, e o usuário não paga um único centavo pelo seu uso. Tudo que o interessado necessita é do próprio receptor, cujo preço mínimo em 2009 está na faixa de R\$ 500,00. Além disso, diversos novos modelos de telefones celulares começam a trazer GPS embutidos, e assim pode-se prever a proliferação do uso do GPS nos próximos anos.

Alguns fabricantes disponibilizam receptores com mapas detalhados de diversas regiões do globo, com indicação de ruas, pontos turísticos, lojas, restaurantes, topografia, dentre outros. Outros trazem um sistema de voz, em várias línguas, que, passo a passo, narra o caminho a ser percorrido pelo usuário.

É importante frisar que os receptores GPS não funcionam sob mares, rios, lagos e oceanos, além do que sofrem interferência

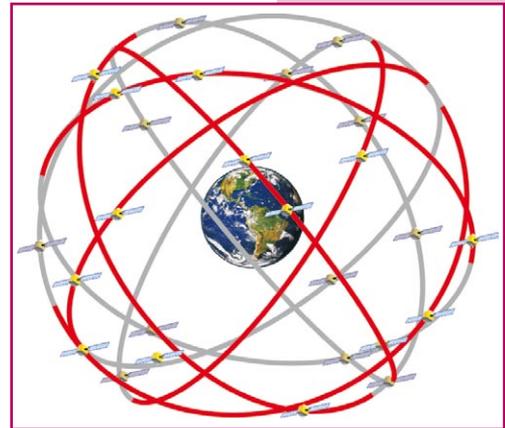


Figura 5.32. Constelação de satélites GPS.



Figura 5.33. Lançamento de um satélite GPS.

da vegetação e construções no seu entorno. Adicionalmente, vale ressaltar que o receptor GPS deve ser um dos componentes do sistema de navegação, jamais o único. Portanto, não se deve ter a pretensão de caminhar numa floresta densa e desconhecida somente pelo fato de portar um aparelho GPS. O mesmo se aplica à navegação marítima. Em situações como estas, é recomendável que o usuário disponha de bússola, sextante, mapas em papel, além do que possua conhecimentos básicos de navegação e do uso dessas ferramentas.

Similarmente a outras aplicações da área espacial, os satélites GPS não são auto-suficientes. Eles precisam de um suporte em terra capaz de monitorar e controlar, ininterruptamente, cada um dos satélites integrantes do sistema. Além disso, para assegurar a operacionalidade do sistema, novos satélites são lançados ao espaço em substituição

àqueles cuja vida útil aproxima-se do final. A Figura 5.33 mostra o lançamento do foguete americano da série Delta, lançando o sexto satélite da série IIR-M, Figura 5.34, em março de 2008.



Figura 5.34. Ilustração do satélite IIR-M.

Aplicações

Para o público leigo, a estréia do GPS ocorreu na Guerra do Golfo (1990-1991), quando o sistema foi utilizado como navegação dos mísseis americanos disparados contra o Iraque. Dessa forma, os mísseis acertavam os seus alvos com precisão quase cirúrgica.

A aviação comercial e militar faz uso intensivo do GPS para navegação e aproximação de aeroportos. O mesmo é aplicável à navegação marítima e terrestre. As locadoras de automóveis usam GPS em sua frota, com o intuito de auxiliar motoristas a se deslocarem em cidades desconhecidas. Por meio de mapas, o receptor GPS fornece na tela o traçado a seguir e, em caso de erro ou desatenção do motorista, automaticamente, calcula uma nova rota para o destino desejado. Transportadoras usam o sistema para saber, a cada instante, onde se encontram os veículos da sua frota. Em geral, esses veículos possuem estampados em sua carroceria a frase “Veículo rastreado por satélite”. Nestes casos, a informação processada pelo receptor GPS, presente em cada veículo, é transmitida a uma central, que faz o monitoramento. Em caso de paradas ou rotas não programadas, a central dispara uma série de procedimentos para saber se o veículo foi objeto de roubo.

Se você já visitou uma cidade turística, no Brasil ou no exterior, deve ter andado em um daqueles ônibus de dois andares que fazem um roteiro pré-estabelecido passando defronte dos vários pontos turísticos daquela localidade. Ao se aproximar de cada ponto turístico, o sistema de som do ônibus automaticamente entra em funcionamento, anunciando, por meio de uma gravação, o ponto turístico e a sua história. O GPS também tem sido utilizado para definir, com precisão, os limites de propriedades urbanas e rurais.

Muitos satélites têm suas órbitas acompanhadas via GPS. Foguetes de sondagem também fazem uso do GPS, não somente para ajudar no rastreo e localização das partes descartadas, como também da carga-útil, auxiliando na sua recuperação.

Por usar relógios atômicos de grande precisão, os satélites GPS são de grande utilidade para empresas que precisam de rigor na marcação do tempo. Tal se aplica a bancos de investimentos e empresas de telefonia, que necessitam registrar o exato instante das suas operações.

Saiba
mais...



Recreação

Os entusiastas em navegação criaram uma atividade diferente de jogo baseada no GPS: o *geocaching*. Nesse tipo de recreação, que lembra muito uma caça ao tesouro, pessoas do mundo inteiro escondem um diário e pequenos objetos em locais ao ar livre e publicam suas coordenadas na Internet. Posteriormente, alguém equipado com um receptor GPS lê essas informações na Internet e tenta encontrar os objetos (<http://www.brasilcaching.com.br/>).

Outra atividade, com objetivo semelhante, prevê que o navegante GPS encontre pontos de intersecção de coordenadas geográficas cujas latitudes e longitudes sejam valores inteiros em graus. Ao encontrar, o visitante deve tirar fotos do receptor GPS e da região e submetê-las ao sítio do projeto na Internet (<http://www.confluence.org/>), conforme ilustrado na imagem ao lado, que mostra o ponto de 29° de latitude Sul e 50° de longitude Oeste.

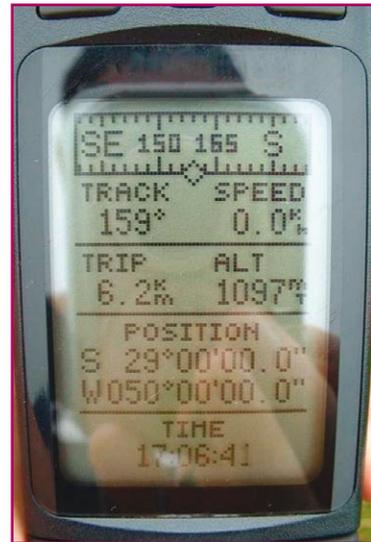


Figura 5.35. Tela de um receptor GPS.

Leandro Toss Hoffmann

Princípio de funcionamento do GPS

Latitude e longitude

No sistema de coordenadas geográficas, qualquer ponto na superfície da Terra é definido por um par de medidas angulares,

conhecidas como latitude e longitude, Figura 5.36. A latitude mede a posição em graus em relação ao Equador, de 0° a 90°, no sentido norte ou sul. A longitude, por sua vez, mede o ângulo de 0° a 180° no sentido leste ou oeste, em relação a um meridiano de referência, conhecido como meridiano de Greenwich.



Figura 5.36. Sistema de coordenadas geográficas.

Amery Neto

O funcionamento do GPS

Enquanto orbitam a Terra, os satélites da constelação GPS enviam constantemente informações aos usuários, por meio de ondas de rádio (ondas eletromagnéticas). Para melhor compreender as facilidades oferecidas, imagine-se portando um receptor GPS. Ao ligá-lo, este vai indicar na tela os satélites visíveis ao receptor, Figura 5.37A. As barras verticais indicam a intensidade do sinal recebido de cada satélite. Além dessas informações, o receptor indica a latitude e longitude (canto superior direito) e a precisão da estimativa de localização calculada.

O receptor GPS fornece, ainda, várias outras informações. A Figura 5.37B, por exemplo, mostra o roteiro programado por alguém que deseja ir de São José dos Campos a Santos. Ao longo do seu trajeto, o receptor GPS fornecerá ao usuário informações de direção, Figura 5.37C, bem como da distância percorrida, do tempo de viagem, do horário estimado de chegada e da velocidade média desenvolvida ao longo do percurso, 5.37D.

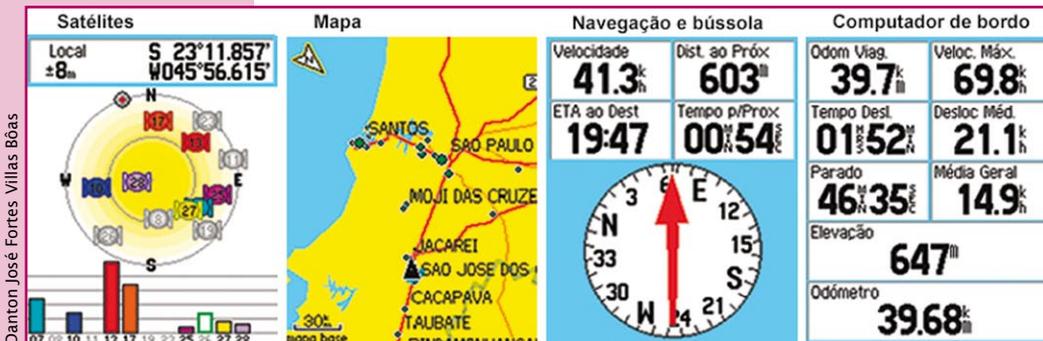


Figura 5.37A, B, C e D. Informações oferecidas pelo GPS.

As principais informações enviadas pelos satélites ao receptor GPS são: a identificação do satélite; a posição atual do satélite; e o horário em que a informação foi enviada.

Para descobrir quanto tempo o sinal emitido pelo satélite levou para chegar ao receptor, este subtrai a hora em que o sinal foi recebido da hora em que ele foi emitido pelo satélite. Outra informação necessária é a velocidade de propagação do sinal entre o satélite e o receptor. Neste caso, considera-se a velocidade da luz no vácuo, ou seja, 300.000 km/s. Com a informação de tempo e velocidade, o receptor calcula a distância entre ele e o satélite, da seguinte forma:

$$PD = c \times t,$$

onde “PD” representa a pseudo-distância em quilômetros, “c” a velocidade da luz no vácuo e “t” o tempo, em segundos. O uso do termo pseudo-distância decorre de erros na estimativa do tempo. Dentre as possíveis fontes de erro, vale destacar: interferência da atmosfera na velocidade de propagação do sinal; interferência de árvores e edificações, que podem fazer com que o caminho percorrido do satélite ao receptor não seja exatamente uma linha reta; e a precisão do relógio que equipa os receptores GPS. Pequenas alterações nas órbitas dos satélites também são responsáveis por imprecisão. Apesar disso, mesmo os aparelhos mais baratos conseguem fornecer uma precisão na ordem de dez metros, que já é o suficiente, para a grande maioria das aplicações cotidianas.

Trilateração em duas dimensões

O princípio da trilateração é baseado em uma geometria bastante simples. Para entendê-la, imagine-se um turista em algum ponto do estado de São Paulo. Na tentativa de se localizar, você é informado estar a 244 km, em linha reta, da cidade de São Carlos. Baseado nesta informação e no seu conhecimento de geometria, você conclui que pode estar sobre qualquer ponto sobre a circunferência vermelha da Figura 5.38. Trata-se, obviamente, de uma informação insuficiente para sua localização.



Figura 5.38. Princípio da trilateração em duas dimensões.

Na tentativa de lhe ajudar, uma outra pessoa informa que você está distante 122 km da cidade de Campinas, do que resulta uma circunferência de 122 km de raio, centrada na cidade de Campinas, e representada em azul na Figura 5.38. Olhando num mapa, você conclui que pode estar próximo tanto na cidade de São José dos Campos, quanto de Santos, ou seja, você continua sem saber sua localização exata.

Recordando a geometria que você aprendeu na escola, você conclui que com mais uma informação você será capaz de estabelecer a sua localização. De fato, com base na informação de que a sua distância à cidade de São Paulo é de 82 km, você conclui estar sobre a interseção das três circunferências, ou seja, na cidade de São José dos Campos, SP. Esse procedimento é similar ao utilizado pelo receptor GPS para determinar sua posição.

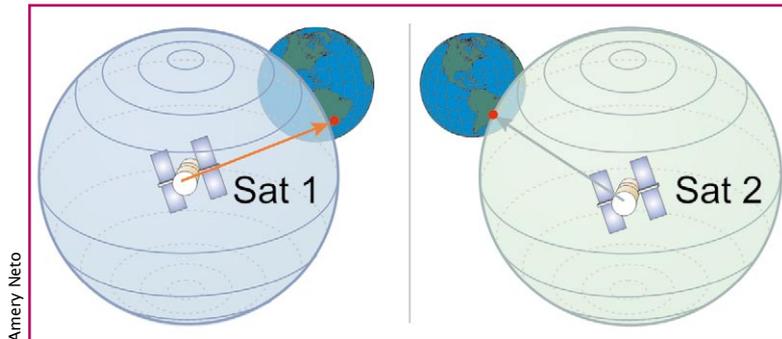


Figura 5.39A e B. Localização via GPS.

Trilateração em três dimensões

Considere-se na mesma situação anterior, mas agora você porta um receptor GPS. Um dos satélites captados pelo seu receptor (Sat 1) indica que você está a 21.000 km dele. Sob o ponto de vista desse satélite, você poderia estar localizado em qualquer ponto da superfície de uma esfera imaginária de 21.000 km de raio, centrada em Sat 1, Figura 5.39A. De modo similar, um segundo satélite, Sat 2, indica uma distância de 22.000 km, o que, em tese, coloca você sobre qualquer ponto da superfície esférica ilustrada na Figura 5.39B. De modo similar àquele envolvendo a trilateração em duas dimensões (Figura 5.38), você está localizado na interseção entre as superfícies esféricas imaginárias centradas em Sat 1 e Sat 2. Geometricamente, essa região é uma circunferência, ilustrada na Figura 5.40A. Quaisquer dos pontos sobre a circunferência da Figura 5.40A distam 21.000 km de Sat 1 e 22.000 km de Sat 2. A leitura obtida de Sat 3 indica 23.000 km

de distância entre o receptor e o satélite. Portanto, sob o ponto de vista de Sat 3, você poderia estar localizado em qualquer ponto da superfície esférica representada na cor amarela, Figura 5.40B. No entanto, somente os pontos A e B da Figura 5.40B, pertencem às superfícies esféricas centradas em Sat 1, Sat 2 e Sat 3.

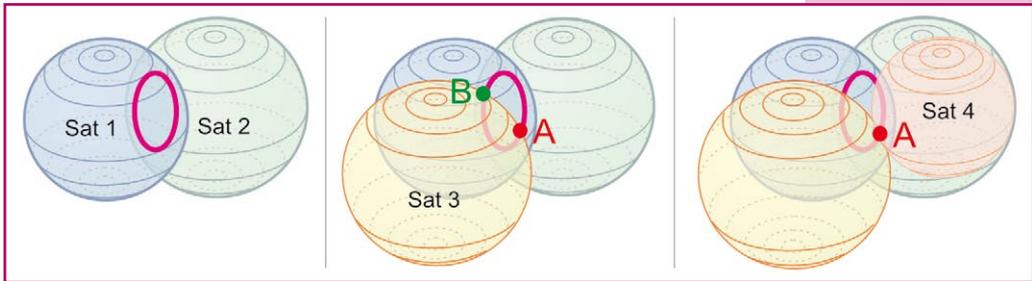


Figura 5.40A, B e C. Trilateração em três dimensões.

Se o receptor GPS considerar que você está ao nível do mar, ele concluirá em qual dos pontos, A ou B, você se encontra, uma vez que somente um deles estará sobre a superfície terrestre. No entanto, você poderia estar escalando o Everest ou voando 12 km acima da superfície da Terra. O receptor poderia, ainda, estar a bordo de um foguete. Portanto, é necessária a obtenção de informação de um quarto satélite, Sat 4, que estabelece em qual dos pontos, A ou B, você se encontra, Figura 5.40C. Assumindo que não haja fontes de erro na obtenção dos raios das esferas (pseudo-distâncias), o receptor estará localizado no ponto exato onde as quatro esferas se interceptam (Figura 5.41). Observe que a tecnologia espacial foi usada somente para estimar o raio das esferas. Todo o resto fundamenta-se nos conhecimentos seculares de geometria.

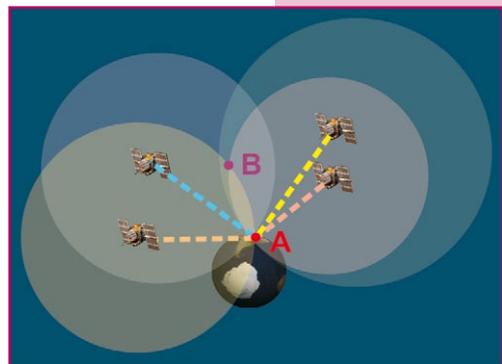


Figura 5.41. Uso de quatro satélites GPS para obtenção da localização.



ATIVIDADES

COMO GIRAR UM SATÉLITE

Petrônio Noronha de Souza (Inpe).

Apresentação

Para que um satélite possa cumprir a sua missão, ele sempre precisa estar apontado para uma dada direção. Para que ele possa ser apontado, é necessário que existam a bordo meios de imprimir uma rotação no satélite.

Para que um corpo qualquer possa ser girado, é necessário que lhe seja aplicado um torque. Pelo princípio da ação e reação, o torque aplicado no satélite deve contar com um apoio externo. (O princípio da ação e reação foi estabelecido pela 3ª Lei do Movimento de Newton – “A toda ação corresponde uma reação de mesma intensidade e em sentido contrário. Se A aplica sobre B uma força resultante, esse último corpo aplicará sobre A uma outra força resultante de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário”).

No caso de um automóvel, por exemplo, o apoio é o solo. O torque é aplicado ao girar os pneus, o que provoca o deslocamento do veículo. No caso de um barco, o apoio é a água. O torque é aplicado ao girar o leme, o que provoca uma rotação do barco. No caso de um avião, o apoio é o ar. O torque é aplicado ao girar as bordas das asas ou outras superfícies de controle, o que provoca uma rotação do avião.

Esta atividade demonstra, de modo simplificado, como acontece o movimento rotacional de um satélite artificial. Neste experimento, no lugar dos gases utilizados pelos satélites verdadeiros, será utilizada a água impulsionada pela gravidade.

Objetivo

Demonstrar o princípio da ação e reação (Terceira Lei do Movimento de Newton) envolvido na rotação em um satélite no espaço.

Sugestão de problematização

Como um satélite artificial consegue girar no espaço sem nenhum ponto de apoio?

Materiais

- Latas de alumínio de refrigerante vazias, ainda com o anel de abertura (no mínimo três para cada grupo de três ou quatro alunos) – Figura 5.42
- Linha de pesca fina
- 1 tesoura
- 3 pregos de diferentes diâmetros (designados pequeno, médio e grande)
- 1 balde com água
- Fita crepe
- 1 caneta vermelha

Procedimentos

1. Faça um furo próximo da base da lata (Figura 5.43A).
2. Ainda com o prego no furo, girar a sua parte superior para o lado para torcer o furo (Figura 5.43B).
3. Fazer outros três furos idênticos a aproximadamente 90 graus um do outro. Torcer os furos sempre na mesma direção.
4. Amarrar meio metro de linha de pesca ao anel de abertura da lata.

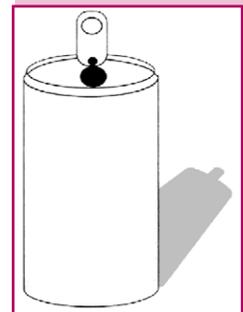


Figura 5.42. Lata de alumínio de refrigerante.

Nasa. www.nasa.gov/

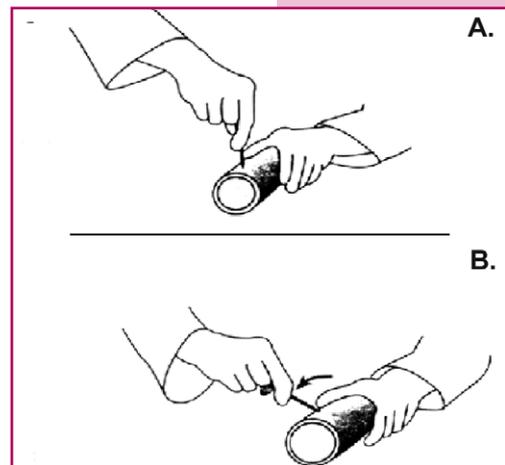


Figura 5.43A e B. Procedimento para fazer os furos na lata.

Nasa. www.nasa.gov/

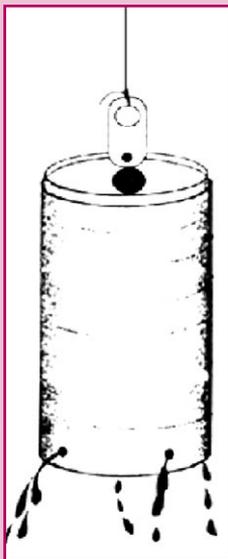


Figura 5.44. Ilustração do experimento sendo realizado.

5. Colar um pedaço da fita crepe na lateral da lata e pintá-lo com tinta vermelha.
6. Mergulhar a lata no balde de água até que ela fique cheia.
7. Suspender a lata pela linha acima da superfície da água do balde.
8. A lata será acelerada pela água que vaza pelos furos. Esta aceleração demonstra o princípio da ação e reação. (Figura 5.44).

O resultado esperado deverá ser o movimento rotacional da lata de refrigerante, o qual é análogo ao movimento rotacional de um satélite artificial em órbita. A ação da gravidade sobre a água que está dentro da lata produz uma pressão que é máxima no fundo dela. Esta pressão provoca a saída da água, que esguicha pelos furos. A esta ação corresponde uma reação, que é uma força contrária aplicada na borda da lata por cada esguicho. Cada uma destas forças gera um torque em relação ao eixo de rotação da lata. Estes vários torques, atuando sempre no mesmo sentido, aceleram a lata em rotação. A faixa vermelha ajuda a contar o número de voltas dadas pela lata até o momento em que a água se esgota.

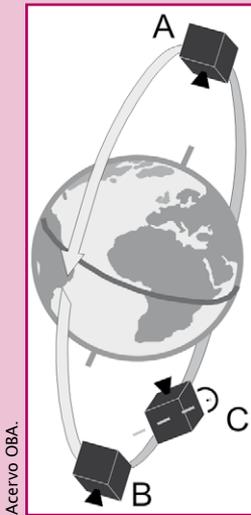
9. Em uma segunda etapa, os alunos podem perfurar outras latas, variando o número de furos e o diâmetro dos pregos. Em seguida devem fazer medidas comparativas da aceleração resultante por meio da contagem das voltas.
10. Este experimento também poderá servir para introduzir aspectos da metodologia científica para os alunos. Para tanto, devem ser seguidos os seguintes passos:
 - a. Criar um universo de experimentos, explorando a variação no número de furos (2 furos separados de 180° , três furos separados de 120° e quatro furos separados de 90°) e a variação no diâmetro dos pregos (pequeno, médio e grande). Com isso seriam preparadas nove latas. É importante que elas sejam da mesma marca de refrigerante, caso contrário as pequenas variações de uma marca para a outra poderão induzir erros no experimento.

- b. Estabelecer um número de repetições de cada teste de contagem de voltas, para que possam ser calculadas as médias de cada experimento (sugire-se um mínimo de três repetições). Se houver a disponibilidade, os alunos podem filmar cada um dos testes com uma máquina fotográfica digital e contar o número de voltas repassando a filmagem em câmara lenta.
- c. Fazer cada um dos nove testes, repetindo três vezes cada um deles, e calcular as médias do número de voltas. A média será obtida com uma calculadora.
- d. Colocar os resultados em uma matriz de três linhas por três colunas. Cada linha deve corresponder a um número diferente de furos e cada coluna a um diâmetro diferente dos furos.
- e. Discutir com a classe os resultados obtidos e analisar as tendências de aumento ou diminuição do número de voltas em função do número de furos e de seu diâmetro. Os resultados também poderão ser organizados em um gráfico. Nele, o eixo “X” indicaria o número de furos, o eixo “Y” indicaria o número de voltas. Os pontos seriam distribuídos no plano do gráfico e unidos em três linhas, cada uma delas correspondendo a um diâmetro diferente do furo. Esta é uma outra forma de analisar os resultados.

Orientações complementares

O movimento angular do satélite em torno do seu centro de massa define sua atitude. A atitude precisa ser controlada para que o satélite comporte-se de forma a satisfazer os requisitos da missão para a qual ele foi projetado.

Assumindo-se que, uma vez em órbita polar, o satélite possuísse somente o movimento de translação em torno da Terra, ocorreria a situação ilustrada na Figura 5.45, qual seja, no ponto A as câmeras estariam direcionadas à superfície terrestre e, no ponto B, as câmeras estariam apontadas para o espaço sideral, implicando a inutilidade delas para efeito de imageamento da Terra.



Acervo OBA.

Figura 5.45.

A solução para este problema é fazer com que o satélite gire em torno do seu próprio eixo a uma velocidade angular equivalente ao período de translação do satélite em torno da Terra. Dessa forma, as câmeras imageadoras estarão sempre apontadas para a superfície terrestre, conforme ilustrado pela situação C da Figura 5.45.

Existem vários procedimentos para se fazer o controle de atitude dos satélites. No espaço, o atrito do ar é quase inexistente. Por outro lado, o satélite no espaço não tem como apoiar-se em uma superfície. Por isto, ele gira em torno do seu centro de massa da mesma forma que a Terra gira em torno de si mesma, suspensa no espaço. Esta solução foi adotada pelos satélites brasileiros SCD-1 e SCD-2.

Muitas missões requerem controle da atitude do satélite em três eixos, ou seja, existem duas ou três direções que precisam ser controladas. Um exemplo disto seria o satélite apontar uma face para a Terra enquanto mantém a outra apontada na direção da velocidade. Nestes casos, o sistema para controlar o satélite pode requerer pequenos motores ou jatos de gás para gerar empuxos; bobinas magnéticas para produzir torques (algo semelhante ao motor de arranque dos carros); e também rodas de reação. Esses equipamentos são todos chamados de “atuadores”.

Por exemplo: as rodas de reação são pequenos volantes equipados com um motor elétrico. Quando o motor acelera o volante em um dado sentido, o resto do satélite é acelerado em sentido contrário. Todos utilizam o princípio da ação e reação de Newton. As bobinas magnéticas combinam propriedades magnéticas e elétricas. Neste caso, o satélite requer energia elétrica para gerar torques e girar até às posições desejadas.

Possíveis desdobramentos

Professor/a, esse experimento pode servir de base para outros estudos e aulas práticas que demonstrem conceitos como pressão, produção de movimento pelo uso da água e suas aplicações, funcionamento de uma caixa d’água etc.

CONCEITOS BÁSICOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Angelica Di Maio (IG/UFF).

Apresentação

A obtenção de informações a partir de dados de sensoriamento remoto baseia-se no estudo das interações entre a energia eletromagnética e os diferentes alvos da superfície terrestre. É, portanto, fundamental o conhecimento dos conceitos básicos que envolvem essa ciência, que permite a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos por meio de sensores.

Sensores são dispositivos capazes de detectar e registrar a radiação eletromagnética, em determinada faixa do espectro eletromagnético, e gerar informações que possam ser transformadas num produto passível de interpretação, por exemplo, uma imagem, um gráfico ou uma tabela.

Existem ao redor do mundo estações de rastreamento de satélites de recursos terrestres, formando uma rede que permite que sejam coletadas informações sobre a superfície terrestre em todas as latitudes e longitudes. A estação brasileira para recepção de imagens Cbers, Landsat e Spot, cujo principal objetivo é cobrir o território nacional, está instalada em Cuiabá, MT. De lá a estação cobre não só o Brasil, mas também boa parte da América do Sul. Outras estações recobrem a América do Sul e estão localizadas na Argentina e Equador.

Princípio básico

O princípio básico é a transferência de dados do objeto para o sensor por meio de radiação eletromagnética (REM).

O espectro eletromagnético estende-se desde comprimentos de ondas muito curtos, associados aos raios cósmicos, até ondas de rádio de baixa frequência e grandes comprimentos de onda. Mais de 99% da radiação oriunda do Sol é composta por ondas eletromagnéticas de 0,15 μm a 4,99 μm de comprimento. Este intervalo é denominado região da radiação solar e, portanto, é nesta região que se concentram as atividades ligadas ao sensoriamento remoto de recursos naturais. Por causa da absorção pelo ozônio e oxigênio atmosférico, o limite inferior da radiação recebida na superfície terrestre está em torno de 0,20 μm .

André Silva (AEB/Programa AEB Escola).

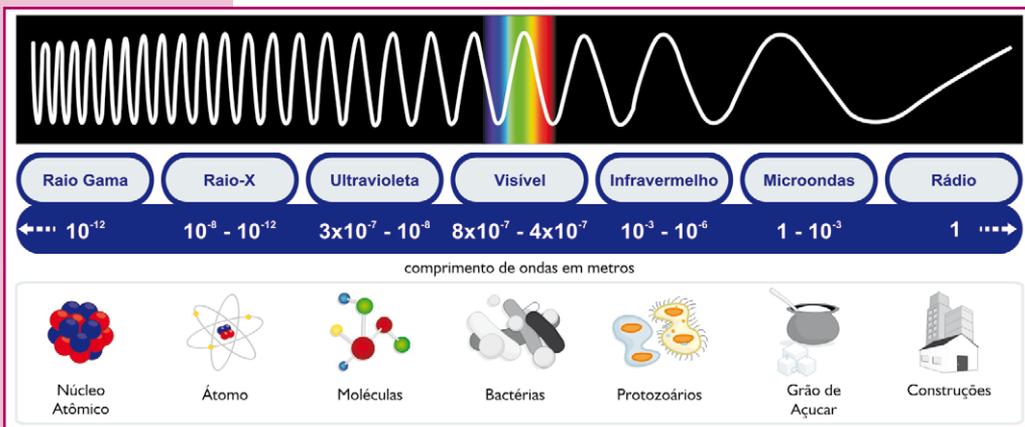


Figura 5.46. O espectro eletromagnético.

André Silva (AEB/Programa AEB Escola).

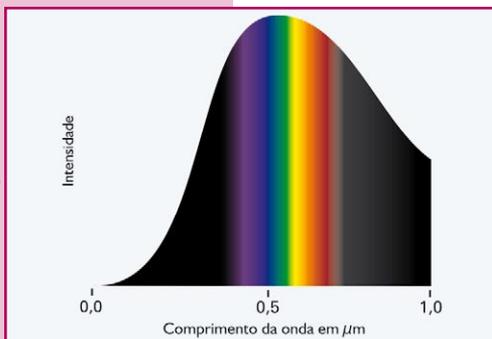


Figura 5.47. A distribuição espectral da radiação solar.

Por outro lado, o olho humano responde à radiação de comprimento de onda compreendido entre 0,4 μm a 0,7 μm , aproximadamente, por meio de mudanças fotoquímicas que ocorrem na retina. A radiação capaz de impressionar nossa vista é denominada radiação visível ou luz visível.

E como funciona?

No momento em que a radiação eletromagnética (REM) atinge a matéria, ocorrem interações, podendo a energia comportar-se

da seguinte forma: parte da REM é refletida; parte penetra no objeto, sendo, parcialmente, absorvida; e parte é transmitida. Além disso, a matéria também emite radiação.

A radiação solar incidente na superfície terrestre interage de modo diferente com cada tipo de alvo. Esta diferença é determinada, principalmente, pelas diferentes composições físico-químicas dos objetos ou feições terrestres. Esses fatores fazem com que cada alvo terrestre tenha sua própria “assinatura espectral”. Em outras palavras, cada alvo absorve ou reflete de modo diferente cada uma das faixas do espectro da radiação incidente. Outros fatores também influenciam no processo de interação da REM com os alvos, como, por exemplo, a posição relativa das feições em relação ao ângulo de incidência solar e à geometria de imageamento.

A energia radiante emitida pelo Sol, após atravessar a atmosfera, atinge a superfície terrestre (alvo – por exemplo, água, vegetação, estrada, prédios etc.), sofre interações, produz uma radiação de retorno, que se propaga novamente pela atmosfera e atinge o sensor do satélite, onde é detectada. Além de refletir a energia proveniente do Sol, o alvo também emite radiação, a maior parte da qual na faixa do infravermelho. É assim, por exemplo, que alguns sensores de satélites detectam a existência de queimadas. Essa radiação é transformada em sinais elétricos, que correspondem às variações de energia da cena original (Figura 5.49). Esses sinais elétricos são transmitidos e registrados nas estações de recepção de dados terrestres em meios de armazenamento.

Vale ressaltar que, quando adquirimos um dado por meio de um sensor remoto, o sinal coletado interage com a atmosfera até atingir o sensor. Os processos de atenuação mais importantes que afetam a propagação da radiação eletromagnética pela atmosfera são: absorção e espalhamento.

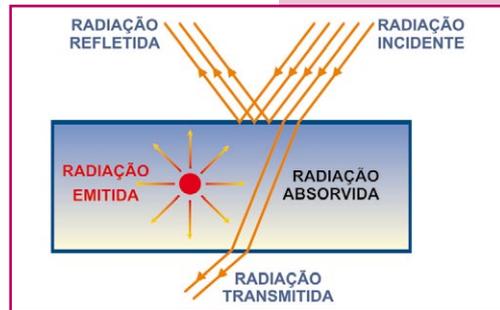


Figura 5.48. Interação da radiação com a matéria.

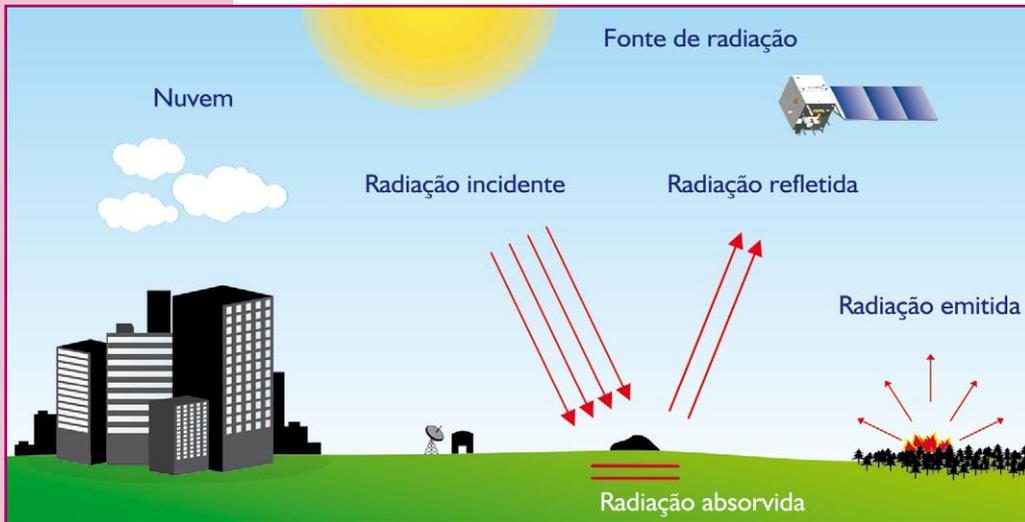


Figura 5.49. Esquema de aquisição de dados por sensoriamento remoto.

Ainda sobre os sensores

As características dos sistemas sensores são expressas em função de quatro domínios de resolução: espectral, espacial ou geométrica, temporal e radiométrica. Resolução refere-se à habilidade de um sistema de sensoriamento remoto para produzir uma imagem nítida e bem definida.

Resolução espectral: refere-se ao poder de resolução que o sensor tem para discriminar diferentes alvos sobre a superfície terrestre. Em outras palavras, ela é definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior a resolução espectral do sensor.

Se um sistema sensor possui detectores operando em mais de uma faixa espectral do espectro eletromagnético o sistema é dito multiespectral, porque registra a radiação eletromagnética proveniente dos alvos em várias faixas espectrais; como exemplo, o sistema sensor CCD, a bordo do satélite Cbers, capaz de registrar dados nas seguintes faixas espectrais: $0,45 \mu\text{m} - 0,52 \mu\text{m}$ (azul),

0,52 μm – 0,59 μm (verde), 0,63 μm – 0,69 μm (vermelho), 0,73 μm – 0,77 μm (infravermelho próximo) e 0,51 μm – 0,73 μm (pancromático).

Conhecendo o comportamento espectral dos alvos na superfície terrestre é possível escolher as bandas mais adequadas para estudar os recursos naturais.

Resolução espacial: é definida pela capacidade de o sistema sensor “enxergar” objetos na superfície terrestre; quanto menor for o objeto possível de ser visto, maior a resolução espacial. Por exemplo, a resolução espacial da CCD do Cbers é de 20 metros e a do sensor a bordo do satélite norte americano Ikonos chega a 1 metro. Dessa forma, um automóvel seria visto pelo satélite Ikonos, mas não pelo Cbers.

Resolução temporal: esta resolução indica o intervalo de tempo que o sensor leva para voltar ao mesmo local. Isso depende da largura da faixa imageada no solo e das características da plataforma. Por exemplo, o sensor ETM do Landsat-7 tem uma resolução temporal de 16 dias, isto é, a cada 16 dias o Landsat-7 passa sobre um mesmo ponto geográfico da Terra. A resolução temporal do Cbers varia em função da faixa imageada pela câmera. Para a câmera CCD, a resolução temporal é de 26 dias. A WFI e a HRC possuem resolução de 5 dias e 130 dias, respectivamente. A resolução temporal é muito importante porque permite fazer um acompanhamento dinâmico dos alvos sobre a superfície da Terra. Para o monitoramento de queimadas, por exemplo, é necessário um sensor com alta resolução temporal, pois este tipo de monitoramento requer dados diários.

Resolução radiométrica: esta resolução de um sensor refere-se a sua capacidade de discriminar, numa área imageada, alvos com pequenas diferenças de radiação refletida e/ou emitida. A resolução radiométrica do sensor TM (Landsat 5) é de 256 níveis de cinza e a do sensor do Ikonos é 2.048, ou seja, este é capaz de registrar 2.048 diferentes intensidades de radiação provenientes

das cenas imageadas. A resolução radiométrica da câmera CCD do Cbers é de 8 bits, ou $2^8 = 256$ níveis de cinza. Entretanto, esta resolução varia em função da faixa de frequência e do nível de ruído presente na eletrônica do equipamento.

Objetivo

Sedimentar os conceitos necessários para a compreensão mais ampla dos produtos gerados a partir de sensores remotos.

Sugestão de problematização

Quais os diferentes níveis de aquisição de dados? Quais as vantagens e desvantagens dos produtos gerados a partir de aeronaves (fotografias aéreas) e a partir de plataformas orbitais (imagens de satélites)?

Discuta sobre o uso de sensores que operam em diferentes regiões do espectro eletromagnético, por exemplo, o uso do radar (microondas) na Amazônia em função da cobertura de nuvens e o uso de sensores na faixa do infravermelho termal (de $3,5 \mu\text{m}$ a $3,9 \mu\text{m}$) para a detecção de queimadas.

Materiais

- Imagens de satélites
- 1 régua

Procedimentos

Atividade 1

1. Entregar aos alunos uma fotografia aérea com escala conhecida e trechos assinalados, como exemplificado na Figura 5.50.
2. Pedir que os alunos estudem a fotografia aérea em duplas e respondam às seguintes perguntas:



Acervo do Laboratório de Planejamento Urbano e Regional da Univap.
Fotografia aérea vertical, obtida em 1988, na escala 1:10.000, que recobre parte da área urbana de São José dos Campos.

Figura 5.50. Fotografia aérea pancromática de parte da cidade de São José dos Campos.

Conhecendo-se a escala da fotografia aérea (1:10.000) da Figura 5.50, responda:

- A extensão (“tamanho”) do trecho da Rodovia Presidente Dutra indicado na foto com o número 1.

- b. Com relação à feição de número 3, o que você poderia dizer com respeito a sua “textura e tonalidade”, comparando com o seu entorno? Ela (3) se repete em outra parte da foto?
- c. Usando-se o elemento “aspecto associado”, o que sugere a área referente ao número 3?
- d. Com relação ao “padrão” de ocupação apresentado na foto, e pela “posição geográfica”, você caracterizaria a área como urbana ou rural? Com relação à ocupação, você diria que a região é densa ou esparsamente ocupada?

Atividade 2

1. Entregar aos alunos uma imagem que mostre o comportamento espectral dos alvos: água, vegetação e solo, como exemplificado na Figura 5.51.

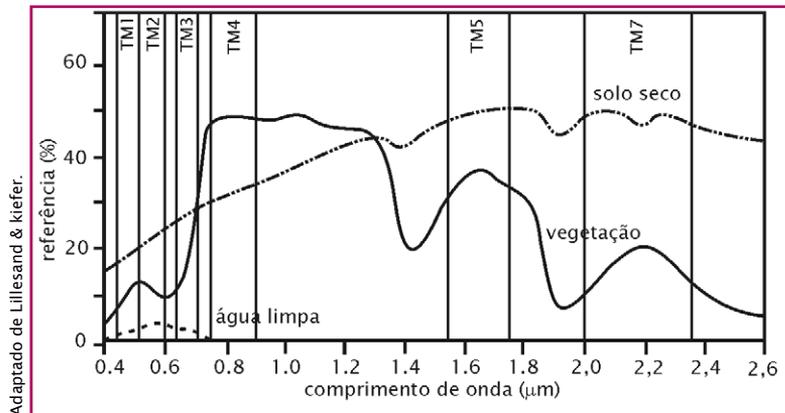


Figura 5.51. Comportamento espectral dos alvos: água, vegetação e solo.

2. Pedir que os alunos respondam às questões a seguir, com base na análise da imagem.

Observe a Figura 5.51 e responda:

- a. Por que é importante o conhecimento do comportamento espectral dos diferentes alvos para a interpretação de um produto de sensoriamento remoto?

- b. O que é assinatura espectral de um alvo?
- c. Compare as curvas espectrais dos alvos apresentados no gráfico e responda como se dá o comportamento espectral da água em relação aos demais alvos.

Atividade 3

1. Entregar aos alunos duas imagens que mostrem áreas específicas a serem identificadas, como exemplificado nas Figuras 5.52 e 5.53.
2. Pedir que os alunos respondam às questões a seguir, com base na análise das imagens:

Observe e compare os dois produtos orbitais (Figuras 5.52 e 5.53) em relação à resolução espacial:

- a. Que imagem apresenta maior resolução espacial?
- b. Identifique os alvos A e B na Figura 5.52.
- c. Identifique os alvos A e B na Figura 5.53.
- d. Localize o trecho apresentado na Figura 5.52 na Figura 5.53.



Figura 5.52. Imagem Ikonos Pancromática (resolução espacial de 1m) de um setor da cidade de São José dos Campos, SP.

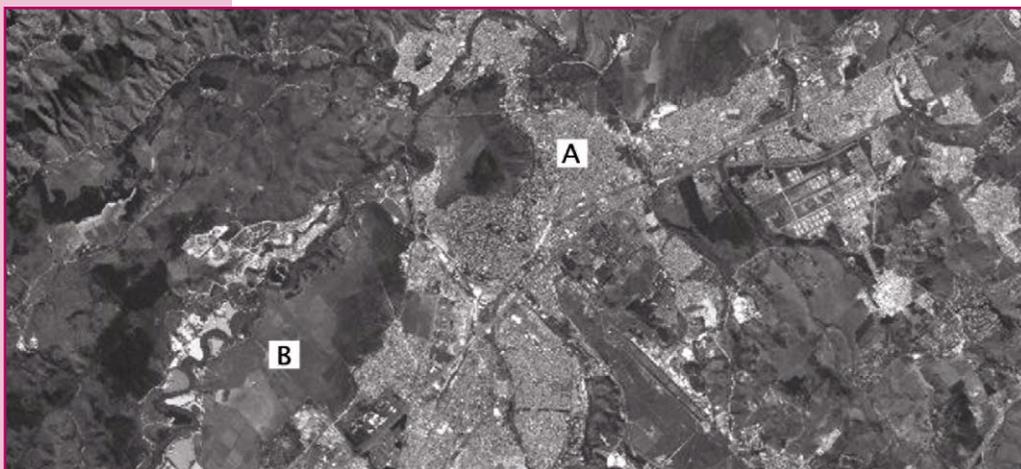


Figura 5.53. Mosaico de imagem Spot de 1997 - São José dos Campos, SP.

Atividade 4

1. Como se dá a obtenção de dados por sensoriamento remoto?
2. Explique como a radiação eletromagnética se comporta ao atingir um alvo na superfície terrestre.
3. Como a atmosfera afeta a propagação da radiação solar e a aquisição de dados por sensoriamento remoto? Em função disto, explique o que é janela atmosférica.
4. Explique por que o céu é azul e as nuvens são brancas.

Orientações complementares

Há mais textos e atividades propostas no sítio www.uff.br/geoden (Ensino Médio).

Para saber mais sobre o assunto, leia também:

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Inpe. Oficina de textos, 2002.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: Inpe, 2001.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Ed. Blücher Ltda., 1989.

Possíveis desdobramentos

- Observar imagens em diversas bandas (por exemplo, imagens Cbers obtidas gratuitamente no sítio do Inpe) e verificar como os alvos aparecem de forma diferenciada, conforme refletem mais ou menos em determinadas faixas do espectro.
- No Atlas Digital de Ecossistemas da América do Sul e Antártica, cuja versão em CD acompanha esta publicação, você observará como as águas dos Rios Solimões e Negro aparecem diferentes. Procure saber por quê.
- Pesquisar sobre as órbitas dos satélites de recursos naturais e comparar com os satélites meteorológicos.

DECOMPOSIÇÃO DAS CORES

João Batista Garcia Canalle (Uerj) e Adelino Carlos Ferreira de Souza (Uerj).

Apresentação

Nesta atividade mostramos como decompor as cores da luz solar em todas as suas componentes visíveis usando um pequeno espelho plano imerso na água, o qual substituí o prisma.

Objetivos

Demonstrar que a luz branca proveniente do Sol na verdade é constituída das cores visíveis no arco-íris.

Ilustrar o fato de que as cores têm diferentes índices de refração quando atravessam a água e que tal fato permite a decomposição da luz branca em suas constituintes.

Sugestão de problematização

Estimular os alunos a substituírem a água por outros líquidos, tais como: água salgada ou doce, refrigerante, leite e detergente.

Materiais

- 30 cm de fio de cobre encapado com aproximadamente 3 mm de diâmetro
- 1 garrafa PET grande, transparente
- 1 pedaço de espelho de aproximadamente 3 cm x 3 cm
- 1 pedaço de isopor fino do mesmo tamanho do espelho

- Cola ou fita adesiva resistente à água
- Água

Procedimentos

1. Usar o fundo de uma garrafa PET grande cortada em cerca de um terço da sua altura.
2. Furar a garrafa PET assim recortada, com um prego aquecido, em dois pontos diametralmente opostos, e cerca de 5 cm abaixo da superfície aberta da base da garrafa. Vide a Figura 5.54. O diâmetro do prego deve ser aproximadamente igual ao do fio de cobre (e respectivo revestimento) abaixo mencionado.
3. Desencapar o fio de cobre com cerca de 30 cm de comprimento e dobrar formando um “espeto” com uma laçada numa das extremidades, conforme mostra a Figura 5.54. Deixar encapados apenas dois pequenos segmentos do fio (cerca de 4 cm), que ficarão presos nas paredes da garrafa, permitindo girarmos o “espeto”, no qual estará fixado o espelho.
4. Colar um pequeno pedaço de espelho (aproximadamente 3 cm x 3 cm) em um pedaço de isopor do mesmo tamanho e atravessar o isopor com o “espeto” constituído pelo fio de cobre, ou se preferir, pode-se fixar o isopor no fio com o uso de fitas adesivas.
5. Colocar água na garrafa cortada até encobrir totalmente o espelho quando este estiver na vertical. Se vazar água pelos furos, isso não importa, mas pode-se vedá-los.
6. Para ver a decomposição da luz solar, basta colocar o experimento sob o sol e fazer o reflexo da luz incidente sobre o espelho bater numa parede ou anteparo que, de preferência, esteja na sombra, para que melhor se visualizem as cores do arco-íris, principalmente quando a água não estiver em movimento.



Figura 5.54 Experimento da decomposição das cores.

João Batista Garcia Canalle (Uerj) e
Adelino Carlos Ferreira de Souza (Uerj).

Orientações complementares

Devido ao baixo custo e simplicidade do experimento, é recomendável que o educador incentive que cada aluno faça o seu em casa, investigando o que acontecerá com a luz refletida se a água for substituída por outros líquidos.

Possíveis desdobramentos

- Professor/a peça aos alunos que modifiquem o experimento no sentido de deixá-lo ainda mais simples e que investiguem também o que ocorre com o reflexo da luz incidente no espelho quando ele estiver mais “fundo” ou mais “raso” na água.
- Havendo mais de um experimento disponível, você pode também pedir que os alunos investiguem o que ocorre quando fazem incidir a luz refletida pelos espelhos submersos, vários ao mesmo tempo, desde que num mesmo local da parede, ou seja, o que ocorre com as cores quando sobrepomos os reflexos da luz num mesmo local.



Aos 23 anos, o genial Isaac Newton realizou um dos seus célebres experimentos, demonstrando que a luz branca do Sol era, na verdade, constituída da mistura de várias cores.

- Podem ainda, substituir a água por outros líquidos como, por exemplo: água salgada, água adoçada com açúcar, refrigerante, leite, detergente etc.

O DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA

Angelica Di Maio (IG/UFF).

Apresentação

A Amazônia Legal possui a maior área remanescente de floresta tropical do mundo, com cerca de 3.900.000 km². As comunidades, vegetal e animal, da floresta tropical na Amazônia representam um depósito de inúmeras espécies e linhas genéticas, de produtos naturais e interações ecológicas entre as suas espécies de grande potencial para usos agropastoris, comerciais, industriais, energéticos e medicinais, cuja ínfima parcela tem sido analisada e estudada (Rankin, 1979; Câmara, 1986). A comunidade em si mesma não é um recurso renovável, embora certos elementos da comunidade (madeiras de lei, por exemplo) possam ser renovados quando tratados sob sistemas adequados de manejo e sem pressão de uso intensivo. A Floresta Tropical Amazônica é, portanto, um ecossistema frágil.

Apesar de suportar uma floresta tão exuberante, a maior parte dos solos da Amazônia é de baixa fertilidade. Segundo Schubart *et al.* (1984), a elevada eficiência na reciclagem de nutrientes minerais observada nas florestas tropicais tem sido correlacionada com a alta diversidade biológica. Alta diversidade biológica significa a existência de um número correspondentemente alto de inter-relações entre os organismos, resultando no aproveitamento máximo de qualquer excesso de material ou de recurso do ambiente.

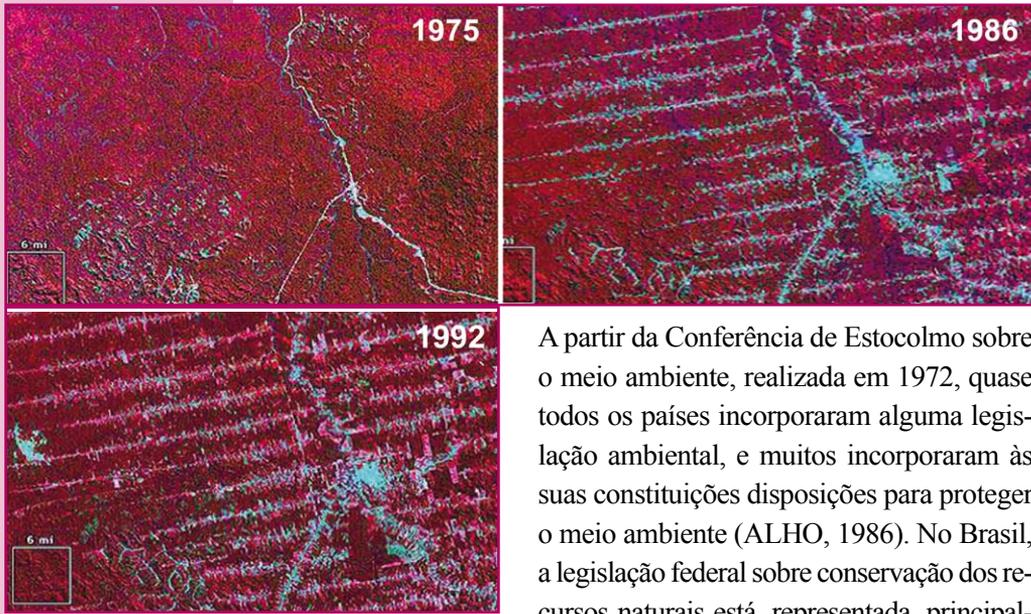
Deter e Prodes são programas de monitoramento do desmatamento na Amazônia Legal, por meio de imagens de satélites. Para mais informações, acesse:

<http://www.obt.inpe.br/prodes>

<http://www.obt.inpe.br/deter>



A preocupação pelo tema “meio ambiente” tomou dimensão maior nos anos 1960.



inpe. www.inpe.br/

Figura 5.55A, B e C. Imagens de satélites mostram as mudanças no uso da terra.

A partir da Conferência de Estocolmo sobre o meio ambiente, realizada em 1972, quase todos os países incorporaram alguma legislação ambiental, e muitos incorporaram às suas constituições disposições para proteger o meio ambiente (ALHO, 1986). No Brasil, a legislação federal sobre conservação dos recursos naturais está representada, principalmente, pelo Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965). Contudo, de-

cretos proibindo o desmatamento (como a Lei nº 7.511, de 7 de julho de 1986) têm efeito mínimo sobre aqueles que vivem distantes de estradas e cidades, e espalhados por uma região tão vasta como a Amazônia (FEARNSIDE, 1989). Desta forma, muitos eventos no processo de desmatamento ficam fora do controle do governo.

Qualquer política de desenvolvimento visando limitar efetivamente o desmatamento deve ser baseada no conhecimento de causas básicas que vêm motivando este processo (FEARNSIDE, 1979). O processo de desmatamento na Amazônia foi influenciado por uma série de fatores. Basicamente, foi estimulado por programas que atraíram migrantes de outras partes do País, como o estabelecimento de projetos de colonização e melhorias das estradas de acesso. A construção de grandes rodovias, como, por exemplo, a Belém-Brasília, responsável pela criação de grandes núcleos de desmatamento no sul do Pará e norte do Mato Grosso,

e a Cuiabá-Porto Velho, que deu início a focos de desmatamento na região oeste da Amazônia, juntamente com incentivos fiscais – que visavam gerar e dinamizar as atividades agropecuárias, colocaram, decisivamente, em risco toda a fragilidade do ecossistema amazônico (AYRES e Best, 1979; FEARNSSIDE, 1989).

Segundo Fearnside (1989), a implantação de pastagens contribui consideravelmente para a aceleração do desmatamento, tanto por pequenos colonizadores quanto por grandes latifundiários e especuladores. O desmatamento para a implementação de pastagem é o método mais utilizado por posseiros e grileiros, pois a pastagem representa a forma mais fácil de ocupação de uma área extensa. A comercialização de madeira, bem como a destruição em larga escala da floresta para a produção de carvão vegetal e a extração de outros produtos derivados da floresta já estão se tornando uma fonte substancial de distúrbios.

Muitos são os riscos ecológicos associados à derrubada de grandes áreas de floresta como, por exemplo:

- Compactação e erosão do solo, e conseqüente perda de fertilidade, uma vez que o desmatamento interrompe o ciclo de nutrientes no ecossistema.
- Assoreamento de igarapés e rios com o material resultante da erosão, com conseqüente ocorrência de enchentes.
- Redução da diversidade genética e extinção local de espécies, causando desequilíbrio populacional e riscos de proliferação de pragas.
- Modificação do ciclo hidrológico, caracterizada pela redução da evapotranspiração real, aumento do escoamento superficial da água, provocando enchentes durante as chuvas e estiagens mais longas durante os meses secos.

Cinqüenta por cento da precipitação da região amazônica é proveniente da evapotranspiração da própria floresta (SALATI,1983). Por meio deste processo, a floresta aumenta o tempo de permanência da água no sistema, devolvendo para a atmosfera, na forma de

vapor, parte da água presente no solo. Uma outra cobertura, cuja evapotranspiração não substitua a inicial da região, determina menor disponibilidade de vapor na atmosfera, com conseqüente redução na precipitação, especialmente nos períodos mais secos. Deve-se esperar, pois, que no caso da substituição de floresta por pastagens ou por culturas anuais em grande extensão da Bacia Amazônica, o clima sofra modificações no sentido de ter um período seco prolongado melhor definido, com um *deficit* de água no solo e maiores oscilações das temperaturas. Segundo Salati (1983), uma redução da precipitação de 10% a 20% já seria suficiente para induzir profundas modificações no atual ecossistema.

Dependendo da dimensão das alterações ocorridas, as conseqüências climáticas do desmatamento se estendem além do nível regional. Como Bunyard (1987) relatou, grande parte da água evaporada da Floresta Amazônica é carregada pelos ventos em direção às latitudes mais altas. No processo, o calor latente é transmitido dos trópicos para latitudes mais altas, desta forma contribuindo, significativamente, para um clima mais eqüitativo em áreas temperadas. Assim, as florestas tropicais úmidas do mundo, em particular a floresta amazônica, podem ser consideradas como um componente vital no processo de extrair calor das regiões quentes do globo para as regiões mais frias. Em suma, a presença das florestas serve para moderar extremas variações climáticas globais. Talvez a conexão mais importante entre clima e floresta seja o papel desta no ciclo global do carbono (The World Resource Institute, 1990). É importante ressaltar que, embora a Floresta Amazônica não seja uma fonte relevante de oxigênio, é um grande reservatório de carbono. O desmatamento acrescenta dióxido de carbono na atmosfera, como resultado da queima de florestas e da decomposição da vegetação cortada e abandonada. A elevação dos níveis de CO₂ provocam aquecimento global devido ao efeito estufa, pois o CO₂ retém a energia solar que a terra reemite para o espaço, causando aumento na temperatura da superfície terrestre.

O aquecimento do planeta devido ao aumento de CO₂ na atmosfera seria causado por um fenômeno muito simples. De acordo

com Salati (1983), a radiação solar, composta principalmente de radiações de ondas curtas, atravessa a atmosfera sem grandes dificuldades e praticamente sem dependência da concentração de CO_2 na atmosfera. No entanto, a radiação emitida pelo solo, que é aquecido pelos raios solares, é de comprimento de onda maior e é absorvida pelo CO_2 . Assim, o aumento de CO_2 na atmosfera provoca uma alteração no equilíbrio de energia de forma a aumentar a fração retida pela atmosfera, aquecendo-a. Desta forma, o monitoramento e a fiscalização dos desmatamentos e queimadas são fundamentais e o sensoriamento remoto orbital fornece os meios para o acompanhamento e prevenção desses eventos na grande extensão da Amazônia e no País como um todo.



Figura 5.56. Resultados do Projeto Prodes.

Objetivos

1. Mostrar a importância do uso das imagens de satélite na observação dos recursos naturais da Terra.
2. Familiarizar os alunos com produtos espaciais para a compreensão dos fenômenos que ocorrem na superfície do nosso planeta.
3. Suscitar reflexão a partir da constatação de situações ligadas ao desmatamento e às queimadas.
4. Familiarizar os alunos com imagens meteorológicas, tão divulgadas na mídia, disponíveis diariamente em sítios na Internet, com a finalidade de promover a compreensão de fenômenos atmosféricos.

5. Suscitar reflexão sobre as mudanças climáticas globais.
6. Incentivar a consulta aos sítios ligados às atividades espaciais.

Sugestão de problematização

Quais os problemas ambientais enfrentados na Amazônia? O que vem sendo feito para minimizar tais problemas? Ocorre o mesmo na Mata Atlântica?

Discuta sobre as mudanças climáticas globais. O que é o Protocolo de Quioto? O Brasil tem participado efetivamente? Como? E os demais países no mundo?

Materiais

- Papel vegetal milimetrado
- 1 régua
- 1 calculadora (opcional)
- Computador com acesso à Internet

Procedimentos

Atividade 1

1. Analise as imagens do satélite Landsat, Figura 5.57A (09/julho/1977) e Figura 5.57B (08/agosto/1984) da Amazônia (região do estado de Mato Grosso, próxima à divisa com o Pará), cuja escala original é de 1:500.000. A partir do recurso da multitemporalidade das imagens orbitais e do elemento de interpretação “tamanho” responda:
 - a. Qual é a área (aproximada) desmatada em ambas as imagens?
 - b. Houve crescimento ou decréscimo da área desmatada de uma data para outra?

2. Para delimitar as áreas desmatadas pode ser utilizado papel vegetal milimetrado, o qual possibilita o cálculo dessas áreas com base na escala da imagem e contagem dos quadrados do papel.

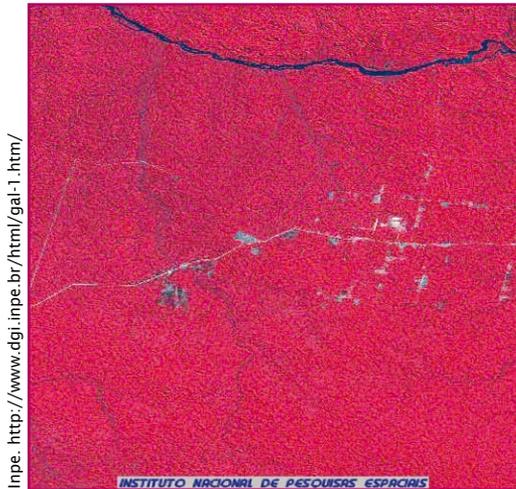


Figura 5.57A. Amazônia - MT (1977).

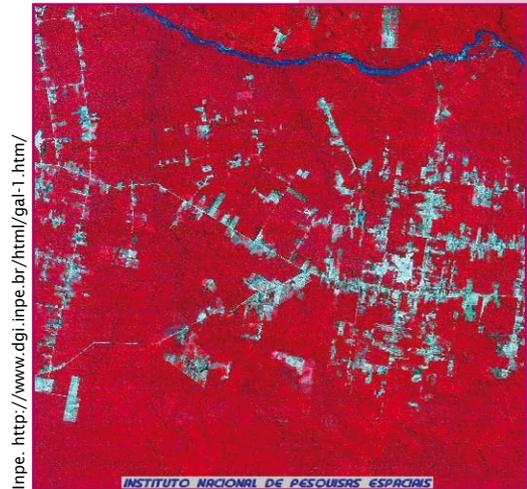


Figura 5.57B. Amazônia - MT (1984).

Atividade 2

1. Visite o sítio do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (Cptec/Inpe) (<http://www.cptec.inpe.br/queimadas/>).
 - a. A partir dos dados em tempo real analise as ocorrências de queimadas no Brasil para a data de hoje.
 - b. Analise ao longo das estações do ano o número de queimadas na região amazônica no ano de 2005 (utilize o banco de dados no próprio sítio). Qual o período de maior ocorrência de queimadas no Brasil? Por quê?
 - c. Verifique o tipo de cobertura vegetal mais atingido.

Atividade 3

1. Visite sítios de previsão do tempo e observe imagens de satélites para o dia de hoje.

2. Com base no conhecimento sobre essas imagens, elabore uma provável previsão do tempo para a sua região.
3. Em seguida compare com a previsão feita nos sítios especializados ou no jornal.

Atividade 4

1. Visite o sítio da Embrapa (<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/>).
 - a. Clique nos estados da Região Norte. Verifique a situação dos diferentes estados quanto à ocorrência de solo exposto (área que não possui cobertura vegetal). Que situação você pode constatar?
 - b. Clique no seu estado e localize o município onde você mora. Quais as feições naturais ou artificiais você consegue reconhecer na imagem?

Orientações complementares

Consultar o sítio educativo www.uff.br/geoden/, onde são encontradas outras atividades relacionadas ao uso de imagens de sensoriamento remoto, voltadas para o ensino básico.

Consultar o “Atlas de Ecossistemas da América do Sul e Antártica através de imagens de satélite”, cuja a versão em CD acompanha esta publicação, para mais exemplos de imagens, com recurso da multitemporalidade, não somente da Amazônia, mas de outros ecossistemas.

Ajuda em: <http://www.uff.br/geoden/> (Módulo 3 – Previsão)

Para saber mais sobre clima e tempo, acesse os sítios:

http://www.uff.br/geoden/index_previsao_geodem.htm/

<http://www.cptec.inpe.br/tempo/>

<http://www.infotempo.uol.com.br/>

<http://www.climatempo.com.br/>

<http://www.cptec.inpe.br/clima/>

O documentário Uma Verdade Inconveniente (EUA: Paramount, 2006. 1 DVD) mostra as drásticas conseqüências do aquecimento global.

Possíveis desdobramentos

A partir dessas atividades, é possível desencadear novos estudos com imagens. Veja outras sugestões:

1. Discuta sobre as mudanças climáticas estudadas e as conseqüências para o planeta.
2. Pesquise sobre o fenômeno do *El Niño* e *La Niña* (<http://www.cptec.inpe.br/enos/>).
3. Visite o sítio do Inpe e veja a Antártica (<http://www.cptec.inpe.br/antartica/>).
4. Pesquise sobre o buraco na camada de ozônio.

OFICINA DE LEITURA DE IMAGENS

Teresa Gallotti Florenzano (DSR/Inpe) e Angelica Di Maio (IG/UFF).

Apresentação

O termo cobertura e uso do solo é definido como a forma pela qual o espaço terrestre está sendo ocupado, que pode ser natural ou por atividades antrópicas (resultantes da ação do ser humano). Os aspectos relacionados a essa ocupação podem ser identificados nas imagens orbitais ou em fotografias aéreas pela interpretação.

O que é interpretação de imagens?

Uma imagem orbital contém muitos “dados”. Para que esses dados se tornem “informação”, é necessária a sua interpretação a partir das diferentes áreas do “conhecimento”.

Interpretar imagens é identificar objetos nelas representados e dar um significado a esses objetos. Assim, quando identificamos em uma imagem uma represa, uma mancha urbana, uma mata, estamos fazendo a sua interpretação.

As imagens obtidas por sensores remotos, qualquer que seja seu processo de formação, registram a energia proveniente dos objetos. Independentemente da resolução e escala, as imagens apresentam os elementos básicos de reconhecimento, que são: tonalidade/cor, forma, padrão, textura, tamanho, sombra, aspectos associados e posição geográfica.

Essas são as características, na representação por imagem, dos objetos no terreno. Em certos casos, pode-se precisar da informação de apenas um ou dois elementos de reconhecimento para se fazer a interpretação correta, em outras, é necessário que se utilize vários desses elementos.

Esses fatores-guias podem ser agrupados para se chegar a uma “chave de interpretação” de determinado fato. Uma “chave de interpretação” é a descrição da imagem de um dado objeto na foto por meio de sua forma, tonalidade ou cor, tamanho, padrão etc.

Objetivos

1. Identificar informações sobre a superfície terrestre contidas em imagem de sensoriamento remoto,
2. Relacionar as imagens com mapas locais, cartas topográficas e fotografias.

Sugestão de problematização

Percebemos que os “olhos” atentos dos satélites permitem que possamos cuidar melhor do nosso planeta. Você concorda? O Brasil utiliza muitos dados orbitais? Você conhece projetos importantes em nosso país que usam imagens de satélites? Quais são essas imagens, de qual(is) satélite(s)? Por que usar imagens do satélite americano Noaa para a detecção de queimadas? Por que nas imagens Ikonos (aquelas do Google Earth), percebemos tão bem as formas na cidade?

Materiais

- Folhas de papel vegetal tamanho A3
- Mapas da sua cidade ou da capital do seu estado – novos e antigos
- 1 caixa de lápis de cor (não pode ser lápis de cera)
- 1 régua
- 1 borracha
- 1 lápis preto
- Imagens fotográficas da sua cidade ou da capital do seu estado que mostrem paisagens

- Imagem de satélites da sua cidade ou da capital do seu estado, as quais podem ser obtidas em <http://www.dgi.inpe.br/>
- Imagem de alta resolução espacial da sua cidade ou da capital do seu estado, que podem ser obtidas no sítio <http://earth.google.com/>

Procedimentos

1. Considerando que a pista do aeroporto mede 3,3 km, calcule a escala da imagem Cbers-2 da sua cidade.
2. Interpretar a imagem Cbers-2 da sua cidade seguindo as etapas:
 - a. Fixar com fita crepe o papel vegetal somente na parte superior da imagem.
 - b. Selecionar uma área desta imagem para a atividade (um retângulo) que seja heterogênea e representativa.
 - c. Delimitar o retângulo selecionado sobre o papel vegetal.
 - d. Com base nos elementos de interpretação (cor, textura, forma, tamanho, sombra, padrão, localização e contexto), delimitar e identificar classes de cobertura e uso da terra, como por exemplo:
 - Rede Viária Principal
 - Aeroporto
 - Área Urbana
 - Rede de Drenagem Principal/Mata Ciliar
 - Lago/Represa/Rio
 - Ponte
 - Bioma típico da região
 - Reflorestamento
 - Área Agrícola
 - Área Queimada

- e. Criar uma legenda para essas classes, por meio de símbolos e cores. A legenda pode ser criada baseada na lógica perceptiva. Ajuda em: <http://www.uff.br/geoden/> (Módulo 2 – Signos e Legenda).
3. Interprete a imagem Cbers-1 de da sua cidade no sítio <http://www.dgi.inpe.br/> e destaque o que mudou nas especificações da imagem (satélite e data) e na área representada.
4. Interprete a imagem de alta resolução espacial da sua cidade no Google Earth (<http://earth.google.com/>), identifique e indique exemplos de alvos que podem ser discriminados nesta imagem.

Orientações complementares

Sítios com imagens de satélite grátis

Nos sítios relacionados abaixo, você poderá ter acesso a várias cartas-imagens que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de atividades com produtos de sensoriamento remoto.

Satélite Cbers. <http://www.cbbers.inpe.br/>

Embrapa, com imagens de todos os estados brasileiros. Clique sobre a imagem com o *mouse* para obter imagens mais detalhadas da área de interesse. <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/>

Engesat – galeria de imagens de satélite.

<http://www.engesat.com.br/>

Satmidia – galeria de imagens de satélite.

<http://www.satmidia.com.br/>

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

Galeria de imagens do mundo todo, da Earth Observatory.

<http://earthobservatory.nasa.gov/observatory/>

Galeria de imagens do sítio Our Earth as Art.

earthasart.gsfc.nasa.gov/index.htm/

Satélite americano Landsat

<http://landsat.gsfc.nasa.gov/images/>

Galeria de imagens do Earth from Space

<http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/EFS/>

<http://eol.jsc.nasa.gov/Coll/>

<http://eol.jsc.nasa.gov/cities/>

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

UFRGS onde está toda a cobertura do Rio Grande do Sul (RS) em imagem Landsat. Para obter as imagens basta se cadastrar no sítio <http://www.sct.rs.gov.br/programas/mosaico/index.htm/>.

Possíveis desdobramentos

A partir desta atividade é possível desencadear novos estudos com imagens.

Procure por imagens de regiões conhecidas dos alunos (por exemplo, em: <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/>). Procure por mais informações sobre os locais escolhidos no sítio do IBGE (<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php/>), faça comparações com os mapas interativos, por exemplo, com áreas de proteção ambiental (<http://www.ibge.gov.br/>).

Atenção! A Escola e/ou professor poderá se cadastrar no sítio do Inpe e solicitar imagens recentes do Cbers ou mesmo imagens mais antigas do Landsat em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

Há mais material no Programa EducaSere em:

<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/index.htm/>

EXPERIMENTOS EDUCACIONAIS EM MICROGRAVIDADE NA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL – GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO

Elisa Margarida Kovac Farinha Saeta (SME/PMSJC).

Apresentação

A convite da Agência Espacial Brasileira, quatro escolas da Rede Municipal de Ensino da cidade de São José dos Campos, SP, desenvolveram dois experimentos que foram conduzidos a bordo da Estação Espacial Internacional, por ocasião da Missão Centenário. Os experimentos conduzidos a bordo da ISS foram: Germinação de sementes de feijão e Cromatografia da clorofila.

Neste espaço abordaremos o experimento da Germinação de sementes de feijão e convidamos você a desenvolver o seu próprio experimento, comparando os seus resultados àqueles obtidos pelo astronauta brasileiro, a bordo da ISS.

Histórico

Aparentemente simples, de pequenas dimensões (270 mm x 250 mm x 80 mm) e leve (250 g), o experimento intitulado Germinação de sementes de feijão requereu algumas centenas de horas de trabalho envolvendo alunos e professores da Secretaria Municipal de Educação (SME) de São José dos Campos, pesquisadores e técnicos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Além da confecção dos experimentos propriamente ditos, foi necessária a elaboração de uma documentação que acompanhou

os experimentos. Essa documentação compreendeu mais de 300 páginas, escritas na língua inglesa e divididas em vários volumes. Em janeiro e fevereiro de 2006 técnicos russos vieram a São José dos Campos para avaliar os experimentos, a documentação elaborada e os testes conduzidos no Laboratório de Integração e Testes do Inpe. Além de verificar as dimensões e massa de cada um dos conjuntos, foram realizados testes de pressão, temperatura, umidade, vibração e choque. Também foi necessário avaliar se os materiais utilizados na confecção dos experimentos poderiam liberar gases tóxicos que colocassem em risco a tripulação e os equipamentos.

Germinação de sementes de feijão

Durante sete dias, 20 sementes de feijão germinaram a bordo da ISS, sob condições de microgravidade. As sementes foram acondicionadas em quatro sacos plásticos transparentes hermeticamente fechados, cada um com cinco sementes, Figura 5.58.

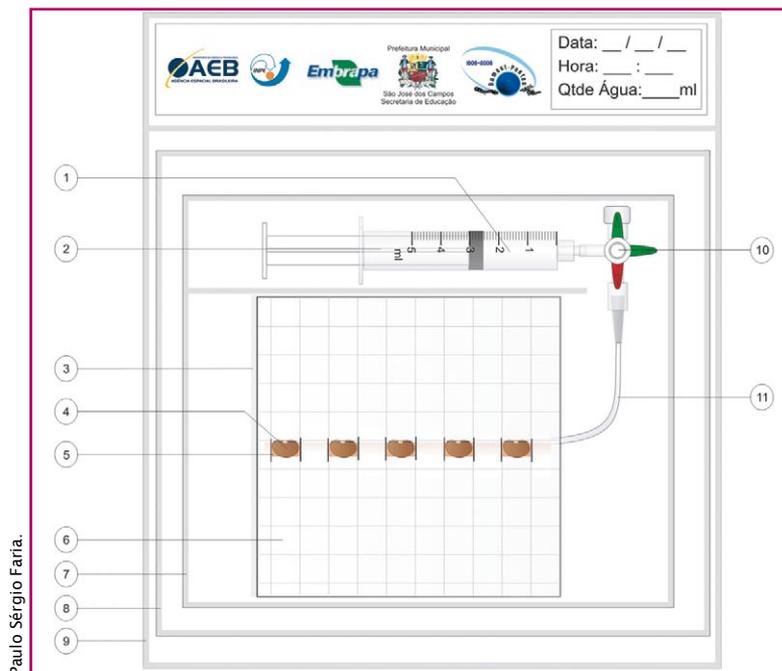


Figura 5.58. Representação esquemática do Conjunto 1.

Neste experimento, a germinação das sementes e o crescimento da planta foram testados sob diferentes condições de luminosidade e disponibilidade de água, visando observar os efeitos de fototropismo e geotropismo.

Geotropismo é o movimento de curvatura ou de crescimento da planta orientado pela força da gravidade. A raiz apresenta geotropismo positivo, ou seja, cresce na direção da força gravitacional e o caule apresenta geotropismo negativo, cresce em direção contrária à força gravitacional.

Fototropismo é o movimento de curvatura ou de crescimento da planta orientado pela luz. O caule responde com fototropismo positivo e a raiz com fototropismo negativo.

O experimento foi repetido em Terra com sementes similares, nas mesmas condições de luminosidade e disponibilidade de água e no mesmo intervalo de tempo do experimento realizado na Estação Espacial Internacional.

Sugestão de problematização

Repetir o experimento realizado por Marcos Pontes na ISS e por professores e alunos da Rede Municipal de Ensino de São José dos Campos, SP, comparando os resultados obtidos.

Objetivos

1. Avaliar o processo de germinação da semente do feijão (*Phaseolus vulgaris*) e os estágios iniciais de seu crescimento, sob os efeitos da microgravidade.
2. Avaliar os efeitos da luz e da sua ausência no processo de germinação.
3. Avaliar os efeitos da quantidade de água disponível no processo de germinação.

4. Comparar os resultados obtidos a bordo da ISS com aqueles obtidos em Terra.
5. Enfatizar a importância do trabalho em equipe.
6. Incentivar a participação dos estudantes nas experiências científicas, relacionando-as com suas atividades do dia-a-dia.

Materiais

- 20 sementes (grãos) de feijão
- 1 seringa de 5 ml (sem agulha)
- 4 pedaços de papel de filtro com as seguintes dimensões: 10 cm x 10 cm
- 4 pedaços de plástico, do tipo utilizado em pastas plásticas e encadernações, nas mesmas dimensões do papel de filtro
- Água
- 4 sacolas plásticas com tamanho superior a 10 cm x 10 cm
- Fita adesiva
- 1 caneta para retroprojektor
- Papel alumínio

Procedimentos

Com o intuito de evitar riscos à tripulação e à espaçonave, os experimentos desenvolvidos para serem operados a bordo da ISS continham barreiras de proteção formadas por três sacolas plásticas hermeticamente fechadas.

Em Terra, o experimento pode ser montado de uma maneira muito mais simples.

Montagem

1. Fixar, com fita adesiva, cinco sementes na parte central do papel de filtro.



Figura 5.59. Conjunto 1 montado.

2. Fixar o papel na placa de plástico (para deixar o conjunto mais firme).
3. Inserir o conjunto acima no interior da sacola plástica.
4. Repetir os procedimentos 1 a 3 quatro vezes, numerando as sacolas da seguinte forma: Conjunto 1, Conjunto 2, Conjunto 3 e Conjunto 4.

Seguidos os passos 1 a 4, acima, você deverá obter um conjunto semelhante àquele mostrado na Figura 5.59.

Execução do experimento

Conjunto 1:

1. Utilizando a seringa, umedecer o papel no entorno das sementes com 2,5 ml de água.
2. Fechar a sacola plástica.
3. Fixar a conjunto na parede, em posição vertical. Sugestão: fixe-o com fita adesiva.
4. Acompanhar o experimento diariamente pelo período de sete dias, conforme segue:
 - a. Fotografar ou desenhar o conjunto, com destaque para as sementes.
 - b. Preencher o formulário intitulado Relatório Diário, Tabela 1.
 - c. Realizar as observações sempre no mesmo horário.

Tabela 1 – Formulário para acompanhamento do experimento.

Astronauta (professor ou grupo de alunos):					
Tipo de semente (<i>Phaseolus vulgaris</i> ou outro tipo):					
Data de início do experimento:					
Horário:					
	Semente 1	Semente 2	Semente 3	Semente 4	Semente 5
Dia 1	A semente está em boa condição?				
T (°C)	Sim Não () ()				
Dia 2	A semente aumentou de tamanho?				
T (°C)	Sim Não () ()				
Dia 3	Surgiu uma pequena raiz (radícula) na semente?				
T (°C)	Sim Não () ()				
Dia 4	A radícula está crescendo?				
T (°C)	Sim Não () ()				
Dia 5	A radícula continua crescendo?				
T (°C)	Sim Não () ()				
Dia 6	A radícula continua crescendo?				
T (°C)	Sim Não () ()				
Dia 7	Existe uma estrutura verde saindo da semente?				
T (°C)	Sim Não () ()				
Outras observações:					

Conjunto 2:

Seguir os mesmos procedimentos do Conjunto 1, fazendo uso de 4,0 ml de água.

Conjunto 3:

1. Utilizando a seringa, umedecer o papel no entorno das sementes com 2,5 ml de água.
2. Fechar a sacola plástica.
3. Embrulhar o conjunto em papel alumínio para evitar exposição à luz.
4. Fixar o conjunto envolvido em papel alumínio na parede, em posição vertical.
5. Após sete dias, remover o papel alumínio e fotografar o conjunto, com destaque para as sementes.

Conjunto 4:

Seguir os mesmos procedimentos do Conjunto 3, fazendo uso de 4,0 ml de água.

A partir dos resultados obtidos com os Conjuntos 1 a 4, será possível avaliar os efeitos da quantidade de água e luz sobre o processo de germinação.

Os efeitos da microgravidade poderão ser avaliados a partir da comparação desses resultados com aqueles obtidos por Marcos Pontes a bordo da ISS.

O que foi feito na ISS

Ao contrário dos experimentos da clorofila, as sacolas com as sementes de feijão voltaram à Terra com o astronauta. Por isso, foram transportadas em uma sacola alaranjada, denominada KIT SED, feita de um material especial, à prova de fogo, Figura 5.60.



Figura 5.60. Experimentos a bordo da ISS.

Após inspecionar o material para verificar a ocorrência de danos (por exemplo, vazamento de água da seringa e danos aos sacos plásticos e sacos de alumínio), o astronauta abriu a torneira de três vias (item 10 da Figura 5.58) para liberar a água da seringa, em cada um dos quatro sacos plásticos. Após a liberação da água, os sacos plásticos que estavam protegidos da luz foram novamente colocados nas sacolas de alumínio. Todos os sacos foram fixados à parede da ISS (Figura 5.50), valendo citar que o local de realização dos experimentos foi o módulo russo de adaptação pressurizada (“CO”).

Os experimentos expostos à luz foram fotografados diariamente, ocasião em que o astronauta também registrava a evolução dos mesmos. Para facilitar a identificação, as folhas dos relatórios foram marcadas com faixas verde e amarela, correspondentes ao Conjunto 1 e ao Conjunto 2, respectivamente, que também estão marcadas com tiras das mesmas cores (Figura 5.61). Fotos foram transmitidas à Terra diariamente, sendo disponibilizadas no sítio eletrônico www.las.inpe.br/microg/.

Se você deseja obter mais informações a respeito do experimento da Germinação de sementes de feijão, consulte o sítio www.las.inpe.br/microg/. Lá você também encontrará informações sobre o experimento Cromatografia da clorofila.

Foto tirada à bordo da ISS.

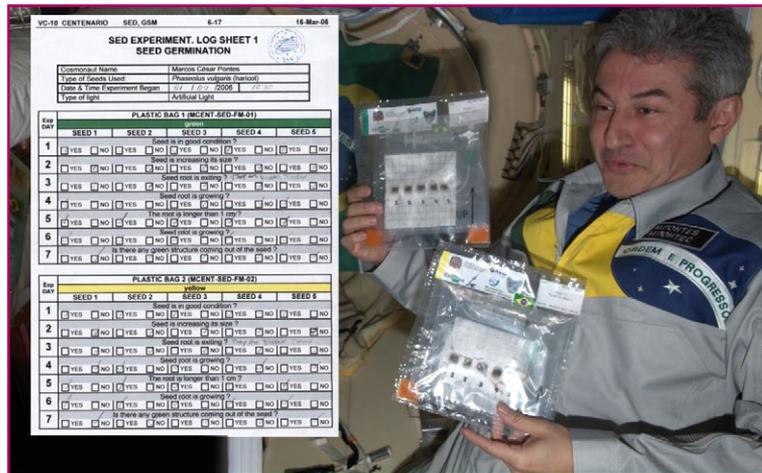


Figura 5.61. Marcos Pontes a bordo da ISS com os Conjuntos 1 e 2.

O que foi feito nas escolas

Simultaneamente à realização dos experimentos na ISS, estudantes e professores da Rede Municipal de São José dos Campos desenvolveram os experimentos em Terra, comparando-os com os realizados por Marcos Pontes. Em Terra, observou-se que, numa semente recém-germinada, a raiz apresentou geotropismo positivo, enquanto o crescimento do caule se deu em sentido oposto, apresentando geotropismo negativo (Figura 5.62A).

A bordo da ISS, não se verificou qualquer sentido preferencial de crescimento das raízes (Figura 5.62B). No geral, observou-se que, possivelmente, os estágios iniciais de germinação não foram comprometidos pelas condições de microgravidade. Porém, verificou-se que na ISS o desenvolvimento das plântulas foi menor do que nas escolas, não chegando nem a ocorrer a emissão de folhas primárias. Tal comportamento pode estar relacionado aos diferentes tipos de estresses aos quais as sementes germinadas na ISS foram submetidas.



Figura 5.62A Resultado dos experimentos realizados em Terra, Conjunto 2.

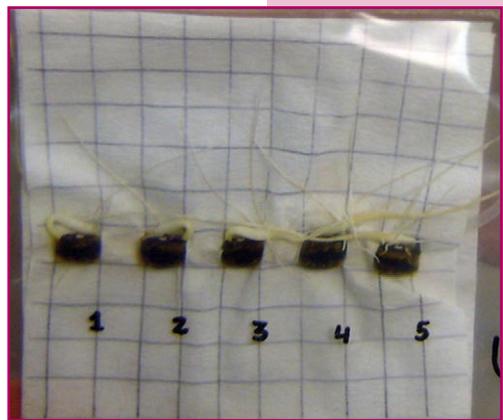


Figura 5.62B Resultado dos experimentos realizados na ISS, Conjunto 2.

Com relação à presença ou não de luminosidade, observou-se que este fator não interfere de forma significativa na fase inicial do processo de germinação.



Figura 5.63. Estudante avalia o crescimento das plantas de feijão germinadas no espaço.

Ao retornar à Terra, o astronauta trouxe o cartão de memória com as fotos, bem como as sementes germinadas. Ao receberem as sementes, em 12 de abril de 2006, os alunos as plantaram e acompanharam o seu desenvolvimento (Figura 5.63).

Os professores que realizarem o experimento poderão comparar esses resultados com os obtidos por seus alunos.

Possíveis desdobramentos

Pode-se ainda mudar as condições de luminosidade, disponibilidade de água e de duração do experimento para avaliar as alterações que o processo de germinação sofre. Esses novos resultados ajudarão os alunos a perceberem como as variações climáticas e/ou ambientais podem influenciar na produção de alimentos.

CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

Texto adaptado do livro: Nasa. Estação Espacial – planos de aulas de Ciências e Matemática para atividades práticas de pré à 8ª série. Traduzido pela Univap – São José dos Campos: Univap, 2002; e Agência Espacial Européia (ESA). Kit Educativo ISS. Guia do Professor, 2004. Colaboração: Petrônio Noronha de Souza (Inpe).

Apresentação

A Estação Espacial Internacional, nave tripulada utilizada para exploração, estudo, manufatura e experimentação em ambiente de microgravidade, é um equipamento muito complicado e tem muitas partes.

A tripulação da ISS mora em um módulo adaptado para a realização das atividades básicas requeridas para sua sobrevivência. Este módulo é projetado para que os astronautas cozinhem, comam, lavem louças, faxinem, durmam, tomem banho, façam exercícios, relaxem etc.

A cozinha é a parte do módulo que engloba a preparação de alimentos e a realização das refeições. Os armários da cozinha têm geladeira, forno e um local para jogar lixo. Na parede oposta à área de refeições, está um banheiro com vaso sanitário e um chuveiro. Outros armários armazenam roupas e louças. Para dormir, os astronautas acocham seus sacos de dormir em uma parede



Figura 5.64. Estação Espacial Internacional (ISS).

Nasa. <http://www.nasa.gov/>



Figura 5.65. Interior da Estação Espacial Internacional (ISS).

Nasa. <http://www.nasa.gov/>

dos armários que funcionam como alojamento, para que eles não fiquem flutuando enquanto dormem.

A água é um recurso limitado e caro a bordo da ISS. Isto acontece devido à inexistência de abastecimento contínuo, tendo de ser levada da Terra para a ISS. Pode ser transportada por diversos lançadores, ou fornecida pelo Ônibus Espacial, no qual a água é produzida quando suas células de combustível combinam oxigênio e hidrogênio para gerar eletricidade, formando água como subproduto.

O sistema de suporte à vida a bordo da ISS foi concebido para reciclar o máximo de água possível (até mesmo a urina e a umidade do ar da cabine). Para minimizar o consumo de água, o seu uso deve ser o mais eficiente possível. Por exemplo, uma ducha na Terra consome cerca de 50 litros, mas um astronauta deve usar menos de 4 litros para a higiene pessoal e não pode exceder 10 litros de consumo total por dia.

Um astronauta consome aproximadamente 2,7 litros de água por dia por meio dos alimentos e das bebidas. A maior parte desta água é expelida novamente pelo corpo, seja no estado líquido (por intermédio da urina ou da transpiração) ou na forma de vapor (por meio dos poros ou da respiração). Se o vapor de água eliminado pelos corpos não fosse removido do ar, a estação pareceria em pouco tempo uma sauna, e os astronautas teriam dificuldades para respirar.

O sistema de suporte à vida da ISS possui diversas funções: deve manter o ar da cabine limpo (filtrar partículas e microrganismos), fornecer o nível apropriado de gases, regular a pressão do ar e manter a temperatura adequada. O sistema de suporte à vida da ISS também controla a umidade – se o nível for muito elevado, recolherá o excesso de vapor de água.

Para saber como isso acontece, imaginemos um dia frio e uma pessoa de óculos entrando em um local quente. O que acontece com os óculos? Eles embaçam-se imediatamente. Este ‘vapor’ corresponde a uma camada de finas gotículas que se depositam sobre os óculos.

O princípio da recuperação de água a bordo da ISS é bastante similar: o ar úmido quente é soprado sobre uma superfície fria, onde se formam gotículas. Mas, como no interior da ISS não há gravidade, o que significa que as gotas de água não são mais pesadas do que o ar e não escorrem pela superfície para serem colhidas embaixo, a solução é fazer “girar a superfície”. A rotação conduzirá as gotas para o exterior da superfície, onde poderão ser recolhidas. Também podem ser utilizadas superfícies com revestimentos hidrofílicos (revestimentos que absorvem a água) em conjunto com sugadores (pequenos orifícios dotados de tubos de aspiração na parte de trás). O revestimento hidrofílico permite que a água permaneça “colada” à superfície e os sugadores aspirem a água da superfície.

Depois que a água condensada é recolhida, esta deve ser purificada por meio da eliminação de bactérias, íons e moléculas indesejáveis. Isto é indispensável para a saúde da tripulação.

Nessa atividade, os alunos são convidados a viver dois dias como os astronautas na estação espacial, isto é, vão exercitar a realização de tarefas que utilizem água com um mínimo de consumo possível, além de pensar em alternativas de reaproveitamento da água existente.

Objetivos

1. Medir seu consumo diário de água.
2. Fazer um plano para usar o mínimo possível de água para beber, cozinhar, tomar banho e para dar descarga no vaso sanitário, como se estivesse em uma estação espacial.

Sugestão de problematização

Qual a menor quantidade de água que você pode usar em um dia e ainda assim ficar saudável? Qual a menor quantidade de água que você consegue usar para beber, cozinhar, tomar banho e dar descarga no vaso sanitário?

Materiais

- 6 garrações transparentes, de água, de 20 litros cada um
Na falta de garrações, utilizar um vasilhame que indique o volume, de tal modo que os alunos possam identificar quanta água foi utilizada.
- 1 xícara de chá para medida
- 2 folhas de papel para os registros de conservação de água (Modelos 1 e 2)
- 1 roteiro de perguntas para registro das conclusões dos alunos (Modelo 3)
- 1 plano de conservação de água para um dia (Modelo 4)



Figura 5.66. Alguns usos cotidianos da água.

Procedimentos

1. Fazer um levantamento do consumo de água dos alunos e suas famílias nos últimos três meses por meio da conta de água. Para conhecer o consumo médio de água dos equipamentos domésticos: banheiro, chuveiro, pia da cozinha e do banheiro etc., pode-se consultar algum técnico em hidráulica, vendedores de lojas de materiais de construção que trabalham com materiais hidráulicos, ou, ainda, procurar o órgão ou pessoa responsável pela distribuição de água no município.
2. Os alunos devem conseguir estimar, pelo menos, o volume de água usado em cada descarga dada no banheiro e a média de consumo de água do chuveiro.

3. Depois, os alunos, e também o professor, devem registrar quanto cada um gasta de água durante uma semana em atividades rotineiras. Para isso, será necessário trabalhar previamente com os alunos o sistema de medidas para volume e padronizar algumas medidas que serão usadas, como copo, xícara etc. O grupo pode organizar uma planilha comum que servirá para os registros.
4. Segue uma sugestão de roteiro para o levantamento da quantidade consumida de água:
 - a. Meça a quantidade de água cada vez que você beber.
 - b. Registre na planilha a quantidade de água que você bebeu.
 - c. Cuidadosamente, meça a quantidade de água usada na preparação da comida que você come. Registre a quantidade a cada nova refeição.
 - d. Descubra o volume do reservatório de água do vaso sanitário de sua casa. Registre essa quantidade a cada vez que apertar a descarga.
 - e. Estime o volume de água que usa no chuveiro. Registre essa quantidade a cada vez que tomar um banho.
5. Depois de coletadas todas essas informações, a turma e o professor farão um plano para que cada um use menos água durante dois dias.
6. Escrever o plano na folha chamada “Meu Plano de conservação de água” (Modelo 4). Para esta tarefa, sugerimos algumas dicas:
 - a. Encha 6 garrações de água. Planeje utilizar primeiro essa água. Dica: cada garração corresponde a “X” xícaras.
 - b. Certifique-se de tomar, no mínimo, 8 copos de água por dia, porque a água é necessária para manter todos os sistemas de seu corpo em perfeita saúde. Essa quantidade de água não deve ser alterada.

- c. Planeje alimentar-se com alimentos que não requeiram muita água em seu preparo. Se escolher comer frutas frescas, lembre-se de que os astronautas só as terão durante as duas primeiras semanas após a chegada de uma nave de reabastecimento, o que não ocorre com muita frequência, isto porque as frutas estragam.
7. Meça as quantidades e preencha o “Registro de conservação de água – 1º dia” (Modelo 1) e depois o “Registro de conservação de água – 2º dia” (Modelo 2).
8. Registre no Modelo 3 as conclusões e comentários.
9. Depois, os alunos vão apresentar os registros e discutir suas conclusões.
10. Com base no plano de conservação de água, discutir as questões que desencadearam a atividade, bem como outras ligadas ao plano e às conclusões do grupo. É importante ajudar os alunos a chegarem às suas próprias conclusões, incluindo, se necessário, pesquisas e outras atividades complementares.
 - a. Quando as pessoas permanecem em órbita por 90 dias ou mais na estação espacial, elas precisam levar alimentos que não necessitem de muita água para o preparo. Descreva alguns alimentos que você poderá levar e diga por que os escolheu?
 - b. Nesta atividade, planejamos levar água para beber, cozinhar, tomar banho e dar a descarga no vaso sanitário, mas a água é necessária para outras atividades diárias também. Em órbita, a bordo da estação espacial, quais outras atividades necessitam de água.
 - c. A água tem muitas utilidades, mas quando ela não é suficiente para todas as atividades, é preciso decidir quais são as mais importantes. Se você precisasse economizar água na estação e, conseqüentemente, tivesse de abrir mão de uma atividade, qual você escolheria? Por quê?

Orientações complementares

Modelo 1

Registro de conservação de água – 1º dia

Data _____

VOLUMES DE ÁGUA USADOS EM 24 HORAS				
	BEBER	COZINHAR	TOMAR BANHO	VASO SANITÁRIO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Total				

1º dia

Quantidade total: _____

Modelo 2

Registro de conservação de água – 2º dia

Data _____

VOLUMES DE ÁGUA USADOS EM 24 HORAS				
	BEBER	COZINHAR	TOMAR BANHO	VASO SANITÁRIO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Total				

2º dia

Quantidade total: _____

Modelo 3

Conclusões

- a. Qual o volume de água que você usou no primeiro dia?
- b. Qual o volume de água que você usou no segundo dia?
- c. Quais atividades requerem uma quantidade maior de água?
- d. Faça uma lista das maneiras como você pode conservar água.

Modelo 4

Meu Plano de conservação de água

Eu, _____ vou conservar água usando-a com critério. Planejarei as seguintes atividades para que eu possa usar menos água: _____

Plano de água para beber

Plano de cozimento de alimentos

Plano de banho

Plano para uso do vaso sanitário

Para mais informações e atividades sobre a ISS, consulte:

Nasa. **Estação espacial: planos de aulas de ciências e matemática para atividades de pré a 8ª série.** Traduzido pela Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos: Univap, 2002.

Nasa. **Alimentação e nutrição no espaço: manual do professor com atividades de ciências e matemática.** Traduzido pela Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos: Univap, 2001.

As publicações citadas acima estão disponíveis para *download* em <http://www.aeroespacial.org.br/educacao/livros.php/>.

Possíveis desdobramentos

Professor/a, a idéia aqui, além de compreender como os astronautas vivem com pouca água no espaço, é, também, despertar a consciência dos alunos para gastarem menos água e preservarem a água existente na Terra.

Discuta com seus alunos a importância do consumo diário de uma quantidade mínima de água para o bom funcionamento dos órgãos e sistemas do corpo, bem como da preservação de uma pele saudável. Atualmente, existem diferentes correntes científicas quanto à quantidade de água que cada pessoa deve ingerir diariamente, mas todas são unânimes em afirmar que é necessário beber água para manter o equilíbrio de um corpo formado por 2/3 de água.

Como você faria para ajudar os alunos a mudarem seu comportamento em relação ao consumo e ao desperdício de água no seu dia-a-dia? Seria possível, também, fazer uma campanha sobre este assunto na escola e com as famílias?

O TRABALHO NO ESPAÇO E OS DESAFIOS DE MOVIMENTAÇÃO EM UM AMBIENTE DE MICROGRAVIDADE

Norma Teresinha Oliveira Reis (MEC), Nilson Marcos Dias Garcia (UTFPR) e Pedro Sergio Baldessar (UTFPR).

Apresentação

O espaço exterior se encontra além das camadas mais altas da atmosfera terrestre. Apesar de nele predominar o vácuo, pode ser concebido como um ambiente, no qual a radiação e os corpos celestes transitam livremente.

É, no entanto, por diversas razões, um ambiente inóspito para a vida humana. Uma pessoa desprovida de traje espacial exposta ao ambiente extra-atmosférico morreria rapidamente.

A principal característica do espaço exterior é a quase ausência de moléculas. A densidade em tal ambiente é tão baixa que pode ser considerada praticamente desprezível.

Na Terra, a atmosfera exerce pressão em todas as direções. Ao nível do mar, essa pressão está próxima de 101320 Pa (o Pascal é a unidade de pressão no Sistema Internacional de Unidades e corresponde à pressão resultante da aplicação de uma força de 1 Newton sobre uma área de 1 metro quadrado). No espaço, a pressão é praticamente nula. Dessa forma, se considerarmos um ser humano no espaço exterior desprovido de traje espacial, seus pulmões estariam desprotegidos, de modo que o ar em seu interior se dissiparia rapidamente no vácuo e os gases dissolvidos nos fluidos do corpo se expandiriam, separando sólidos e líquidos. A pele iria se inflar como um balão. Bolhas iriam se formar na corrente sanguínea, de modo que o sangue não seria

capaz de transportar oxigênio e nutrientes para as células do corpo. Ao mesmo tempo, uma ausência súbita de pressão externa equilibrando a pressão interna de gases e fluidos do corpo iria romper tecidos frágeis, tais como os tímpanos e os capilares. O efeito final no corpo seria a expansão, a danificação de tecidos e uma privação de oxigênio para o cérebro que ocasionaria perda de consciência em um intervalo de tempo menor que 15 segundos.

A variação de temperatura encontrada no espaço exterior é, talvez, o principal obstáculo para os seres humanos explorarem-no. No espaço, a uma distância equivalente à distância Terra-Sol, o lado dos objetos iluminado pelo Sol pode atingir uma temperatura de até 120°C, enquanto o lado de sombra pode atingir até -100°C. A manutenção de uma variação confortável de temperatura torna-se um desafio significativo.

Outras propriedades do espaço exterior incluem a aparente ausência de peso, a radiação eletromagnética não filtrada pela atmosfera (como a ultravioleta) e a existência dos meteoróides. Estes últimos consistem em pedaços muito pequenos de rocha e metal oriundos da formação do Sistema Solar a partir da colisão de cometas e asteróides. Apesar de serem usualmente pequenos em massa, eles viajam a uma velocidade muito elevada e podem facilmente penetrar na pele humana e no metal espesso. Igualmente perigoso é o lixo espacial oriundo de missões espaciais anteriores. Uma pequena lasca de tinta, viajando a milhares de quilômetros por hora, pode ocasionar dano substancial.

No espaço, assim como na Terra, são válidos os princípios de conservação de energia e de quantidade de movimento. A despeito do peso de um objeto na superfície da Terra, quando em órbita, um único tripulante pode movê-lo e posicioná-lo com facilidade, desde que trabalhe a partir de uma plataforma estável que apresente inércia suficiente para lhe fornecer o apoio necessário para a execução da tarefa. Por outro lado, a aparente imponderabilidade pode dificultar as atividades dos astronautas, dependendo da inércia do apoio ao qual ele se vincula.

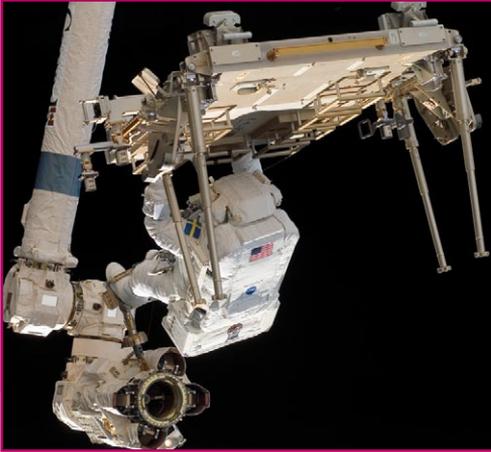


Figura. 5.67. Astronauta trabalhando no espaço.



Figura. 5.68. Astronauta usando uma ferramenta no espaço.

Assim, se apoiado na nave espacial – de grande massa –, ele pode efetuar tarefas que não conseguiria na Terra, por causa das forças de atrito entre os objetos envolvidos. Entretanto, se não estiver apoiado em uma plataforma estável e de inércia razoáveis, tal qual um ônibus espacial, empurrar um objeto faz com que o objeto e o tripulante flutuem em sentidos contrários.

Dessa forma, considerando que nem sempre o astronauta, em suas atividades, está apoiado na nave espacial, tarefas simples, tais como manusear uma ferramenta ou empurrar um copo, no espaço, podem se tornar extremamente complicadas, uma vez que tanto a ferramenta quanto o copo, assim como o astronauta – fato às vezes indesejado –, movimentam-se de uma forma pouco natural para quem está habituado às tarefas que sempre se realizam na superfície terrestre. Por exemplo, se um astronauta se apoiar em um pequeno objeto para lançar à distância uma ferramenta, ele e o pequeno objeto se afastarão do centro de massa do sistema ferramenta-astronauta/pequeno objeto. Mas, relativamente ao pequeno objeto, ele permanecerá em repouso e poderá até mesmo julgar que não se moveu (é claro que ele sentirá uma pequena aceleração, mas, se o pequeno objeto for trocado pelo ônibus espacial, ele não perceberá a aceleração astronauta/ônibus espacial).

Por isso, do astronauta exigem-se exaustivos treinamentos para que, com movimentos complexos e combinados, possa transmitir aos corpos e ferramentas os movimentos desejados.

Atividade 1 – Trabalhando no espaço

Objetivos

1. Vivenciar o Princípio da Ação e Reação.
2. Estabelecer uma conexão deste princípio com as atividades realizadas por astronautas no espaço.

Sugestão de problematização

De que maneira os astronautas conseguem realizar tarefas no espaço sideral, em um ambiente de aparente ausência de gravidade? Como eles se movimentam e se deslocam no espaço sem ter uma plataforma de apoio? Que dificuldades eles encontram na realização de suas tarefas, tanto no interior quanto no exterior da nave espacial?

Materiais

- 1 cadeira giratória sem encosto e com rodinhas
A cadeira giratória é uma cadeira com rodinhas, normalmente utilizada em escritórios, da qual se remove o encosto.
- 2 massas, de dois quilogramas cada uma
As duas massas de dois quilogramas podem ser conseguidas colocando-se, em um saco plástico de supermercado, dois quilogramas de farinha, açúcar, feijão ou outro material qualquer, cuja massa possa ser facilmente determinada. Esse saco deve ser amarrado e, em seguida, colocado em um segundo saco de supermercado, que também deve ser amarrado, de forma que possa ser confortavelmente seguro pelas alças. Havendo necessidade, pode-se reforçar esse dispositivo colocando-o em um terceiro saco de supermercado.

Procedimentos

Observação: Professor/a permaneça próximo/a do aluno que estiver em movimento, para evitar quedas ou colisões com outros alunos.

1. Solicite aos alunos que posicionem suas cadeiras em círculo. As carteiras também devem ser afastadas, de modo a deixar um espaço livre no centro da sala.



Edson Luiz Fragoso.

Figura 5.69. Professora orienta aluno a tentar se deslocar usando a cadeira giratória.

2. Posicione a cadeira giratória com o encosto removido no centro do círculo formado pelos alunos. É importante que o piso da sala onde vai se desenvolver a atividade permita o livre movimento da cadeira.
3. Solicite a um aluno que se sente na cadeira e tente deslocar-se pela sala usando apenas o movimento de seu corpo, sem tocar com os pés no chão, sem apoiar-se com as mãos na parede ou em algum colega.
4. Assegure que todos os alunos experimentem essa movimentação sem nenhum material auxiliar.
5. Convide os alunos novamente para se sentarem na cadeira giratória e tentar se deslocar, mas segurando as massas de dois quilogramas.
6. Sugira que, para tentar se deslocar, eles façam movimentos com os braços segurando as massas, uma em cada mão.



Edson Luiz Fragoso.

Figura 5.70. Professora orienta aluna a tentar se deslocar com o auxílio das massas.

7. Peça que eles observem, nessa situação, ou seja, segurando as massas, que tipo de movimento dos braços facilita ou dificulta o deslocamento da cadeira: movimentar ambos os braços para trás, ao mesmo tempo; mover um braço para frente, enquanto o outro vai para trás; mover os braços contornando o corpo, ou seja, um passando pela frente do corpo e outro passando pelas costas etc. Insista para que os alunos tentem esses movimentos diversas vezes, pois na prática só se conseguem bons resultados após algumas tentativas variadas.

8. Solicite que os alunos apresentem os resultados de suas tentativas, identificando os deslocamentos produzidos na cadeira pelas diferentes formas de movimento dos braços.
9. Promova um debate sobre as hipóteses que os alunos têm para explicar os resultados. Para auxiliar o grupo, o professor pode lançar perguntas orientadoras, como, por exemplo:
 - a. Em que situação foi mais fácil se deslocar na cadeira, com ou sem o auxílio das massas? Explicar a resposta.
 - b. O deslocamento na cadeira ocorre sempre da mesma forma ou varia de acordo com o tipo de movimento promovido pelos braços?
 - c. Quando o movimento dos braços (segurando as massas) é para os lados, um de cada vez ou alternadamente, como a cadeira se locomove?
 - d. E quando é para frente e para trás?
 - e. O que explica essas diferenças?

10. Durante e após o experimento, os alunos devem relacionar o que aconteceu em sala de aula com o que ocorre com os astronautas que se locomovem e trabalham no espaço. É importante que eles compreendam que, devido à aparente ausência de peso, os astronautas têm dificuldade de se locomover e de obter o movimento desejado, pois, em alguns casos, não possuem uma plataforma estável sobre a qual se apoiar – essa plataforma pode ser uma nave espacial ou outro dispositivo.

Para se movimentar, os astronautas precisam executar determinados movimentos com o corpo ou empurrar adequadamente algo, de modo a se deslocarem na direção e sentido desejados, da mesma forma como os alunos fizeram com o movimento do corpo ou com o movimento dos braços, segurando as massas, para se deslocarem com a cadeira giratória. Se o astronauta empurrar um objeto com muita força, por exemplo, pode se deslocar para além do desejado ou de forma muito rápida.

Nota: Se a turma for muito numerosa e se houver mais de uma cadeira giratória e espaço físico adequado, pode-se sugerir que os alunos se reúnam em equipes, de modo que cada uma delas forme um círculo, mantendo uma cadeira giratória em seu centro para a realização do experimento. Nessa situação, sugere-se que o professor circule pela sala de modo a orientar as etapas de realização do experimento pelas equipes. Então, após terem experimentado as diversas possibilidades de movimentação com e sem o uso das massas, cada equipe poderá eleger um ou mais representantes que fariam a descrição das percepções e constatações obtidas durante a sua realização. Isso conduzirá a um rico universo de comparações de percepções acerca da tarefa.

Orientações complementares

Uma das características do ambiente espacial é a aparente ausência de peso a que ficam submetidos tanto a nave espacial quanto os corpos e astronautas que ela transporta.

Essa aparente ausência de peso pode ser explicada pelo fato de que, como, rigorosamente, nós não temos “sensores” que nos permitam avaliar a força peso, ela é por nós percebida por meio dos esforços internos a que ficamos submetidos nas nossas diversas atividades cotidianas.

Exemplificando, podemos nos imaginar em pé esperando um ônibus. O campo gravitacional da Terra impõe uma força, denominada peso, a todas as partículas constituintes do nosso corpo. Como estamos em repouso, apoiados numa superfície resistente, nós não afundamos em sentido ao centro da Terra, mas nosso corpo é comprimido, o que faz surgir um esforço interno de compressão igual ao nosso peso e que nos confere uma aceleração resultante nula. Temos então a percepção dessa compressão, que vale tanto quanto o nosso peso, fazendo-nos parecer senti-lo.

Imaginemo-nos agora no interior de um elevador que está aumentando a sua velocidade durante uma ascensão. Nesse caso, ficamos mais comprimidos do que quando estávamos no ponto

de ônibus. Nosso peso não mudou, mas, estando mais comprimidos que antes, parece que ele aumentou. A esta sensação, associada a um esforço interno despertado por uma deformação, é que chamamos de “peso aparente”.

Dessa forma, estando um indivíduo a se movimentar sob a ação apenas de seu próprio peso (sem nenhum esforço interno), ele sentirá um “peso nulo”. Tal acontece durante uma queda livre ou durante uma trajetória como a descrita pelos projéteis ou em qualquer órbita descrita pelos veículos espaciais.

Na Terra, para levantar ou movimentar um corpo, uma pessoa deve estar com os pés apoiados no chão firme e deve vencer a força de atração gravitacional que atua sobre o corpo para realizar essas tarefas. No espaço, devido à sensação de imponderabilidade, os corpos podem ser movimentados com facilidade, mas o astronauta deve dispor de um apoio que lhe ofereça resistência suficiente para vencer a inércia do corpo a ser movimentado.

Também na superfície da Terra, caixotes apoiados uns sobre os outros apresentam forças de atrito causadas por compressões de suas superfícies de contato, que devem ser vencidas para que eles possam ser movimentados uns relativamente aos outros. No ambiente de um veículo espacial, estes mesmos caixotes não se comprimem e a força de atrito não precisa ser vencida para movê-los. Claro que a sua inércia não mudará, mas, devido à quase ausência da força de atrito, é bastante fácil empurrá-los no ambiente espacial.

Possíveis desdobramentos

O Princípio da Ação e Reação pode ser um pouco mais explorado, experimentando ou discutindo com a turma situações do cotidiano em que se pode verificar esse princípio, como, por exemplo:

- Quando enchamos balões de látex (balões de aniversário) e os soltamos sem prender o ar, é possível observar que o balão e o ar se deslocam na mesma direção, porém em sentidos opostos.

Espera-se que os alunos compreendam que, assim como o ar empurra o balão, o balão também empurra o ar com uma força de mesma intensidade, mesma direção, porém de sentido contrário.

- Quando pulamos no chão firme, sentimos que a Terra reage à força que exercemos sobre ela, pois nosso corpo sente uma força (que é de mesmo valor que aquela exercida quando bate-mos nossos pés na Terra) em sentido oposto.

Que tal organizar uma pesquisa para que os alunos identifiquem outras situações do dia-a-dia em que eles consigam perceber o Princípio de Ação e Reação?

E que tal buscar ou orientar os alunos a pesquisar na Internet sobre a locomoção e o trabalho dos astronautas no espaço, em páginas eletrônicas de agências espaciais como a Agência Espacial Brasileira (www.aeb.gov.br/) e Nasa (www.nasa.gov/)?

Você também pode assistir com os alunos a filmes que mostrem o trabalho de astronautas no espaço, como o filme “Apollo 13” ou “2001, uma odisséia no espaço”.

Atividade 2 – Problemas de movimentação em um ambiente de microgravidade

Referencial teórico

Sistema Isolado e Não-Isolado. Quantidade de Movimento

Conceituamos sistema como sendo qualquer parte do Universo sujeita a ou passível de observação e/ou manipulação. Em um sistema, podemos considerar o seu interior e o seu exterior. Do interior fazem parte os elementos que o constituem e o definem. O exterior, como o próprio nome indica, constitui a parte externa ao sistema. Mesmo não fazendo parte do sistema, uma parte exterior pode com ele interagir. Nessas condições, essa parte é denominada vizinhança (Macedo, Horácio, 1976).

Se os elementos de um sistema não interagem com sua vizinhança, ele é denominado sistema isolado. Se, por outro lado, eles interagem com a vizinhança, ele é um sistema não-isolado.

Isso quer dizer que, em um sistema isolado, todas as interações só ocorrem entre seus constituintes e o sistema não sofre influência de forças externas e, portanto, a resultante das forças nele atuante é nula.

Imagine uma pedra caindo de uma certa altura. Como sua velocidade aumenta gradualmente, podemos inferir que há uma força resultante atuando sobre ela, mais especificamente, no seu centro de gravidade. Por outro lado, sabemos que a atração gravitacional entre a pedra e a Terra é mútua. Isso quer dizer que a pedra atrai a Terra com uma força igual e contrária ao seu peso; esta força atua no centro de massa da Terra, por essa razão, ela se acelera para encontrar-se com a pedra!

E o tal sistema em que essas observações acontecem? O sistema não é pré-existente. Nós é que o definimos conforme a nossa conveniência. Vejamos, para o caso citado, as seguintes possibilidades:

- a. Admitindo nosso sistema formado apenas pela pedra: ele é um sistema não-isolado, pois interage com a Terra (neste caso, a Terra é a vizinhança). A resultante das forças sobre o sistema não é nula: é o peso da pedra.
- b. Admitindo nosso sistema formado apenas pela Terra: ele é um sistema não-isolado, pois interage com a pedra (neste caso, a pedra é a vizinhança). A resultante das forças sobre o sistema não é nula: é o peso da pedra (seria o peso da Terra no campo gravitacional da pedra e que, pelo Princípio da Ação e Reação, é igual ao peso da pedra no campo gravitacional da Terra).
- c. Admitindo o sistema formado pela pedra e pela Terra: ele é um sistema isolado, pois a interação só ocorre entre os constituintes do sistema. A resultante então é nula.

A quantidade de movimento é uma grandeza física muito importante, pois está relacionada às massas dos corpos e às velocidades que eles possuem. Em um sistema isolado, a resultante das forças é nula e pode ser provado que, mesmo durante as interações entre os corpos, a quantidade de movimento total sempre se conserva, ou seja, a quantidade de movimento antes de uma interação é igual à quantidade de movimento após a interação.

Se for denominada a quantidade de movimento por Q , num sistema isolado teremos:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$$

A quantidade de movimento de um corpo é calculada pelo produto de sua massa por sua velocidade.

Em termos algébricos, designando

Q = quantidade de movimento

m = massa do corpo

v = velocidade do corpo

a quantidade de movimento será dada pela expressão:

$$Q = m \cdot v$$

A quantidade de movimento é uma grandeza vetorial (o vetor quantidade de movimento tem sempre a mesma direção e sentido que a velocidade, que também é uma grandeza vetorial), isto é, uma grandeza que, para ficar bem entendida, precisa que dela seja informado o seu valor numérico, a direção e o sentido de atuação. Por isso, não basta possuir o valor numérico (resultado do produto da massa pela velocidade), mas é preciso também ser informado em que sentido o corpo se deslocará antes e depois da interação. Exemplificando:

- a. um aluno sentado na cadeira com rodinhas, em repouso, tem quantidade de movimento zero, pois sua velocidade é nula, por maior que seja a massa do aluno.
- b. um aluno de massa 40 kg sentado numa cadeira de rodinhas que está se deslocando da frente da sala para o fundo,

com velocidade de 5 m/s (equivalente a 18 km/h), tem quantidade de movimento:

$$Q = m.v$$

$$Q = 40.5$$

$$Q = 200 \text{ kg.m/s}$$

Esse mesmo aluno, deslocando-se na mesma cadeira, com a mesma velocidade, mas indo do fundo para a frente da sala, tem quantidade de movimento também igual a 200 kg.m/s, mas em sentido oposto. Isso quer dizer que, se a quantidade de movimento na primeira situação (aluno se deslocando da frente para o fundo) for considerada positiva (+200kg.m/s), na segunda situação a quantidade de movimento será negativa (-200kg.m/s), pois o deslocamento da cadeira é oposto ao anterior.

Objetivo

Verificar o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

Sugestão de problematização

Por que, no espaço, deve-se ter cuidado ao empurrar algum objeto ou mesmo um outro astronauta?

Materiais

- 2 cadeiras giratórias com rodinhas ou dois *skates*
- 1 cronômetro
- 1 régua ou trena

Atenção! A cadeira giratória é uma cadeira com rodinhas, normalmente utilizada em escritórios. Para se obter um resultado satisfatório nesse experimento, é necessário que a cadeira possa deslizar com facilidade no piso, ou seja, tanto as rodinhas têm que estar bem livres e lubrificadas quanto o piso tem que ser liso, com poucas imperfeições.

O uso dos *skates* pode ser mais eficiente, mas eles são mais perigosos para quem não está habituado a usá-los, o que requer uma atenção maior do professor, no sentido de evitar que os alunos caiam e se machuquem.

Procedimentos

Alguns dias antes da realização do experimento, professor/a solicite aos alunos que verifiquem seu “peso” em uma farmácia, por exemplo, e anotem o valor indicado pela balança.

Usando a cadeira giratória



Nilson Garcia.

Figura 5.71. Alunos formando um sistema.



Nilson Garcia.

Figura 5.72. Alunos empurrando um ao outro.

1. Deve ser escolhida uma área da sala que tenha o piso mais regular e liso possível. Essa área deve ficar livre de mesas, cadeiras e carteiras. Caso seja impossível na sala de aula, o professor deve procurar um local da escola em que o piso seja o mais liso possível.
2. Nessa área, trace com giz, no chão, uma linha que servirá de referência para o movimento das cadeiras.
3. Dois alunos devem se sentar nas cadeiras com rodinhas sem colocar os pés no chão e ficar um de frente para o outro. Esse conjunto de alunos mais cadeiras vai constituir o que será denominado sistema.
4. Os alunos devem encostar suas mãos e empurrar um ao outro.
5. Deve ser medido o afastamento de cada uma das cadeiras em relação à linha de referência traçada no chão.

Usando o *skate*

1. Todas as providências anteriores com relação à definição e condições do piso da sala devem também ser tomadas.
2. Com relação ao *skate*, por razões de segurança, os alunos ficam sentados nele. Quando sentados, há mais segurança no desenvolvimento do experimento, principalmente no que se refere a evitar eventuais quedas.
3. Os alunos devem também encostar suas mãos e se empurrar ao mesmo tempo.
4. Deve ser medido o afastamento de cada um dos *skates* em relação à linha de referência traçada no chão pelo professor.

Nota: se a turma for numerosa e houver uma quantidade maior de cadeiras giratórias, ou de *skates*, oriente os alunos a dividirem-se em equipes para a realização do experimento e explicar em cada grupo que os alunos devem cuidar da segurança dos colegas que estiverem realizando o experimento. Assim, além de conteúdos escolares, os alunos serão estimulados a praticar valores de solidariedade e cooperação, fundamentais a todo trabalho em equipe.

Calculando a Quantidade de Movimento de cada aluno

Rigorosamente, no experimento que vamos propor, não há conservação da quantidade de movimento, pois o sistema não é totalmente isolado, por existirem forças externas atuando sobre ele, mesmo que minimizadas ao possível, tal como o atrito das rodinhas das cadeiras com o chão.

Para efeitos didáticos, entretanto, vamos desconsiderar essas forças e propor uma seqüência de atividades que possibilita entender como essas questões podem ser tratadas no espaço, onde as interações ocorrem em um ambiente sem tais limitações.

Para verificar se houve conservação de quantidade de movimento no experimento, há necessidade do cálculo da quantidade de movimento do sistema antes e depois do empurrão.

A quantidade de movimento do nosso sistema antes do empurrão é:

$$Q_{\text{antes}} = m_{\text{cadeira} + \text{aluno1}} \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 1 antes}} + m_{\text{cadeira} + \text{aluno2}} \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno2 antes}}$$

A quantidade de movimento do sistema depois do empurrão é:

$$Q_{\text{depois}} = m_{\text{cadeira} + \text{aluno1}} \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno depois}} + m_{\text{cadeira} + \text{aluno2}} \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 2 depois}}$$

No caso de ser usado *skate*, é necessário substituir a massa da cadeira pela massa do *skate*. Essa substituição se aplicará a todo o desenvolvimento matemático que se seguirá.

Para calcular a quantidade de movimento antes e depois da interação, precisamos saber:

$$\begin{aligned} & m_{\text{cadeira}} \text{ (ou } m_{\text{skate}}) \\ & m_{\text{aluno 1}} \\ & m_{\text{aluno 2}} \\ & \text{velocidade}_{\text{aluno 1 antes}} \\ & \text{velocidade}_{\text{aluno 1 depois}} \\ & \text{velocidade}_{\text{aluno 2 antes}} \\ & \text{velocidade}_{\text{aluno 2 depois}} \end{aligned}$$

Cálculo da Quantidade de Movimento antes da interação

A quantidade de movimento do sistema antes do empurrão é igual a zero (pois a velocidade dos alunos é zero).

Acompanhe o cálculo (supondo a massa da cadeira igual a 5 kg, o aluno 1 com massa 40 kg e o aluno 2 com massa 50 kg):

$$Q_{\text{antes}} = m_{\text{cadeira} + \text{aluno1}} \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 1 antes}} + m_{\text{cadeira} + \text{aluno2}} \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno2 antes}}$$

$$Q_{\text{antes}} = (5 + 40) \cdot 0 + (5 + 50) \cdot 0$$

$$Q_{\text{antes}} = 0$$

Cálculo da Quantidade de Movimento depois da interação

$$Q_{\text{depois}} = (5 + 40) \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 1 depois}} + (5 + 50) \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 2 depois}}$$

Nessa expressão, não podemos determinar o valor de Q_{depois} como feito anteriormente, pois não sabemos as velocidades dos alunos e de suas cadeiras após a interação. Mas, considerando que:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$$

$$0 = (5 + 40) \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 1 depois}} + (5 + 50) \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 2 depois}}$$

isso permite concluir que:

$$(5 + 40) \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 1 depois}} = (5 + 50) \cdot (-\text{velocidade}_{\text{aluno 2 depois}})$$

$$45 \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 1 depois}} = 55 \cdot (-\text{velocidade}_{\text{aluno 2 depois}})$$

onde o sinal de (-) antes de $\text{velocidade}_{\text{aluno 2 depois}}$ indica que a velocidade do aluno 2, após o empurrão, é de sentido oposto à do aluno 1.

Dificuldade na determinação da velocidade dos alunos

Considerando que o objetivo de nosso experimento é mostrar algumas das implicações do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, precisamos agora, para finalizar a atividade, determinar a velocidade dos alunos 1 e 2 após o empurrão.

É importante observar que o movimento descrito pelos alunos não é uniforme, pois inicialmente a cadeira está em repouso e, com o empurrão, ela se acelera, adquire uma certa velocidade e, em seguida, em função do atrito com o chão, vai-se desacelerando até voltar ao repouso. Realiza, portanto, um movimento uniformemente variado, o que introduz algumas dificuldades concretas na determinação da velocidade.

Desconsiderando essas dificuldades e tratando a questão apenas conceitualmente, se for determinada a velocidade dos alunos, teremos:

$$45 \cdot \text{velocidade}_{\text{aluno 1 depois}} = 55 \cdot (-\text{velocidade}_{\text{aluno 2 depois}})$$

Se o resultado do primeiro termo da equação for próximo do resultado do segundo, podemos inferir que o Princípio da Conservação

da Quantidade de Movimento é válido. Observe que dificilmente os resultados serão iguais, pois há muitos fatores (existência de atrito, piso irregular, dificuldade na medida do deslocamento etc.) que não foram levados em consideração e que influenciam bastante no resultado. Mas a expectativa é de que os resultados sejam próximos.

Uma alternativa à medida da velocidade

Considerando a dificuldade de obtenção dos valores das velocidades no experimento, apresenta-se uma alternativa que facilitará as medidas e cujo resultado ajudará a atingir o objetivo, qual seja, verificar o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

No experimento realizado, o deslocamento sofrido pelos alunos depende da quantidade de movimento que está sendo transferida na interação entre eles, que, por sua vez, depende da massa dos alunos mais sua cadeira e da velocidade inicial do deslocamento. Como estamos em uma situação real, as forças que impedem o deslocamento (principalmente a de atrito) fazem com que essa velocidade tenda a zero rapidamente.

Numa aproximação bastante aceitável, podemos estabelecer uma dependência entre o deslocamento e a velocidade adquirida inicialmente pelo aluno (logo após o empurrão), ou seja, é possível se estabelecer que, quanto maior a velocidade com que ele for empurrado, maior será o deslocamento por ele sofrido.

Sabemos também que, após o empurrão inicial, cada participante sofre uma desaceleração, devida pela sempre existente força de atrito entre as rodinhas da cadeira e o piso. Podemos admitir que, sendo as cadeiras iguais, as forças de atrito serão proporcionais às reações de apoio entre elas e o piso, o que nos permite deduzir que as forças de atrito são, então, proporcionais às massas de cada conjunto aluno/cadeira. Dessa forma, podemos deduzir que ambos ficam sujeitos a uma mesma desaceleração constante e podemos, considerando a conhecida

“equação de Torricelli” ($v^2 = v_0^2 - 2.a.\Delta x$), extrair uma expressão que reflète de maneira satisfatória o que está ocorrendo, ou seja:

$$v^2 = 2.a.\Delta x$$

mostrando-nos que as velocidades iniciais de cada um dos participantes estão em proporção direta com as raízes quadradas de cada deslocamento correspondente, ou

$$v_0 \text{ é proporcional a } \sqrt{\Delta x},$$

Dessa maneira, em vez de determinarmos as velocidades dos alunos após o empurrão, mediremos os seus respectivos deslocamentos (o deslocamento também é uma grandeza vetorial) e esse valor numérico é que será usado para verificar se o Princípio de Conservação é atendido.

A nossa expressão de cálculo será, então:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$$

$$0 = (5 + 40) \cdot \sqrt{(\text{deslocamento}_{\text{aluno1 depois}})} + (5 + 50) \cdot \sqrt{(\text{deslocamento}_{\text{aluno2 depois}})}$$

$$0 = 45 \cdot \sqrt{(\text{deslocamento}_{\text{aluno1 depois}})} + 55 \cdot \sqrt{(\text{deslocamento}_{\text{aluno2 depois}})}$$

$$45 \cdot \sqrt{(\text{deslocamento}_{\text{aluno1 depois}})} = 55 \cdot \sqrt{(-\text{deslocamento}_{\text{aluno2 depois}})}$$

Convém reforçar que a equação acima só foi usada com o intuito de facilitar a realização do experimento e é decorrente de uma adaptação às condições do experimento.

Repetir para obter bons resultados

Como qualquer processo experimental, quanto maior o número de vezes que ele for realizado, mais confiável será seu resultado. Assim, sugere-se que as mesmas medidas sejam realizadas diversas vezes, que os resultados sejam anotados e que se trabalhe com médias dos valores obtidos. Sugere-se também que os alunos, após fazerem uma medida, repitam a mesma seqüência

trocando de cadeiras. Dessa forma, haverá uma distribuição dos eventuais problemas que sejam devidos a uma das cadeiras.

A tabela abaixo tem o intuito de facilitar o registro dos resultados. Nela, ΔQ representa o módulo (valor sem sinal) da variação da quantidade de movimento. Esta variação é obtida encontrando-se a diferença entre Q_{antes} e Q_{depois} . Quanto menor for essa diferença, mais confiável será a verificação do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento:

Se você determinou o tempo e a velocidade, use esta tabela:

N	m_{cadeira}	m_{aluno1}	$v_{\text{aluno1 antes}}$	m_{aluno2}	$v_{\text{aluno2 antes}}$	$v_{\text{aluno1 depois}}$	$v_{\text{aluno2 depois}}$	Q_{antes}	Q_{depois}	Q
1										
2										
3										
4										

Se você determinou o deslocamento, use esta outra:

N	m_{cadeira}	m_{aluno1}	$\sqrt{(d_{\text{aluno1}})_{\text{antes}}}$	m_{aluno2}	$\sqrt{(d_{\text{aluno2}})_{\text{antes}}}$	$\sqrt{(d_{\text{aluno1}})_{\text{depois}}}$	$\sqrt{(d_{\text{aluno2}})_{\text{depois}}}$	Q_{antes}	Q_{depois}	ΔQ
1										
2										
3										
4										

Questões

1. Quando os alunos foram à farmácia se “pesar”, eles determinaram seu peso ou sua massa? Qual a diferença entre um e outro?
2. No ambiente em que os astronautas exercem suas tarefas, o peso deles não se manifesta como acontece na superfície da Terra. Parece que não têm peso nenhum! Seria possível medir o peso de um astronauta nesses ambientes? Empurrar um astronauta neste ambiente é equivalente a empurrar uma pena?
3. Qual dos experimentos dá o melhor resultado: aqueles realizados com cadeiras ou aqueles realizados com *skates*? Que fatores influenciam o resultado?

4. Quando um astronauta empurra um objeto dentro da nave espacial, existe conservação da quantidade de movimento entre eles?
5. Quando um aluno de massa 40 kg empurra outro de massa 50 kg, qual deles se afastará com velocidade maior? E qual deles adquirirá maior quantidade de movimento após o empurrão?

Possíveis desdobramentos

Professor/a você pode mostrar um experimento com um “balão” de borracha cheio de ar, mantido, pelos dedos, preso a um corpo plástico de caneta esferográfica, que deve servir de guia em um barbante esticado entre dois pontos da sala de aula. Liberando o ar, o conjunto vai à frente e o ar que escapa, à ré. Discutir com seus alunos que, para se ir à frente, alguma coisa deve ir para trás.

Os aviões, jatos ou não, para irem à frente, lançam ar (junto ou não com o produto da combustão) para trás. Para nadar, o nadador empurra para trás a água. Um automóvel empurra o planeta Terra para trás para ir para frente! Uma estrada com pedrinhas soltas mostra, na arrancada do veículo, este fato. Uma pessoa anda para frente pelo mesmo motivo.

Poderá discutir, ainda, a movimentação das pessoas em um hipotético ambiente em que o atrito deve ir, pouco a pouco, sendo reduzido até deixar de existir. Depois de bem abordado este caso, você poderá pedir aos seus alunos para imaginarem um ambiente de microgravidade (ausência aparente de campo gravitacional). Neste local, onde não existem as forças normais de reação ao peso dos corpos que se apóiam no chão da nave espacial, não existirão as forças de atrito oriundas da ação entre o peso e a correspondente reação de apoio e, portanto, a movimentação como se dá na Terra não pode ser realizada. Lançar algo para trás movimentará um ocupante para frente. Mesmo apoiando-se em um dispositivo

preso às paredes da nave, o empurrão dado no apoio leva a nave para trás e o ocupante da nave vai à frente. Se uma câmara de TV presa à nave registrar o evento, a nave não parecerá se mover pelo simples fato de que ela move-se solidariamente com a nave. Assim, o professor estabelecerá com os alunos a conexão espacial do experimento realizado.

Essas discussões podem ser conduzidas antes da atividade proposta neste texto, como motivadoras, ou posteriormente, para analisar, a partir dos resultados obtidos, as limitações em se movimentar em um ambiente de atrito nulo ou de microgravidade.