# → ESTUFA NO ESPAÇO

## *Resultados e Conclusão parte 2*

**Para cumprir os desafios dos voos de longa duração, os astronautas precisam de ser capazes de satisfazer as suas necessidades nutricionais e dietéticas. O facto da tripulação poder produzir alguns dos alimentos a bordo permitir-lhe-ia tornar-se parcialmente auto-sustentável. No ambiente limitado de uma estação espacial em órbita ou mesmo na superfície dos planetas, isto só pode ser conseguido utilizando estufas especiais.**

As estufas são utilizadas na Terra para controlar as condições de temperatura, humidade e água, bem como a luz. A ventilação também é muito importante – ajuda a prevenir infecções ou o aparecimento indesejável, por exemplo, do bolor.
As estufas são utilizadas para fornecer legumes e fruta ao longo do ano, especialmente em países onde os meses de Inverno significam alterações na temperatura e luz solar. Isto pode ser observado muito claramente na Holanda, onde estas 'estufas' como a que é mostrada abaixo, são famosas.



Na Parte I descreve-se o processo através do qual as plantas verdes produzem alimentos a partir da energia da luz solar (fotossíntese), bem como as condições necessárias para as sementes germinarem.

Para as plantas crescerem, precisam de obter os nutrientes essenciais através das raízes. O solo actua como um meio para estes nutrientes. No entanto, o solo por si só não é essencial para o crescimento das plantas.

**Facto Espacial**

No espaço, os materiais orgânicos como a terra não são levados para bordo por razões de segurança e, em vez disso, pode utilizar-se um meio esterilizado chamado perlita. A adição de fertilizante fornece os nutrientes necessários contendo todos os iões e compostos que permitem o crescimento das plantas.



O projecto Estufa no Espaço investigou se as plantas podiam crescer com sucesso a partir de sementes em condições de microgravidade no espaço. Sementes de Arabidopsis thaliana, uma pequena planta florida de auto-polinização, foram cultivadas numa mini-estufa especial que continha um meio de cultura de perlita com fertilizante adicionado para proporcionar os nutrientes necessários para um crescimento saudável da planta.
A partir de pequenas sementes, a Arabidopsis thaliana germina para produzir folhas numa base de roseta a partir da qual crescem longas hastes que dão lugar a pequenos grupos de botões de flores brancas. As flores auto-polinizam-se e, eventualmente, desenvolvem longos carpelos fundidos que são o corpo do fruto ou síliqua. Estes mudam de verde para castanho e eventualmente secam, derramando as pequenas sementes para começar de novo o ciclo de vida.

**Sabia que...**
A estufa espacial teve que ser especialmente desenvolvida para que as sementes e o meio de crescimento fossem mantidos dentro de uma câmara de crescimento, caso contrário flutuariam! A água (uma comodidade preciosa no espaço) foi introduzida com uma seringa a partir de um saco de água potável especial. Toda a câmara teve que ser mantida vedada para que, quando as tampas (a vermelho) fossem removidas pelo astronauta, a estufa estivesse pronta. Era permitida alguma ventilação, já que não estava hermeticamente fechada.

A Agência Espacial Europeia construiu uma estufa semelhante para controlo e foram efectuadas observações para verificar de que forma esta experiência prosseguiria no solo.
A estufa foi colocada no interior de um módulo semelhante que possuía as mesmas condições do módulo espacial Columbus.



À esquerda podes observar como a planta no módulo em terra cresceu após várias semanas.



As escolas iniciaram as suas experiências e cultivaram sementes semelhantes nas suas próprias mini-estufas. Os alunos monitorizaram as condições das suas estufas e o plano era verificar como sementes semelhantes cresceriam em condições de microgravidade em comparação com a gravidade da Terra.

## Alguns resultados e observações

Este projecto decorreu durante 10 semanas. Uma página do **Facebook** activa permitiu às escolas e à ESA comunicar entre si durante o período da investigação.
A comparação directa entre a experiência espacial e os resultados na Terra não foi possível. A experiência espacial desenvolveu o crescimento de uma substância semelhante ao bolor à volta da perlite onde as primeiras plantas Arabidopsis germinaram. Devido a razões de segurança, foi necessário interromper a experiência espacial. Podes observar com o astronauta da ESA Paolo Nespoli lidou com a situação clicando **aqui**.

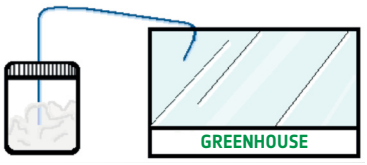


A estufa dos alunos

Algumas escolas verificaram que aconteceu o mesmo nas suas experiências. A escola Erich Kaestner na Alemanha tentou adicionar dióxido de carbono extra nas suas sementes utilizando uma mistura de pastilhas de soda e ácido acético. O aumento da concentração de dióxido de carbono aumenta, até certo ponto, a velocidade a que a fotossíntese ocorre. Durante a fotossíntese, o dióxido de carbono combina-se com a água para formar açúcar e gás de oxigénio.

$6\ CO_2\ (g) + 6\ H_2O\ (l) \rightarrow C_6H_{12}O_6\ (aq) + 6\ O_2\ (g) + 6\ O_2\ (g)$
gás de dióxido de carbono + água → glucose (açúcar) + gás de oxigénio

O carbonato de hidrogénio de sódio (soda) reage com o hidrogénio do ácido acético (vinagre) e produz dióxido de carbono como um dos produtos.




$NaHCO_3 + H^+ \rightarrow Na^+ + CO_2 + H_2O$

Estes alunos determinados tentaram também retirar o crescimento de bolor com pinças mas não impediram a deterioração das suas plantas. Cultivando as sementes em terra para vaso comercial, constataram um maior grau de sucesso e concluíram que a qualidade da perlite precisava de ser melhorada. A substituição do meio de crescimento foi também efectuada por outras escolas, bem como pela ESA, e resultaram no crescimento de um um ciclo de vida completo das plantas após várias semanas de crescimento saudável. Consulta **esta** página do Facebook para mais informações.

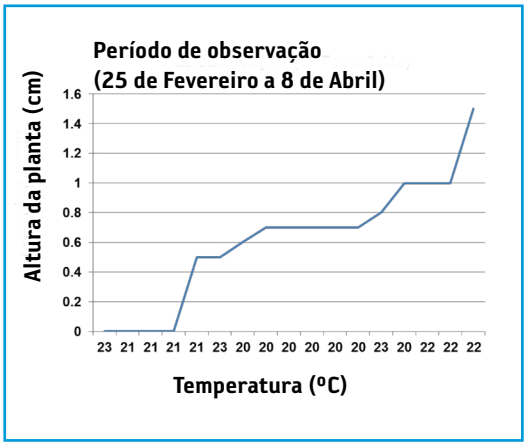




O C.E.I.P León Filipe de Madrid, Espanha conseguiu obter uma boa planta, tal como os alunos da escola secundária Antero de Quental de Ponta Delgada, Açores – Portugal, que nos enviaram fotografias.



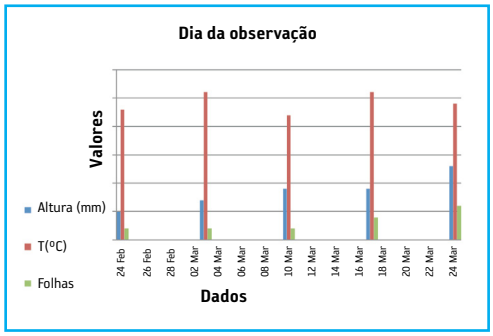
**Os resultados foram apresentados de formas diferentes:**

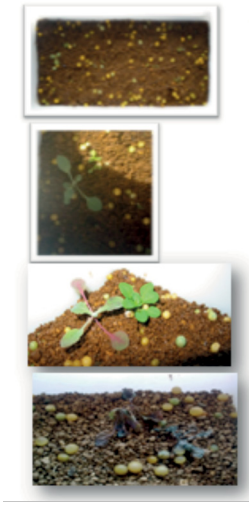



Os alunos do Colégio Nossa Senhora do Alto de Faro em Portugal observaram que, após cerca de 3 dias, as sementes germinaram mas cresceram lentamente ao longo das 6 semanas seguintes até atingirem uma altura de 1,50 cm. A temperatura manteve-se dentro dos 20-23 C. Os resultados não foram ideais e os alunos não conseguiram explicar porque é que as plantas não amadureceram. Pode ter sido porque as pastilhas de fertilizante não se dissolveram bem na perlita. As plantas necessitam de um boa quantidade de macronutrientes para continuar a crescer.

Os blocos de construção do crescimento das plantas ou macronutrientes são:
Sais de azoto ($NO_3$ ou $NH_4$)
Sais de fósforo ($PO_4$)
Potássio (sais de potássio)
Sais de enxofre ($SO_4$)
Sais de cálcio (nitrato de cálcio)

Os alunos da EB 2/3 de Olival – Vila Nova de Gaia, Portugal, descobriram que houve um aumento gradual no número de folhas com o passar do tempo, que foi proporcional ao crescimento observado. A temperatura na sua estufa variou entre 22-26ºC. A maioria relatou o crescimento de uma substância semelhante ao bolor que poderia resultar do excesso de rega e falta de ventilação na mini-estufa.



Semana 3: A planta tem 3 folhas e mede 7mm

Semana 5: A planta tem 5 folhas e mede 1cm

Semana 7: A planta tem folhas com estames vermelhos. Na base apareceram fungos.

Semana 8: Após o fim de semana com muito calor, a planta encolheu e ficou coberta de fungos. Parecia muito seca.

As fotografias da esquerda foram enviadas pela EB 23 D. Duarte – Viseu, Portugal, que experimentou problemas semelhantes com as suas plantas que eventualmente sucumbiram ao crescimento de bolor.

## Conclusões:

Uma das principais observações foi que, enquanto a maioria das escolas observou a germinação de algumas sementes de Arabidopsis, a sementeira deteriorou-se no espaço de 2-3 semanas. Pode haver algumas razões claras que expliquem, por exemplo, porque é que em escolas como a Alexander-Lebenstein-Realschule na Alemanha se obteve a germinação mas a estufa ficou exposta à luz directa do sol (42 °C) e isso provocou a morte das sementeiras.

As sementeiras precisam da fotossíntese para continuar a armazenar energia de uma forma química (açúcar) que permita que continuem a crescer. No entanto, as plantas também precisam de respirar. (A respiração é o processo em que as células metabolizam o açúcar na presença do gás de oxigénio (respiração aeróbica) para produzir energia sob a forma de ATP (Adenosina trifosfato – que é a energia utilizada pelos seres vivos para levar a cabo os processos da vida.)

Este processo de respiração é visto como uma inversão da fotossíntese:
$C_6H_{12}O_6$ (aq) + 6 $O_2$ (g) → 6 $CO_2$ (g) + 6 $H_2O$ (l) + ATP (energia)

Se a temperatura exterior subir para níveis muito elevados, algumas plantas podem adaptar-se produzindo superfícies cerosas nas suas folhas para evitar a perda de água. Isto pode ser observado nas ervilhas e repolhos. Algumas plantas adaptaram-se para produzir agulhas em vez de folhas, como os cactos.

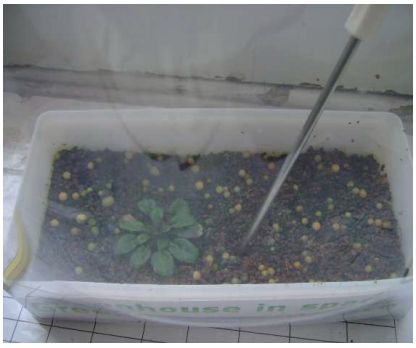



O vapor de água é libertado através de uma pequena abertura na parte de trás da superfície da folha chamada estoma. Estas aberturas permitem também que as plantas recebam o dióxido de carbono para fotossíntese. No processo de troca de vapor de água por gás de dióxido de carbono, a água é libertada pelas plantas no processo chamado transpiração.
Os alunos do Liceu Claudio Eliano em Palestrina, Itália, descobriram que a falta de luz e calor fizeram com que as suas sementeiras durassem apenas 3 semanas. A luz e o calor são essenciais para um bom crescimento das plantas. Teria sido útil colocar as plantas sob uma fonte de luz artificial para garantir uma fonte contínua de energia luminosa para que possa ocorrer a fotossíntese.

Na Escola Secundária Antero de Quental (ESAQ) Ponta Delgada, Açores, em Portugal, os alunos conseguiram obter plantas muito boas nas suas estufas embora nem todas as sementes tenham germinado. Mostra a base de roseta clássica.

A escola portuguesa Abel Salazar em Matosinhos tentou vários meios para que as sementes germinassem. Plantaram algumas sementes em gelatina que morreram após a germinação; algumas sementes foram semeadas em turfa e germinaram lentamente. Finalmente, descobriram um composto adequado onde as sementes germinaram ao longo de todo o ciclo de vida.

Depois de observarem um fraco crescimento das plantas em Fevereiro e concluírem que a baixa temperatura e retenção de água da perlite foram as responsáveis, os alunos da escola Don Carlo Martino em Itália decidiram não desistir. Voltaram a plantar as suas sementes no início de Abril utilizando terra húmida. Gerindo cuidadosamente as condições de rega e temperatura, as suas plantas produziram flores no primeiro mês de crescimento e a meio de Junho conseguiram as suas primeiras sementes. No final da experiência, as suas plantas maduras tinham 58 folhas e 25 flores e a temperatura na estufa era de 28 graus.



Para um crescimento com sucesso, as plantas necessitam de água, luz solar e dióxido de carbono. Numa estufa podem controlar-se as alterações de temperatura e humidade ajustando as condições no interior mas mesmo assim podem surgir problemas devido aos indesejáveis fungos e bolor. Muitas vezes, isto pode ser provocado pelo excesso de água e ventilação insuficiente. Os alunos que participaram no projecto Estufa no Espaço exploraram vários métodos para testar o que poderia ter feito com que o ciclo de vida das suas plantas não fosse completado. Examinando as alterações no meio de crescimento, acrescentando nutrientes extra e tentando mesmo diferentes tipos de estufas, tentaram formular hipóteses que pudessem explicar o fraco crescimento das plantas.
A 'experiência espacial' desafiou várias escolas a usar os seus conhecimentos científicos e continuaram a explorar uma forma para que as suas sementes crescessem e amadurecessem.

## Pensamentos finais

As experiências de cultivo de plantas fazem há muito tempo parte dos programas espaciais. Os peritos em plantas continuarão a explorar a forma como os astronautas poderão ser auto-sustentáveis nas missões longas cultivando os seus próprios alimentos.

A tripulação da **Mars500** foi o nosso 'jardineiro do espaço' durante 17 meses. Efectuou a mesma experiência que Paolo Nespoli efectuou na ISS. Conseguiu que as suas sementes ficassem maduras e colheu novas sementes.
Os seus resultados foram resumidos por Romain Charles – um dos membros da tripulação:

*"Começámos a experiência* **Estufa no Espaço** *com 4 pequenas estufas a 17 de Fevereiro de 2011. Plantámos um total de 36 sementes. Após um mês, apenas 5 rebentos apareceram em 2 das estufas. Tomei então a decisão de preparar as 2 outras estufas com terra nova e 16 novas sementes. Após algumas semanas, tínhamos 7 plantas diferentes mas algumas já estavam a secar.*
*Após 12 semanas (3 meses), as vagens da única planta sobrevivente abriu e eu pude colher as sementes. Preparei uma nova estufa (terra nova) para as sementes acabadas de produzir para verificar se a nossa produção era sustentável. Infelizmente, após 3 semanas, não apareceram rebentos."*

Pode também seguir os seus resultados no **Facebook**.

Para saber mais sobre como a ESA está a investir em pesquisa para a preservação e produção de alimentos para voos de longa duração, bem como tecnologia para futuros fornecimentos de alimentos na Terra, onde as alterações climáticas e o crescimento populacional são desafios globais, consulta o **DVD Alimentar o nosso futuro- Nutrição na Terra e no Espaço**.