

Astronautas durante um passeio espacial.

A Estação Espacial Internacional é hoje o estaleiro de construção a maior altitude. Mas, como será possível construir uma estrutura a cerca de 400 km acima da Terra e rodando a 28.000 km/h? A resposta é: “com muito cuidado”! E peça por peça.



O «Canadarm2».

Depois de terminada, a Estação Espacial e os equipamentos que a compõem pesarão cerca de 455 toneladas. O vaivém americano Space Shuttle, que está a realizar a maior parte dos trajectos entre a Terra e o espaço, só pode transportar 16 toneladas em cada viagem até à órbita da Estação Espacial. Mesmo o grande foguetão russo “Proton”, que levou a primeira carga para a ISS em 1998, só pode transportar 20 toneladas. Assim, a Estação Espacial está a ser montada por partes ou módulos, que se encaixam como peças de um **puzzle**.

Serão necessários perto de 50 lançamentos para colocar todas as peças em órbita, na ordem exacta, é claro. Cada nova secção deve adaptar-se às outras já montadas. Cada módulo possui um **adaptador de acoplamento** para que se ajuste precisamente a outro ou a um **nodo**. No início, a maior parte do trabalho era feita pelo braço robótico adaptado no vaivém Space Shuttle. Agora, a Estação Espacial possui o seu próprio braço robótico, o Canadarm2. Trata-se de um braço maior e mais sofisticado, extremamente útil.



No entanto, nem tudo pode ser robotizado, e o **trabalho manual** ainda é necessário. A acção dos astronautas torna as ligações permanentes, apertando parafusos e porcas e consolidando as ligações das peças.

Os componentes da ISS incluem:

- **Módulos de serviço** (que fornecem controlo e comunicações e podem ser utilizados para alojar os astronautas).
- **Módulos científicos** (onde a maior parte do trabalho de investigação é realizado dentro da Estação Espacial);
- **Nodos** («corredores de ligação» que permitirão aos astronautas passarem de um módulo ou «sala» da Estação Espacial para outro, e garantirão a interligação dos módulos. Alguns dos nodos possuem também plataformas de atracagem para naves espaciais visitantes).
- **Conjuntos de painéis solares** (grandes painéis em forma de asa, que capturam os raios solares e transformam-nos em energia eléctrica).

São necessários muitos anos de trabalho de engenheiros e cientistas de dezenas de nações para desenhar e construir todos estes elementos e para planear o meio mais eficaz de realizar a sua montagem.

Há muita tecnologia internacional por detrás dos homens e mulheres que trabalham na concepção deste **milagre da engenharia** em órbita em torno da Terra. Contudo, os astronautas do século XXI têm ainda dois pontos em comum com qualquer outro construtor na Terra, recuando ao tempo das pirâmides, ou mesmo antes: suor e músculos doridos.



2.1 – Como aceder e sair da Estação Espacial Internacional?



O lançador europeu «Ariane 5».

As diferentes partes da ISS são enviadas para o espaço por foguetões ou **lançadores**, como são frequentemente denominados. Dois lançadores são utilizados para levar os astronautas até à ISS: a nave russa «Soyuz» e o vaivém americano «Space Shuttle». O Space Shuttle, a Soyuz e, futuramente, veículos de transporte da tripulação trarão os astronautas de volta para a Terra.

O lançador europeu «**Ariane 5**» da ESA será utilizado para lançar o **Veículo de Transporte Automático (ATV)** até à ISS. Serão fabricados vários ATVs, e cada um deles poderá transportar até nove toneladas de carga para a Estação Espacial. A carga incluirá combustível, experiências científicas e equipamentos, além dos alimentos, da água e do oxigénio.

Os motores dos foguetões são chamados motores de reacção. Trabalham de acordo com a lei de conservação do momento (massa x velocidade) que pode ser deduzida a partir das leis do movimento de Sir Isaac Newton: é a velocidade de escape dos gases num determinado sentido

que aumenta a velocidade do foguetão no sentido oposto.

As três leis definidas pelo cientista Britânico **Sir Isaac Newton** são as chamadas **“três leis do movimento”**. Newton investigou e tentou explicar a razão pela qual se movem os objectos.

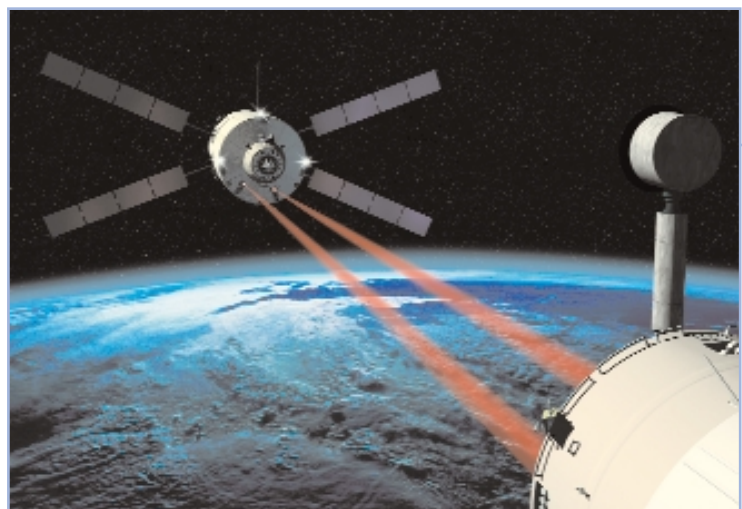


Sir Isaac Newton,
1642-1727.

Quando o combustível de um motor de foguetão é queimado, o calor produzido aquece os gases que se formam. Os gases quentes são então empurrados a grande velocidade pelas saídas na base do foguetão. Como reacção, o foguetão é empurrado para cima no sentido oposto.

O mesmo princípio pode ser ilustrado por um balão. Se enchermos um balão com ar e depois o libertarmos. O balão desloca-se. O ar é empurrado num sentido (a acção), e como resultado, o balão é empurrado no sentido oposto (a reacção).

O ATV não é tripulado: está equipado com dois sensores e um sistema de navegação que faz com que o ATV possa aportar directamente na ISS. Depois de ser anexado à Estação Espacial por seis meses, será carregado com 6,5 toneladas de detritos. Depois de separado da Estação, o ATV deverá incendiar-se ao reentrar na atmosfera terrestre.



A navegação do ATV a partir da ISS.

O balão-foguetão

Equipamento necessário:

- um balão (de preferência longo em vez de redondo),
- um clipe metálico,
- uma palhinha,
- fio (9 m de linha de coser ou fio de nylon),
- fita adesiva,
- tesoura.

Passo 1

Lê primeiro a experiência abaixo e imagina o que acontecerá. Descreve os resultados esperados antes de iniciares a experiência propriamente dita.

Passo 2

Realiza a experiência, observa e descreve os resultados:

1. Enche o balão e veda-o com o clipe de maneira a impedir que o ar se escape.
2. Corta a palhinha ao meio e cola-a com a fita adesiva no balão (ver ilustração).
3. Passa o fio pelos dois pedaços da palhinha e mantém-no esticado (pede a duas pessoas que segurem o fio, uma de cada lado).
4. Leva o balão-foguetão até uma das extremidades do fio e solta o ar.
5. Observa o movimento do balão-foguetão em direcção à outra extremidade do fio.



Passo 3

Analisa e explica o que aconteceu.

- Compara o resultado esperado com o que realmente ocorreu. Houve alguma diferença?
- O que causa o movimento do balão?
- O que faz o balão parar?
- Como aumentar a distância percorrida pelo balão?
- O que ocorreria com um balão de forma diferente?
- O que aconteceria se uma carga suplementar fosse acrescentada ao balão?

A segunda lei de Newton afirma que a aceleração depende da **massa** do objecto e da força aplicada ao mesmo. Esta lei é válida para as forças que têm que ser aplicadas para assegurar a descolagem de um lançador, para que este possa atingir a órbita.

Para vencer a gravidade da Terra, um lançador tem que atingir a «**velocidade de escape**».

Esta velocidade é equivalente a 11,2 km/seg. Quanto maior for a massa, mais combustível será necessário para se atingir a velocidade de escape. Mais combustível significa depósitos maiores e mais peso. O equilíbrio certo entre o **peso** e a quantidade de combustível é de extrema importância para se atingir a órbita.

Ora, bolas!

Empurra uma bola leve e uma bola mais pesada na mesma direcção, aplicando-lhes a mesma força. Qual das duas vai mais longe? Para que as bolas atinjam o mesmo ponto, o que deve ser feito?

Por esta razão, foram desenvolvidos os chamados «**foguetões de dois e três andares**». Actualmente a maioria dos foguetões possuem três andares. O princípio fundamental destes foguetões é que, cada vez que uma parte do foguetão cumpre o seu propósito, é libertada. O peso total do foguetão é reduzido, o que significa que menos combustível será necessário para o resto do voo. Um foguetão de andar único consumiria mais combustível pois deveria carregar a totalidade da nave espacial durante toda a duração do voo. Um foguetão de dois ou três andares é, pois, mais eficiente e mais barato.

Para se conseguir lançadores ainda mais eficientes, os **materiais** empregues devem ser extremamente leves, a fim de reduzir o peso total. No entanto, não basta que sejam leves, devem também ser extremamente robustos e resistentes. Durante a descolagem, os lançadores suportam vibrações muito fortes, portanto, devem ser simultaneamente flexíveis e duráveis. Uma vez no espaço, os materiais exteriores do lançador devem protegê-lo dos raios de alta energia e de pequenas partículas, além das condições extremas de calor e de frio. No espaço, as temperaturas podem ir de 200°C (em exposição) ao Sol até -180°C à sombra.



Descolagem de um Ariane 5.

A atmosfera é constituída por gases e protege a Terra da radiação de alta energia do Sol e de outras fontes do universo. Quando um objecto reentra na atmosfera, gera-se **atrito** por fricção com as moléculas de ar. Quando há atrito, a temperatura aumenta. Se o objecto entra na atmosfera com uma inclinação elevada (de 90°, por exemplo), as temperaturas tornam-se tão elevadas que o objecto se inflama. Se o ângulo for menor (agudo), haverá menos fricção e, portanto, a temperatura será menos elevada.

O atrito aumenta quando a superfície de um objecto é friccionada contra outro – isto faz com que o objecto aqueça no ponto de contacto.



Quando o Space Shuttle entra na atmosfera terrestre, as temperaturas à sua volta são ainda extremamente elevadas, embora entre com um ângulo agudo.

Pernas quentes!

Friccionar as mãos sobre as calças para sentir como a temperatura aumenta com o atrito.

Para evitar que a nave espacial se inflame e para **proteger** a tripulação e o equipamento no interior, o seu exterior é revestido com um material que não funde a estas temperaturas. O carbono é ideal para este propósito: o seu **ponto de fusão** é atingido a 3500°C.

Determina o ponto de fusão

Todas as coisas que nos rodeiam são compostas de matéria. Em condições diferentes a matéria altera o seu estado. Existem três estados de matéria, mais comuns: sólido – líquido – gasoso.

Discute:

- Quais são os termos diariamente empregues para a H₂O sólida, líquida e gasosa?
- A que temperatura funde a H₂O (sólida)?
- A que temperatura se evapora (transforma em gás) a H₂O (líquida)?

Determina o ponto de fusão do chocolate:

Equipamento necessário:

- Uma fonte de aquecimento
- Um recipiente à prova de calor
- Um pouco de chocolate
- Um par de luvas à prova de calor
- Um par de pinças
- Um termómetro (para temperaturas elevadas)

1. Coloca o chocolate no recipiente e aquecê-o com a fonte de calor.
2. Usa as luvas e as pinças para segurar o termómetro: verifica a que temperatura funde o chocolate.

E ainda:

- Determina o ponto de fusão ou de ebulição de outras amostras (por exemplo, água salgada, sumo, leite, gelado, manteiga, queijo).
- Que condições podem alterar os pontos de fusão e ebulição?
- O que acontece ao volume quando se verifica uma mudança de estado da matéria?



Resumo das três leis do movimento de Newton:

1. Um objecto em repouso permanecerá em repouso até que lhe seja aplicada uma força. Quando a força é aplicada, o objecto move-se até que outra força o retarde ou provoque a sua paragem.
2. A aceleração depende da força aplicada e da massa do objecto ($F = ma$). A aceleração é directamente proporcional à força aplicada.
3. Se um objecto A exerce uma força sobre um objecto B (uma acção), então o objecto B exercerá sobre o objecto A uma força igual e de sentido oposto (uma reacção).

Para mais informações sobre os foguetões de dois ou três andares e sobre o lançador Ariane 5, consultar a página interactiva da ESA: *Launchers Interactive Story*
<http://www.esa.int/export/esaLA>

2.2 – Os passeios espaciais

Quando uma nova secção da ISS chega a bordo de um lançador, tem de ser ligada à Estação Espacial. Algumas partes encaixam-se automaticamente e outras são manobradas por um **braço robótico** até atingir a sua posição. Algumas vezes, no entanto, a montagem tem de ser feita manualmente pelos astronautas.

Frequentemente, estas montagens são realizadas no exterior da ISS. Neste caso, os astronautas devem realizar uma «**Actividade Extraveicular**» ou «**passeio espacial**».

O espaço é um **ambiente muito agressivo**. No vácuo do espaço, os astronautas não podem respirar, e as condições de temperatura são extremas. Também podem ser feridos por radiação de alta energia proveniente do Sol e por pequenas partículas. Assim, os astronautas necessitam de equipamentos muito especiais para se protegerem.



Representação dos astronautas a trabalhar no exterior da ISS.

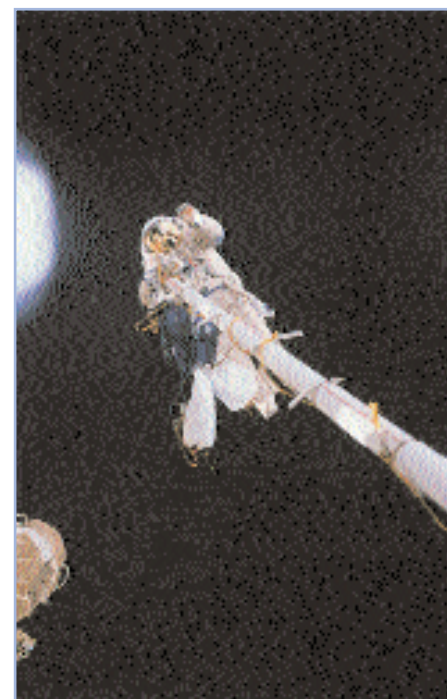


Treino à EVA na piscina.

Os **fatos espaciais** foram projectados para proteger os astronautas de tais perigos. Eles são herméticos, compostos de várias camadas e cobrem todo o corpo. As camadas internas são concebidas para controlar a temperatura e as camadas externas para proteger os astronautas da radiação de alta energia. Nas costas dos fatos espaciais são fixados depósitos com oxigénio suficiente para várias horas.

Um fato espacial é grande e pesado, dificultando os movimentos. Para além disso, as condições de imponderabilidade dificultam aos astronautas o controlo dos seus movimentos. Mover-se no espaço é muito diferente de mover-se na Terra. Para se assegurar que tudo corre bem, os astronautas são submetidos a treinos intensivos na Terra muito antes de realizar o verdadeiro **passeio espacial**. Tipicamente, a simulação dos passeios espaciais é feita em grandes **tanques subaquáticos**, o melhor local na Terra para simular e experimentar a sensação de imponderabilidade.

No espaço, os astronautas devem ter o cuidado de prender-se firmemente à ISS para não se perderem na imensidão. Para o evitar, os astronautas ancoram-se aos corrimãos no exterior da ISS. Naturalmente, as ferramentas utilizadas pelos astronautas também devem estar sempre bem presas. Estas ferramentas assemelham-se às chaves de fendas e chaves inglesas compradas em lojas de bricolagem comuns, e são utilizadas para fixar solidamente parafusos e peças da ISS.



O astronauta alemão da ESA, Thomas Reiter, durante um passeio espacial.

Trabalhar no espaço não é brincadeira! – Um jogo

Um astronauta, após uma missão de reparação no espaço, explicou em tom de brincadeira, durante uma entrevista, que trabalhar em condições de imponderabilidade é como trocar um pequeno fusível da bateria de um carro usando luvas de esqui e equilibrando-se sobre patins

Os objectivos do jogo:

O objectivo imediato é simular, de maneira divertida, a sensação das dificuldades encontradas ao se trabalhar num ambiente diferente do que se está acostumado e, para o qual se está naturalmente equipado. Para reforçar esta ideia, o jogo contará com duas equipas: uma a trabalhar em condições de «imponderabilidade» (máscara, luvas grossas, patins), e outra, em condições terrestres normais.

Finalmente, o jogo deve conduzir a uma discussão sobre a importância do trabalho em equipa, as dificuldades de comunicação (tanto no espaço como no dia-a-dia), primeiro com a opinião do grupo de «astronautas», durante e depois do trabalho no espaço, e o conceito de como, por exemplo, o corpo humano se adapta à vida na Terra. Pode ser feito um trabalho escrito sobre o modo como o corpo humano poderia ter evoluído se não houvesse gravidade na Terra.

Descrição do jogo:

A competição será entre duas equipas de quatro jogadores. A equipa vencedora será a primeira a ter apertado quatro parafusos numa superfície colocada acima dos jogadores, mas ainda assim ao seu alcance. Ambas as equipas devem completar a tarefa – apertar os parafusos – mesmo se a outra equipa já tiver terminado.

Em cada equipa, haverá quatro jogadores:

Jogador 1: representa o «centro de controlo», que fornece aos Jogadores 3 e 4 instruções sobre o que devem fazer (exemplo: Jogador 4, passa parafuso ao Jogador 3! – Jogador 3, coloca o parafuso...). Define o idioma a utilizar, pois os astronautas provavelmente não serão da mesma nacionalidade!

Jogador 2: cronometra o tempo de realização da tarefa.

Jogador 3: representa um dos dois astronautas e executa a operação (apertar os parafusos).

Jogador 4: representa um dos dois astronautas e ajuda e assiste o Jogador 3 (os astronautas nunca estão sozinhos durante os passeios espaciais). No início do jogo, o Jogador 4 deve dispor de todo o equipamento de trabalho e, depois, entregá-lo ao Jogador 3, consoante as indicações do Jogador 1.

Um **Mestre de Jogo** (o professor, por exemplo) informa aos Jogadores 1 e 2 quais são as suas missões. Os Jogadores 3 e 4 não devem saber exactamente o que têm de fazer – é o Jogador 1 que lhes dirá. Quando todos os jogadores estiverem prontos para começar, o Mestre de Jogo dará início à prova.

Equipamento necessário:

Equipas A e B

- um cronómetro
- 4 parafusos pequenos
- uma chave de fendas, pequena
- uma superfície (ex.: um pedaço de madeira) onde os parafusos possam ser apertados, marcando os pontos designados. A superfície deve ser posicionada de tal maneira que os jogadores tenham de se esticar para a alcançar.

Equipa A:

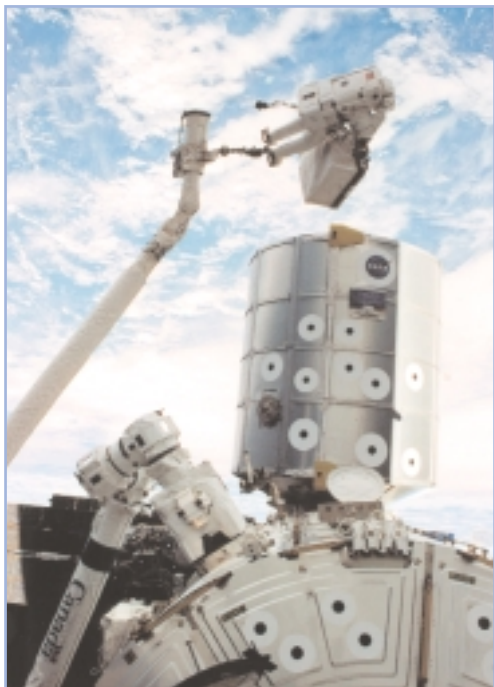
«Equipamento para os fatos espaciais necessários aos Jogadores 3 e 4:

- um par de patins, patins em linha ou skateboard
- um par de máscaras e um respiradores e/ou capacetes
- um par de luvas grossas de esqui

Outros equipamentos podem ser utilizados para dificultar ainda mais a tarefa, como um cinto para transportar as ferramentas ou um cabo para atar os Jogadores 3 e 4 um ao outro, etc..



2.3 – A robótica



A Estação Espacial Internacional possui diversos braços robóticos. A principal função desses braços é **reduzir os números de passeios espaciais**. Mesmo que os fatos espaciais sejam eficazes contra a maioria dos perigos do espaço, há ainda um risco muito elevado durante os [passeios espaciais](#), como a radiação de alta energia. Além disso, os passeios espaciais são demorados, exigem um alto nível de experiência e são dispendiosos.

O **Braço Robótico Europeu (ERA)** é um dos braços robóticos a bordo da ISS. Será usado para instalar e substituir painéis solares, controlar e montar módulos e ajudar e transportar astronautas durante os passeios espaciais.

Embora mais pequeno que o braço Canadano «**Canadarm2**», o ERA é um robô de grandes dimensões em todos os sentidos: com cerca de 11,3 m de comprimento e 630 kg, possui uma capacidade de elevação de até 8.000

kg. O braço é quase como um braço humano, com articulações, com capacidade preênsil, capaz de segurar e de girar, porém é movimentado por fios e motores e é simétrico. Em cada lado do «cotovelo», possui:

- dois «antebraços»,
- dois «pulsos», e
- dois terminais, que agem como uma «mão» ou como uma base a partir da qual o braço pode trabalhar.



O braço robótico pode ser **controlado** tanto do interior da Estação Espacial através de dois computadores, como do exterior, por meio de um painel de controlo e de um computador. É dotado de câmaras para permitir que os astronautas conduzam e controlem os seus movimentos.

A Estação Espacial terá uma sala de controlo especial para as actividades robóticas. A estrutura em forma de abóbada, denominada [Cúpula](#), possui sete janelas que facilitam aos astronautas o controlo e visualização de todos os movimentos dos braços robóticos. A Cúpula é uma das contribuições europeias para a Estação e, para além da função de controlo, funcionará como um observatório, onde os astronautas poderão desfrutar de uma bela vista panorâmica.



A Cúpula, com a sua janela superior circular e seis janelas em forma de trapézio.

Desenha um braço robótico

Um robô é uma máquina ou um dispositivo que opera automaticamente ou por controlo remoto. Pode ser usado para realizar tarefas humanas ou imitar algumas das coisas que uma pessoa pode fazer. Nomeadamente na indústria, os robôs são utilizados para executar tarefas repetitivas e fastidiosas. No entanto, são também usados para realizar trabalhos difíceis ou que apresentem grandes riscos para os homens. Na literatura popular e nos filmes de ficção científica, os robôs são frequentemente descritos como máquinas que se aparentam aos seres humanos. Os primeiros robôs modernos foram inventados nos anos 40.

A palavra «robô», de origem checa, significa «trabalho forçado».

Equipamento necessário:

- Paus de gelados,
- Um pequeno perfurador manual
- Grampos para papel
- Elásticos

Usa os materiais acima indicados para projectar e montar um braço robótico que possa ser utilizado como um pequeno dispositivo de levantamento.



E mais:

Aumentar o braço robótico – por exemplo, acrescentar materiais às suas extremidades para aumentar a força de prensão (ex.: dedais de borracha usados para contar folhas de papel).

Citar exemplos de diferentes tipos de robôs e respectivas utilizações, inclusive os robôs usados no dia-a-dia.