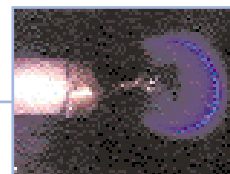


4 – O trabalho a bordo da Estação Espacial Internacional

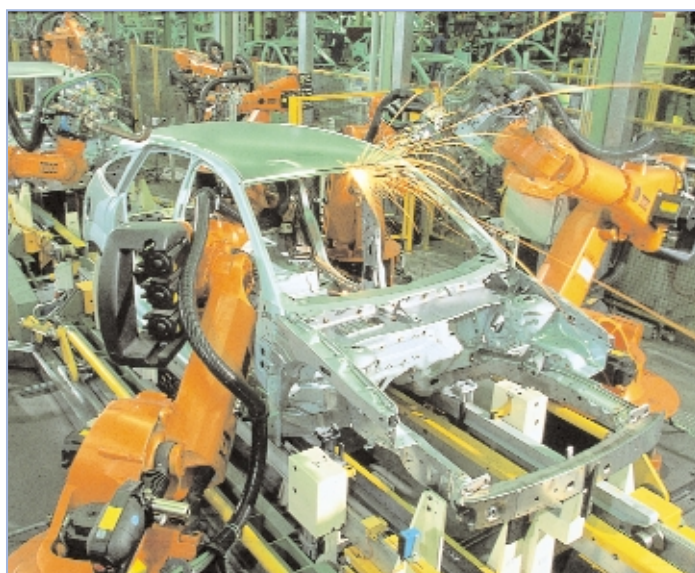
A ISS não é apenas o maior projecto internacional de engenharia de todos os tempos. Trata-se de um laboratório nos céus – uma oficina em órbita, que permite aos cientistas estudar diversos assuntos num ambiente muito especial, onde tudo se encontra em condições de imponderabilidade.

Na Terra, tudo o que fazemos é fortemente influenciado pela **gravidade**. Estamos tão habituados à gravidade, que a achamos óbvia: parece-nos perfeitamente normal que um objecto caia quando o derrubamos. Os nossos corpos – como os corpos de todos os seres vivos na Terra – **evoluíram** para resistir à gravidade e tirar vantagem dela. Temos esqueletos fortes para nos sustentar e um coração potente para bombear o sangue «para cima», contra a força da gravidade.

Em condições de imponderabilidade ocorrem coisas bastante estranhas. Um bom exemplo disso pode ser algo tão simples como a chama de uma vela. Na **Terra**, a chama toma a sua forma, que nos é familiar, porque os gases quentes criados pela combustão, sendo mais leves que o ar que os cerca, sobem e provocam o alongamento da chama arrastando também as partículas originadas na combustão. O ar frio é arrastado para a base do pavio e fornece oxigénio para que a parafina continue a arder. No entanto, em condições de **imponderabilidade**, o gás quente não é mais leve que o ar frio e, portanto, não sobe. O resultado é uma chama pequena, quase invisível, em forma globular, uma esfera quase perfeita. A verdadeira combustão ocorre unicamente na superfície da esfera, onde a parafina combustível da vela pode misturar-se com o oxigénio do ar exterior.



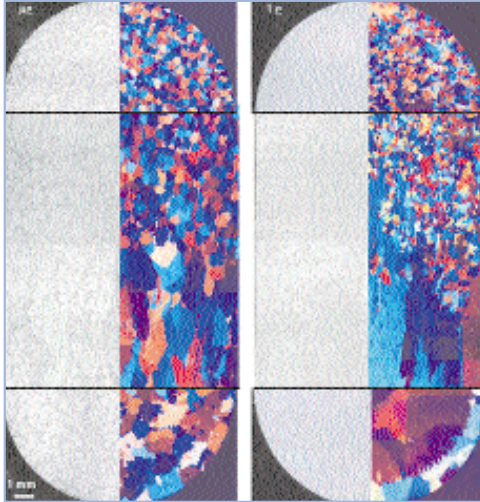
Estudando o modo como os materiais ardem em imponderabilidade, os cientistas podem aprender muito sobre a combustão. Por exemplo, pode ser examinada a maneira como os gases se difundem em conjunto. Este processo delicado é muito difícil de ser observado na Terra, onde os movimentos dos gases são mascarados por efeitos mais preponderantes causados pela gravidade.



Os novos conhecimentos adquiridos no espaço têm **aplicações práticas** na Terra. Se entendermos exactamente como se processa a combustão, poderemos por exemplo, projectar motores para automóveis mais económicos e menos poluentes.

Outra área de investigação interessante refere-se à **mistura** de líquidos que, mais uma vez, tem importantes aplicações práticas. Muitos dos metais usados no nosso quotidiano são ligas, ou seja, misturas de dois ou mais metais, fundidos

enquanto quentes. A maior parte dos aviões, por exemplo, são fabricados com uma liga chamada duralumínio, principalmente constituída de alumínio, e um pouco de cobre e alguns outros metais. Na Terra, a gravidade afecta grandemente a maneira como os diferentes metais se misturam. Experiências em condições de imponderabilidade podem



Duas amostras de liga de alumínio solidificadas no espaço e na Terra sob as mesmas condições de solidificação.

ensinar-nos muito sobre a natureza das «[misturas](#)», e podemos utilizar estes novos conhecimentos para obter melhores ligas na Terra.

A imponderabilidade tem também uma grande influência sobre o corpo humano, e as **experiências médicas** constituem grande parte do trabalho realizado a bordo da ISS. Na ausência de gravidade, os **músculos** dos astronautas transformam-se rapidamente. Ao longo do tempo, tornam-se mais fracos, o que apenas pode ser compensado por uma grande quantidade de exercícios físicos intensivos. Os **ossos** também mudam. O osso é um tecido vivo que necessita de uma boa quantidade de energia para se manter e, quase sem peso, o

corpo humano parece considerar que não precisa de se esforçar. A matéria óssea é absorvida e não é reposta: em apenas um mês de vida no espaço, um astronauta pode perder 1% do seu conteúdo mineral ósseo total.

Os ossos e os músculos são também um problema na Terra, principalmente no caso de pessoas idosas ou confinadas a leitos de hospitais por muitos meses. Mas, na ausência de gravidade, as coisas evoluem mais rapidamente, e as investigações sobre as causas e possíveis curas podem ser também estudadas mais rapidamente. É possível **testar medicamentos**, ou os efeitos de exercícios e dietas especiais, e obterem-se resultados em apenas alguns meses. Na Terra, seriam necessários muitos anos para se realizar as mesmas experiências e obter conclusões.



A astronauta Claudie Haigneré a realizar uma experiência fisiológica.

Mas, quem desempenha realmente o trabalho científico a bordo da ISS? Muitas experiências são controladas directamente por investigadores na Terra, através das ligações de telecomunicações da Estação Espacial. A tripulação tem uma importância vital na supervisão da maioria do equipamento e está sempre pronta a agir em caso de problemas inesperados. Realizam experiências e enviam imagens televisivas imediatas dos resultados aos cientistas na Terra. E, no que diz respeito às [experiências fisiológicas](#), os próprios tripulantes são os sujeitos das experiências.

As tarefas quotidianas dos astronautas incluem sempre operações de manutenção: são as «tarefas domésticas» lá em cima, no espaço. Isto significa limpar superfícies com toalhetes desinfectantes, tal como nós próprios fazemos aqui na Terra. E também existe um aspirador na ISS, não muito diferente do modelo doméstico. Mas na ISS, o aspirador não aspira sujidades e derrames unicamente do «chão», mas também partículas que simplesmente flutuam no ar.

A força da gravidade afecta tudo na Terra. Esta força invisível faz com que, por exemplo, uma maçã caia ao chão.

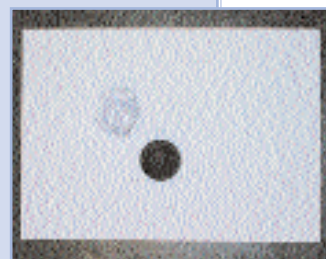
Descobrir a gravidade

- Equipamento necessário:
- duas bolas do mesmo tamanho, mas de peso diferente (uma das bolas deve ser feita de papel amassado);
 - uma folha de papel.

Lê primeiro as experiências abaixo indicadas, imagina e descreve o que acontecerá antes de iniciares a experiência propriamente dita.

Parte A

1. Segura as duas bolas à mesma altura.
2. Solta as duas bolas ao mesmo tempo.
3. Observa e descreve o que ocorre com as duas bolas. Elas aceleram com a mesma velocidade? Chegam ao chão ao mesmo tempo?
4. Repete a experiência enquanto outro aluno observa o que acontece.



Parte B

1. Segura a bola de papel e uma folha de papel do mesmo peso (o mais alto possível).
2. Solta os dois objectos ao mesmo tempo.
3. Observa e descreve o que ocorre com os objectos. Eles aceleram com a mesma velocidade? Chegam ao chão ao mesmo tempo?
4. Repetir a experiência enquanto outro aluno observa o que acontece.

Parte C

Compara o que se esperava que acontecesse com o que realmente aconteceu – houve alguma diferença? Compara as observações feitas em ambas as experiências, parte A e parte B (se não houver diferenças nas experiências, aumenta a altura do ponto de queda e tenta novamente). Discute o que provoca a queda dos objectos e por que razão alguns objectos caem mais rápido ou mais devagar. Que conclusões podem ser tiradas?

A intensidade da força de atracção (F) é determinada pela fórmula:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

onde m_1 e m_2 correspondem às massas respectivas de dois objectos, r é a distância entre eles, e G é uma constante conhecida como constante gravitacional ($G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$).

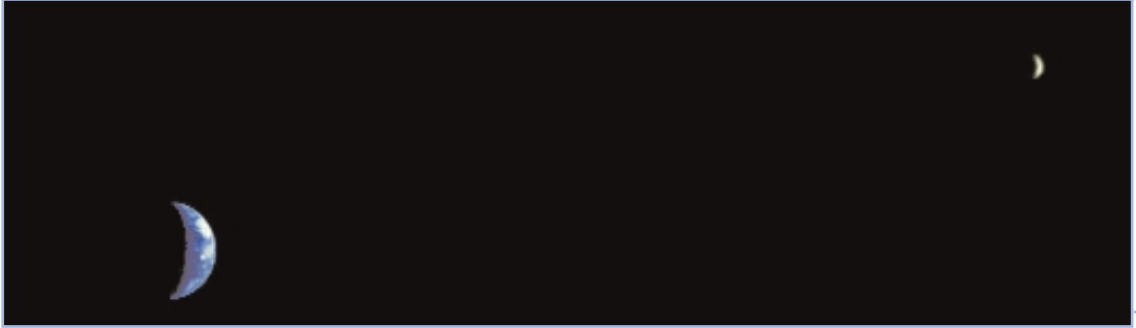
Sir Isaac Newton descobriu que há uma **força gravitacional** que atrai quaisquer dois objectos no universo. Esta atracção depende da massa dos objectos e da distância entre eles. Quanto maiores as massas dos objectos, maior a **atracção**. Inversamente, quanto maior a distância, menor a atracção.

Massa da Terra: $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$

Massa da Lua: $7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$

Distância entre a Terra e a Lua: 384.400 km

4.1 – O que é a gravidade?



O Sol e todos os planetas atraem-se mutuamente devido à força gravitacional. Como o Sol tem, sem dúvida, a maior massa de todos, os demais planetas rodam todos à volta dele. A Lua gira à volta da Terra pelo mesmo motivo – a massa da Terra é mais de 80 vezes superior à da Lua. Podemos observar a atracção da Lua através das marés, arrastando a água dos oceanos gerando as marés altas e baixas.

Todos os planetas possuem uma força gravitacional, mas a atracção que os planetas exercem sobre um objecto varia, já que os planetas têm cada um uma massa diferente. A força da gravidade é medida em Newtons (N) e é o produto da massa de um objecto pela aceleração do objecto na direcção do planeta. A **aceleração** gravitacional na Terra é de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Aceleração:
Quando a velocidade aumenta, há aceleração (quando a velocidade diminui, há desaceleração).

Na Terra, quando dois objectos caem, a força de gravidade afecta ambos exactamente da mesma maneira. Caso não haja outras forças agindo sobre eles, os objectos acelerarão de maneira idêntica. Contudo, perto da superfície da Terra, há outras forças que afectam os objectos, como o atrito. O atrito pode ser causado pela resistência do ar e reduz a velocidade do objecto em queda. Quanto maior a superfície de um objecto, maior a resistência, e maior a desaceleração.

A massa é a quantidade de matéria que um objecto contém e é medida em kg. A massa de um objecto, portanto, é a mesma onde quer que ele esteja no Universo. No entanto, o peso de um objecto é resultado da gravidade e, assim, depende do meio que o rodeia. O peso de um objecto é medido na Terra pelo produto entre a massa do objecto e a aceleração gravitacional da Terra.

O peso de um objecto, **W**, aumenta à medida que a sua massa, **m**, aumenta, ou à medida que a aceleração gravitacional, **g**, aumenta:

$$W = m \cdot g$$

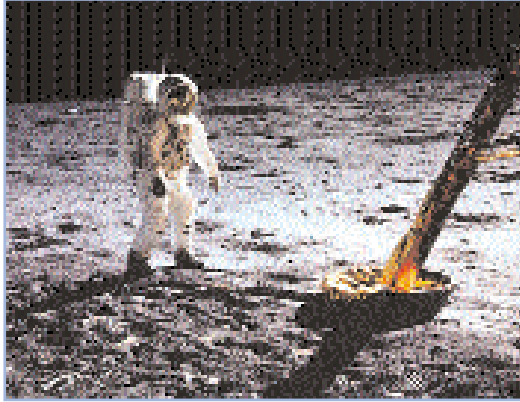
a aceleração gravitacional (**g**) é medida em m/s^2 , e refere-se à **aceleração** determinada pela força gravitacional local. Na Terra, esta aceleração é igual a $9,8 \text{ m/s}^2$; na Lua, $1,6 \text{ m/s}^2$, e em Marte, $3,7 \text{ m/s}^2$.

A massa (**m**) é medida em quilogramas (kg).
O peso (**W**) é medido em Newton ($1\text{N} = 1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$).

Massa e Peso

Se um astronauta tem uma massa de 84 kg, qual seria o seu peso:

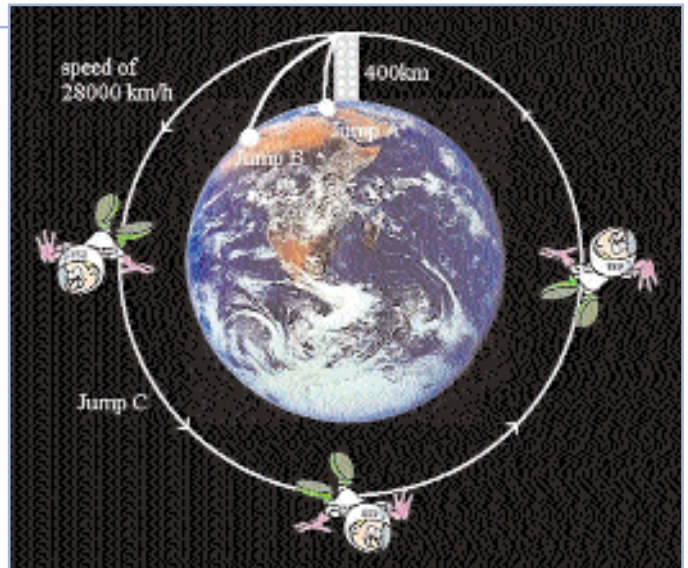
- na Terra
- na Lua
- em Marte



Na Lua, a aceleração resultante das forças da gravidade é equivalente a um sexto da aceleração na Terra (a Lua tem menos massa que a Terra e, portanto, menos força de atracção). Então, embora os astronautas tenham a mesma massa, o seu peso é equivalente a um sexto do que pesam na Terra. É por este motivo que, na Lua, os astronautas saltam em vez de andarem normalmente!

Imponderabilidade

Imaginem uma torre muito alta, com aproximadamente 400 km de altura. Se um astronauta saltar do alto desta torre, entrará em **queda livre** e, depois de algum tempo, cairá ao chão (ver ilustração, Salto A). Se saltar com uma certa velocidade impulsionando-se para a frente, a queda poderá terminar mais longe, mas cairá ao chão de qualquer maneira (Salto B). A velocidade resultante do impulso para a frente deve ser suficientemente elevada (aproximadamente 28.000 km/h) para que o astronauta não caia no chão. Neste caso, ficará a cair em círculos, seguindo a curvatura da Terra (Salto C), descrevendo uma **órbita**. Se a velocidade for muito elevada, escapará da força de atracção gravitacional da Terra e será impulsionado para o espaço exterior.



O mesmo ocorre com a ISS. A gravidade da Terra e a velocidade da ISS (28.000 km/h) faz com que a Estação Espacial orbite em torno da Terra. A ISS permanece em estado de **queda livre** à volta da Terra, o que origina as **condições de imponderabilidade** a bordo. Como resultado da queda livre os astronautas a bordo flutuam livremente.



Período de imponderabilidade durante um voo parabólico.

Queda livre

Em queda livre, sentimo-nos como se estivéssemos a flutuar. É o que se sente quando um elevador começa a descer ou numa montanha-russa, nos trajectos descendentes.

Quando um objecto permanece em queda livre contínua e não há forças externas agindo sobre ele, este objecto torna-se **imponderável**. Este estado chama-se **gravidade zero (oG)**. Na realidade, é muito difícil eliminar

4.1 – O que é a gravidade?

μG = *microgravidade*

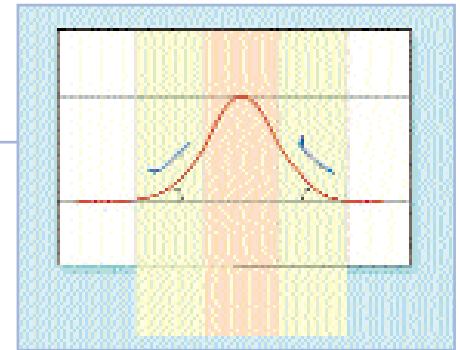
μ = símbolo de «micro», originário da palavra grega «micros», frequentemente utilizado com o sentido de «pequeno», corresponde a «um milionésimo» ou (10^{-6}).

completamente todas as forças externas. Por exemplo, um objecto que orbita em torno da Terra a uma altitude de cerca de 400 quilómetros (como a ISS) sofre a influência do atrito, pois ainda resta alguma pressão residual da atmosfera da Terra. O termo científico para o meio sujeito a perturbações gravitacionais ligeiras, como no caso de um objecto em órbita terrestre, é **microgravidade (μG)**.

Por vezes fala-se de **forças G**. Quando um elevador começa a subir, temos a impressão de que os nossos pés estão colados ao chão, pois a gravidade aumenta. Este efeito é chamado de força G positiva e é resultado da aceleração para cima do elevador.

A atracção que a gravidade terrestre exerce na superfície da Terra é de **1G**. Numa montanha-russa, podem atingir-se **2G**, e mais de **5G** num "bobsleigh" ou a bordo de um foguetão. Isto significa que a aceleração é *duas ou cinco vezes* maior que a força de gravidade geralmente exercida sobre nós. Numa montanha-russa, isto ocorre nas partes mais baixas do trajecto, exactamente no momento em que se inicia novo trajecto ascendente.

Um avião que voa alternadamente para cima e para baixo, descrevendo **trajectórias parabólicas**, passará por períodos de forças G muito elevadas e por períodos de forças G reduzidas. Os **voos parabólicos da ESA** são realizados a bordo de um Airbus, o A300. Os passageiros a bordo estão sujeitos a períodos de forças G positivas que durarão 20 segundos, imediatamente seguidos de períodos de 20 segundos de forças G reduzidas.



Os voos parabólicos são utilizados para realizar investigação científica e tecnológica, usufruindo destes curtos períodos, em condições de imponderabilidade. Permitem testar instrumentos antes de serem realmente utilizados em voos espaciais. Os voos parabólicos também permitem aos astronautas treinarem em condições de imponderabilidade, antes de participarem num voo espacial de longa duração.

Deixem cair!

Usa uma garrafa de plástico vazia (de 0,5l, por exemplo) e faz um orifício na parte lateral da garrafa usando um perfurador ou um pequeno berbequim. Veda o orifício com fita adesiva e enche a garrafa com $\frac{3}{4}$ de água.

No exterior ou colocando um balde por baixo, faz o seguinte:

1. Sobe para uma cadeira ou um escadote.
2. Retira a fita adesiva e observa o jacto de água.
3. Deixa cair a garrafa e observa o que acontece ao jacto em queda livre.

A partir desta demonstração podes compreender como a força da gravidade actua sobre a água e causa a pressão hidrostática no interior da garrafa. É por efeito desta pressão que a água jorra da garrafa.

Quando deixas cair a garrafa esta fica em queda livre e como tal em condições de imponderabilidade: Não é apenas a garrafa, mas também todo o seu conteúdo que se encontram em imponderabilidade. Nesta situação, parece não haver nenhuma força a exercer-se sobre a água e logo não existe pressão hidrostática. Não se observa qualquer jacto de água.

Se fizeres três orifícios segundo uma linha vertical, com, aproximadamente 5 cm de distância entre cada dois orifícios e repetires a experiência, verificas que a pressão hidrostática difere consoante a posição de cada orifício.



A caixa de luvas

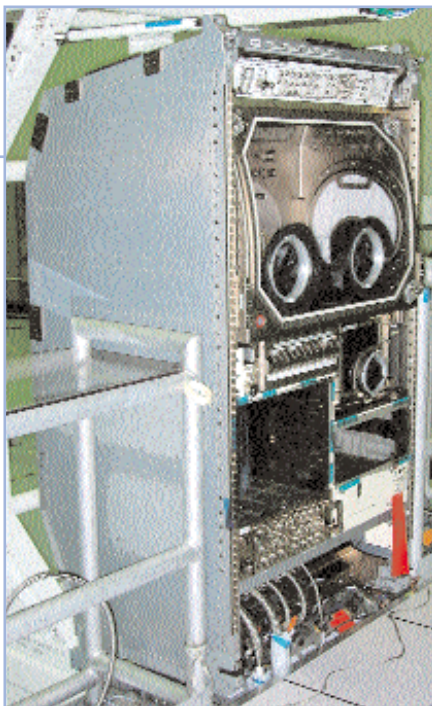
A bordo da ISS, existem várias [caixas de luvas](#) que permitem realizar experiências num ambiente absolutamente limpo (estéril).

As caixas de luvas são feitas de maneira que, no interior, a **pressão do ar** seja inferior à pressão do lado de fora da caixa. Isto significa que, se ocorrer uma fuga inesperada na caixa, o ar será aspirado para dentro. O intuito desta medida é assegurar que quaisquer materiais perigosos, como pó, ácidos ou substâncias tóxicas permaneçam no interior da caixa e não contaminem o ambiente da ISS. A segurança e a saúde dos astronautas é sempre primordial.



A caixa de luvas na figura à direita faz parte do [Biolab](#) e será instalada no interior do laboratório Columbus. Foi especialmente criada para a realização de experiências em biologia. A figura abaixo mostra uma caixa de luvas maior, a

[Microgravity Science Glovebox](#) (caixa de luvas para a investigação em microgravidade), que foi fabricada pela ESA e enviada para a ISS em 6 de Junho de 2002. Esta caixa de luvas é usada para experiências em diversas disciplinas.



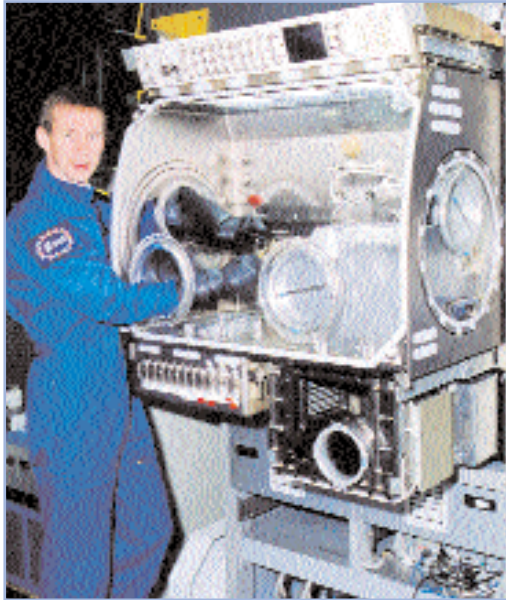
Experiências com espuma

A bordo da ISS é realizada uma grande variedade de experiências, por exemplo, experiências com **espuma**. Estas destinam-se a estudar o comportamento da espuma em condições de imponderabilidade. Recorrendo aos resultados obtidos nestes estudos, a indústria pode melhorar os seus produtos.

Para sabermos como são realizadas as experiências com espuma dentro da caixa de luvas, podemos construir a nossa própria caixa de luvas! As experiências com espuma devem ser preparadas e realizadas em recipientes fechados quando se está em condições de imponderabilidade, caso contrário, os líquidos ficam a flutuar pelo ar. Como não é possível verter líquidos de um recipiente para outro, o líquido é aspirado com uma seringa de um recipiente vedado e depois injectado no outro.

As **espumas** existem em diferentes formas, tais como:

- Espumas alimentares (natas batidas, cerveja e bebidas gasosas, pão, bolo, etc.)
- Espumas detergentes (sabão)
- Produtos de higiene pessoal (gel de duche e de banho)
- Espumas extintoras de chamas (usadas em vez de ou em complemento à água e à areia)
- Espumas metálicas (leves e muito resistentes, são usadas como materiais de construção, amortecedores de choques e insonorizadores)



Frank De Winne, astronauta belga da ESA, a experimentar a Microgravity Science Glovebox.

Desenhar e fabricar uma caixa de luvas

Organiza um grupo de discussão para determinar que materiais poderão ser utilizados no fabrico da caixa de luvas. Projecta e constrói a caixa de luvas.

Ao projectar o modelo de caixa de luvas, não esquecer que:

- Deve haver espaço suficiente no interior da caixa de luvas para a realização da experiência descrita abaixo;
- A parte superior deve ser transparente, para que possamos ver o que estamos a fazer dentro da caixa;
- As luvas devem ser fixadas de maneira a impedir a fuga de ar;
- A caixa de luvas deve possuir uma abertura que possa ser fechada, a fim de vedar os materiais no interior.

Experiência com espuma na caixa de luvas

Equipamento necessário:

- Caixa de luvas, seringa, tubo de ensaio e recipiente em vidro para misturar a solução (ou dois tubos de ensaio estanques).
- 5 ml de solução de ácido acético diluído (proporções: 60% de vinagre de cozinha forte + 40% de detergente de loiça).
- 1 a 2 g de bicarbonato de sódio (alguns gramas de bicarbonato de sódio ou fermento em pó).



Preparação e realização da experiência:

Lê primeiro as experiências abaixo indicadas. Imagina e descreve o que acontecerá antes de iniciares a experiência propriamente dita.

1. Mistura a solução de ácido acético e coloca-a dentro da caixa de luvas juntamente com a seringa.
2. Coloca o tubo de ensaio com uma pequena quantidade de bicarbonato de sódio dentro da caixa de luvas.
3. Fecha a caixa de luvas e introduz as mãos nas luvas.
4. Recolhe a solução de ácido acético com a seringa e adiciona esta solução ao bicarbonato de sódio no tubo de ensaio.

Observa e descreve:

○ tamanho das bolhas e a formação de espuma quando ela colapsa de volta ao estado líquido.

Discussão:

- Compara o que esperavas que acontecesse com o que realmente aconteceu – houve alguma diferença?
- O que afecta a forma da espuma quando esta colapsa?
- Qual seria a forma da espuma após o seu colapso em condições de imponderabilidade?

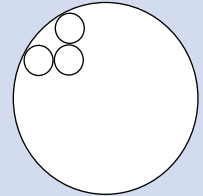
4.2 – A investigação a bordo da Estação Espacial Internacional

Três estádios diferentes podem ser identificados na produção da espuma:

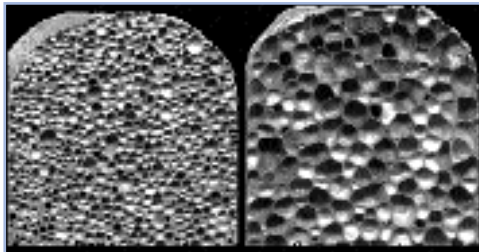
1. **Formação da espuma** – o gás dispersa-se inicialmente no líquido.
2. **Coalescência** – as bolhas começam a coalescer para formar bolhas maiores.
3. **Drenagem líquida** – as bolhas rebentam e voltam ao estado líquido.

Área de uma superfície

1. Calcula a área da circunferência limitada pelo círculo maior.
2. Preenche o círculo com círculos pequenos.
3. Calcula a área da circunferência limitada por um dos círculos pequenos.
4. Determina a superfície total de todas as circunferências pequenas juntos.
5. Qual é a área de menor superfície, a da circunferência maior ou a soma das circunferências pequenas?

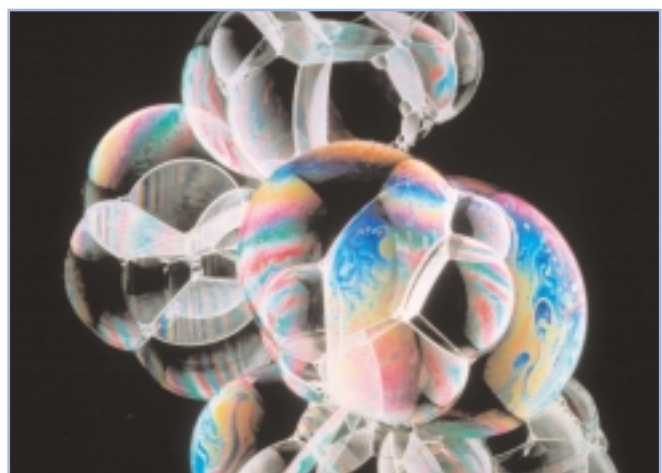


A razão pela qual as bolhas começam a coalescer é a **tensão superficial**. A tensão superficial pode ser descrita como a força que age sobre a superfície de um líquido, fazendo com que esta superfície se comporte como se tivesse uma película elástica, como um balão. E, tal como um balão, as bolhas tentam minimizar a área de superfície, razão pela qual as bolhas coalescem com o decorrer do tempo; preferem juntar-se e formar uma bolha grande em vez de permanecer em bolhas pequenas.



Na Terra, a gravidade faz com que os filmes líquidos que existem entre as bolhas sejam drenados para baixo, provocando eventualmente o colapso da espuma. Isto resulta numa espuma com bolhas de tamanhos diferentes.

No espaço, por outro lado, a espuma não é drenada porque não há força de gravidade a puxar o líquido para baixo. Ao contrário, a espuma tende a colapsar em todas as direcções, resultando numa espuma mais uniforme no que diz respeito à forma e ao tamanho das bolhas.



As bolhas aderirão também às paredes do recipiente, formando uma bolha de ar maior no centro do recipiente. Isto também se deve à tensão superficial.

Experiências com plantas

As plantas são vitais para a vida na Terra e também poderão vir a ser vitais para missões espaciais futuras. Os exploradores espaciais em missões longas provavelmente dependerão das plantas para garantirem a sua própria **sobrevivência**.

Seria difícil levar toda a comida necessária para uma missão de longa duração, já que o armazenamento é um factor limitante numa nave espacial. Uma solução possível seria o cultivo dos alimentos, durante a viagem, pelos próprios astronautas. No entanto, antes de podermos contar com as plantas como **fonte de alimentação**, devemos aprender mais sobre o seu comportamento em condições de imponderabilidade.

Devido à imponderabilidade, as experiências com plantas são realizadas em recipientes vedados, caso contrário, a terra e a água dispersar-se-iam pelo ambiente. Nesta figura, pode-se ver um dos recipientes especialmente desenvolvidos para investigações no espaço. Eles garantem também que as plantas possuam os níveis adequados de gases, água, luz e temperatura.



Mas como sabem as plantas em que **direcção** crescer, se não há realmente «lado de cima» e «lado de baixo» em condições de imponderabilidade ?

A partir de experiências já realizadas em missões espaciais anteriores, os cientistas descobriram que as plantas crescem em todas as direcções. Depois de algum tempo, contudo, parecem adaptar-se às condições e começam a crescer numa direcção mais estável. Isto ocorre porque começam a utilizar outras referências diferentes da gravidade para se orientarem: as folhas usam a **luz** como referência, enquanto as raízes se alongam em busca da **água**. A investigação já permitiu entender melhor o sistema de equilíbrio das plantas, mas há ainda muito para descobrir sobre os processos de crescimento.

Os resultados da investigação com plantas no espaço poderão levar a uma larga utilização das plantas a bordo de naves espaciais, por exemplo, para regular o nível de

Os astronautas que passam muito tempo a bordo da ISS dizem, com frequência, sentir falta de plantas à sua volta e apreciam muito trabalhar em experiências botânicas. A presença de plantas, a bordo de naves espaciais pode tornar-se mais comum, pois também proporcionam aos astronautas um ambiente agradável e emocionalmente reconfortante.





gases na atmosfera da cabine (as plantas absorvem dióxido de carbono e libertam oxigénio) e para reciclar água (já que podem ser utilizadas para filtrar água usada). Os resultados podem também proporcionar conhecimentos úteis para a humanidade na Terra, por exemplo, como obter melhores colheitas ou desenvolver novos medicamentos.

Realização de uma experiência com plantas

Para entendermos como crescem as plantas, é necessário descobrir o que influencia o seu crescimento. Para isto, podemos tentar cultivar plantas num ambiente iluminado e num ambiente escuro, com e sem água, com ar e no vácuo..

A tua missão:

Tenta descobrir como reagem as plantas em diferentes condições.

1. Organiza uma discussão em grupo para saber o que influencia o crescimento das plantas.
2. Define o que se deseja descobrir e propõe um plano para a experiência incluindo:
 - a. o material necessário;
 - b. como realizar a experiência;
 - c. os resultados esperados;
 - d. quando e como analisar os dados que se deseja recolher.
3. Observa e recolhe todos os dados relevantes.
4. Analisa os dados observados. Compara os resultados reais com os resultados esperados.
5. Explica o comportamento verificado nas plantas.

A tua missão espacial

1. Discute se seria possível realizar esta experiência a bordo da ISS ou se seria necessário realizar alguma modificação.
2. De que maneira as plantas poderiam reagir diferentemente a bordo da ISS?
3. Que outras condições poderiam ser investigadas a bordo da ISS e por quê?
4. Procura informações sobre a fotossíntese e a respiração das células em diferentes fontes. Redige um resumo do processo e ilustra o texto (fazer um desenho, por exemplo). Discute se estes processos poderiam ser úteis para a vida a bordo da ISS.



Sementes

Diversos tipos de sementes podem ser utilizados nesta experiência.

Uma das plantas investigadas a bordo da ISS chama-se *Arabidopsis thaliana*. As sementes são pequenas e podem ser utilizadas. Sementes de agrião ou rabanete, que pertencem à mesma família botânica são outras opções.

Outras sugestões: trigo, feijões, milho, cebolinha ou malmequer.

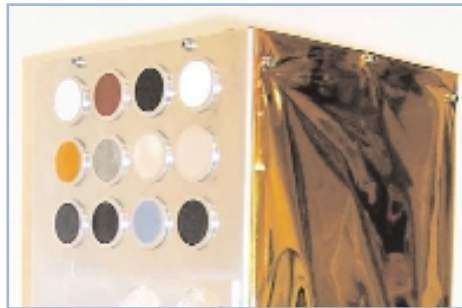
Algumas das experiências realizadas a bordo da ISS estudam o comportamento de materiais no ambiente inóspito do espaço. Uma delas é uma colecção de experiências científicas chamada **MEDET - Materials Exposure and Degradation Experiment** (Experiência sobre exposição e degradação de materiais). Será instalada no exterior da Estação Espacial e permanecerá em órbita por três anos. Depois deste período, será trazida de volta para a Terra para ser analisada.

O projecto MEDET tem três objectivos científicos principais:

1. Fornecer informações sobre o comportamento dos materiais no espaço aos projectistas de naves espaciais.
2. Estudar como os fragmentos produzidos pelo homem afectam os materiais com os quais são fabricadas as janelas.
3. Analisar micrometeoróides e fragmentos que chocam diariamente com a Estação Espacial.



As sete experiências:

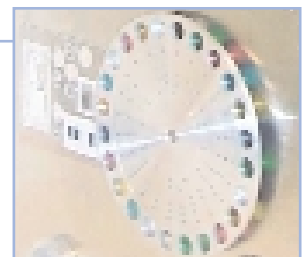


Experiência 1: **Microcalorímetros**

Os microcalorímetros são dispositivos que medem a capacidade de um material acumular calor. Há 14 microcalorímetros na MEDET, cada um equipado com diferentes amostras de materiais. Os cientistas desejam saber se as temperaturas muito elevadas ou muito baixas às quais a Estação Espacial está exposta na órbita da Terra podem modificar as propriedades dos materiais.

Experiência 2: **Espectrómetro**

Outra das experiências MEDET é uma roda giratória que contém 22 janelinhas realizadas em diferentes materiais. Quando a luz do Sol incide em cada uma das janelas, alguns raios solares são reflectidos, outros interceptados e outros ainda atravessam-nas. Sob a roda, um espectrómetro mede as mudanças na luz transmitida através das janelas.



Experiência 3: **Detector de fragmentos espaciais**

O detector mede micrometeoróides e fragmentos, que são objectos minúsculos que se movem a altíssima velocidade no espaço.

O detector é constituído por quatro condensadores que armazenam energia eléctrica. Cada condensador consiste em dois terminais ligados a duas placas separadas por um dieléctrico, um tipo especial de material isolante, que não conduz a electricidade. Quando um micrometeoróide choca com o detector, ele provoca uma perda do poder isolante do dieléctrico e o

condensador perde toda a sua energia eléctrica. O tamanho do micrometeoróide é então calculado medindo a quantidade de corrente necessária para recarregar o condensador (quanto mais corrente, maior o micrometeoróide).

Experiência 4: Aerogel

O aerogel é um bloco de dióxido de silício de baixíssima densidade que captura micrometeoróide e fragmentos. O aerogel provoca a desaceleração das partículas de alta velocidade sem destruí-las, capturando-as também para análises futuras. O aerogel fornecerá informações sobre os tipos de pequenos objectos que chocam com a Estação Espacial, a que velocidade se deslocam e de que são feitos.

Experiência 5: Manómetro

Um manómetro será utilizado para medir a pressão local no exterior da Estação Espacial.



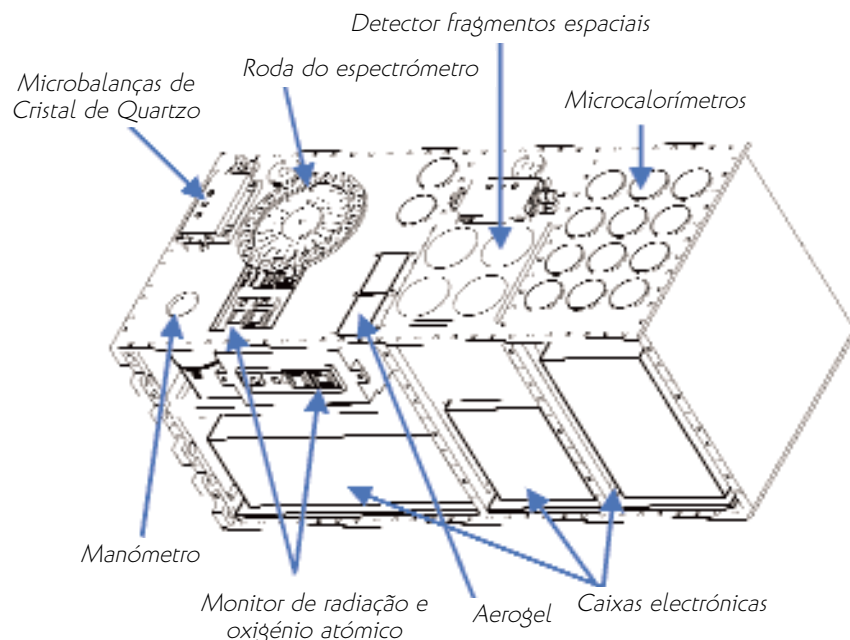
Experiência 6: QCM (Microbalança de Cristal de Quartzo)

A QCM mede o oxigénio atómico e a contaminação no espaço. O oxigénio atómico é uma forma de oxigénio altamente reactiva e ataca materiais no espaço, desintegrando-os.

O QCM é um cristal que vibra um dado número de vezes por segundo. Quando o cristal é atacado por oxigénio atómico ou quando partículas contaminadoras aderem ao cristal, a sua massa total muda, alterando a frequência de vibração do cristal. O nível de oxigénio atómico ou de contaminação presente pode ser medido pela análise da mudança da frequência do cristal. Quando o cristal estiver demasiado contaminado, serão utilizadas resistências de aquecimento para fazer evaporar os depósitos, e a experiência poderá ser reiniciada.

Experiência 7: STORM (Estação transitória de observação de Oxigénio e Radiação de Southampton)

A experiência STORM será realizada para medir os níveis de oxigénio atómico, radiação ultravioleta e os raios-X do Sol.



Estudo da influência do ambiente sobre os materiais

Muitos metais reagem a substâncias presentes no meio ambiente e começam a degradar-se, como o ferro, por exemplo, que reage com o oxigénio e a água. O resultado desta reacção é a ferrugem. A fim de evitar a corrosão, os metais podem ser revestidos. A influência do ambiente terrestre sobre os materiais pode ser observada por meio da seguinte experiência:

Equipamento necessário:

- 3 conjuntos de amostras de materiais diferentes, tais como:
 - o Ferro
 - o Aço
 - o Cobre
 - o Alumínio
 - o Um dos materiais acima deve ter um revestimento de protecção (ex.: prego de ferro galvanizado).
- 3 bandejas de plástico ou equivalente para depositar as amostras
- Câmara fotográfica
- Caderno de registo

Preparação e realização da experiência:

Lê primeiro a experiência abaixo indicada. Imagina e descreve o que acontecerá antes de iniciares a experiência propriamente dita

1. Escolhe os materiais a usar e recolhe três amostras de cada material.
2. Prepara três conjuntos idênticos de amostras em cada bandeja de plástico. Certifica-te de que não haja contacto entre as amostras dos materiais (as amostras podem também ser colocadas em recipientes separados).
3. Tira uma fotografia das amostras e descreve a sua aparência no caderno de registo.
4. Coloca um conjunto ao ar livre, por exemplo, no pátio do colégio ou no parapeito exterior de uma janela em casa, e um conjunto numa área mais poluída (perto de uma fábrica ou numa área de tráfego denso, por exemplo). Guarda um conjunto abrigado para comparação. Não te esqueças de escolher um local seguro para colocar as amostras que ficarão ao ar livre!
5. Verifica as amostras cada 2 ou 3 semanas durante um período de 12 semanas. Tira fotografias e observa quaisquer mudanças de aparência. Toma nota no caderno de registo.
6. Depois de 12 semanas, compara os dados recolhidos e conclui sobre a influência do meio ambiente nas amostras de materiais. O que ocorreu e por quê?

