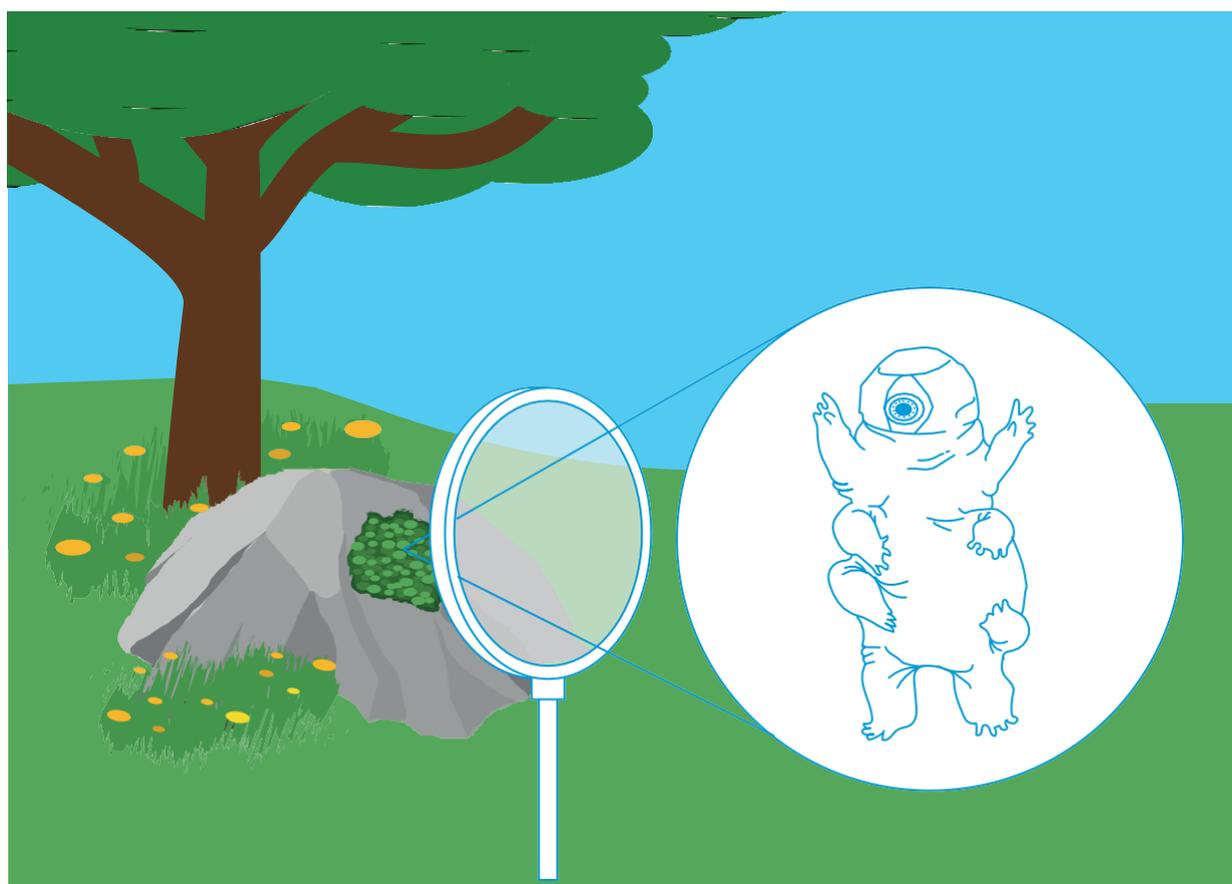
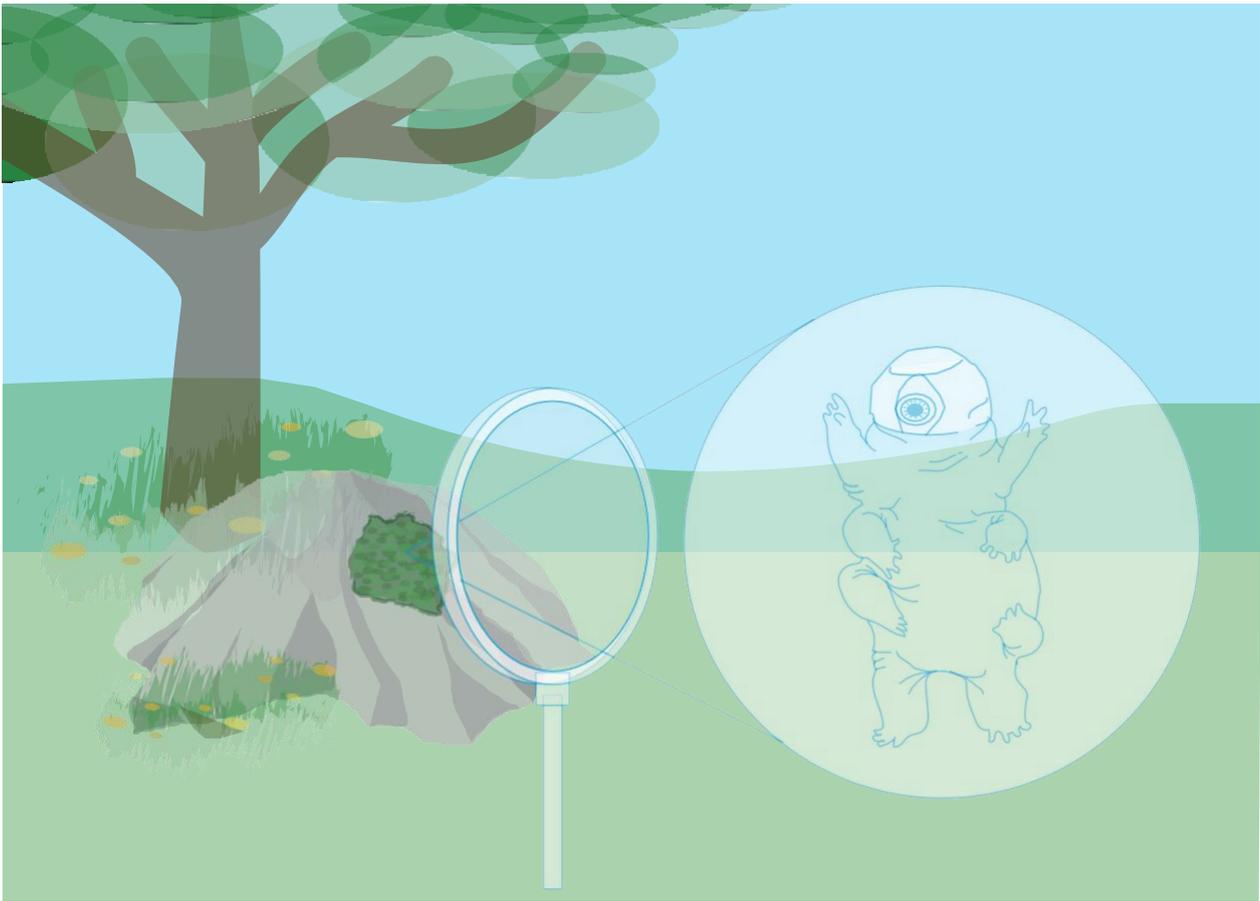


Ensinar com o espaço

→ **URSOS ESPACIAIS**

Experiência laboratorial com Tardígrados





Guia do professor

Introdução	página 3
Sumário das atividades	página 4
Atividade 1: Recolher os tardígrados	página 5
Atividade 2: Adormecer os tardígrados	página 6
Atividade 3: Eles conseguem sobreviver?	página 7
Atividade 4: Tardígrados no espaço	página 9
Fichas de trabalho	página 11
Links	página 18

Ensinar com o espaço – ursos do espaço
www.esa.int/education

O Departamento de Educação da ESA agradece opiniões e comentários
teachers@esa.int

Produzido pela ESA educacional em colaboração com a ESERO da Polónia
Copyright 2019 © European Space Agency

Adaptado para português pelo ESERO Portugal – eserportugal@cienciaviva.pt

→ URSOS DO ESPAÇO

Experiência laboratorial com Tardígrados

Notas

Área disciplinar: Biologia

Nível etário: 12-16 anos

Tipologia: atividades com estudantes, atividades laboratoriais

Complexidade: elevada

Duração: 2 horas e 20 minutos

Custo: médio (10-30 euros)

Localização: Laboratório escolar

Material necessário: organismos vivos, microscópios, fogão, frigorífico, produtos químicos, equipamento laboratorial

Palavras chave: Biologia, Criptobiose, Anidrobiose, radiação cósmica, Tardígrado, Urso de Água.

Breve descrição

Neste conjunto de atividades experimentais, os alunos vão investigar as capacidades de sobrevivência dos tardígrados também conhecidos como ursos de água. Eles vão investigar como podem recolher os ursos de água e quais as condições extremas que conseguem simular no laboratório. Os alunos vão submeter os tardígrados a estas condições extremas e vão concluir sobre quais são os ambientes em que eles conseguem sobreviver. O objetivo principal deste recurso é o de testar a resiliência dos tardígrados a condições ambientais extremas e associá-la à sua capacidade de sobrevivência ao ambiente do espaço. Antes de iniciar esta atividade, sugerimos que se complete a atividade *A vida pode sobreviver em ambientes alienígenas?* O que vai fornecer uma introdução à vida em ambientes extremos.

Objetivos de aprendizagem

- Aprender sobre o que são tardígrados e as condições extremas em que conseguem sobreviver.
- Aprender o que é a criptobiose e como ela ajuda os tardígrados a sobreviver.
- Investigar os efeitos da alteração de uma variável num sistema.
- Executar experiências com rigor, tomando em conta a correta manipulação do material, a precisão das medições e as considerações relativamente à saúde e segurança.
- Avaliar métodos e sugerir possíveis melhoramentos assim como investigações futuras.

→ Sumário das atividades

Sumário das atividades					
	Título	Descrição	Resultados esperados	Pré-requisitos	duração
1	Recolher os tardígrados	Recolher os tardígrados do musgo ou dos líquenes.	Adotar procedimentos experimentais para recolher os tardígrados. Planificar uma investigação experimental.	É aconselhável concluir a atividade: <i>A vida pode sobreviver em ambientes alienígenas?</i>	30 minutos +uma noite
2	Adormecer os tardígrados	Transferir os tardígrados das caixas de Petri para pequenos recipientes e guardá-los num local seco. A água deve secar e a anidrobiose deve ser induzida.	Fazer observações, utilizando microscópios. Saber como identificar os tardígrados e induzir a anidrobiose.	Conclusão da atividade 1.	30 minutos +uma noite
3	Eles conseguem sobreviver?	Com os tardígrados em anidrobiose, os alunos podem estudar a sua resiliência a diferentes condições extremas.	Conduzir uma experiência para investigar o efeito que diferentes condições ambientais têm nos tardígrados.	Conclusão da atividade 2.	1 hora
4	Tardígrados no espaço	Comparar o ambiente na Terra e em Marte.	Compreender que o espaço é um ambiente muito hostil e que a vida não sobreviverá provavelmente nessas condições.	nenhum	20 min

→ Atividade 1: Recolher os tardígrados

Nesta atividade os alunos vão aprender como se recolhem os tardígrados. Eles vão executar estas etapas e preparar amostras de tardígrados para as atividades seguintes

Material necessário

- Fichas de trabalho para cada grupo de alunos
- Amostras de musgo ou de líquenes para cada grupo
- Água da torneira ou água desionizada
- 1 caixa de Petri para cada par de alunos

Exercício 1 – Encontrar os tardígrados

Como introdução, fornecer uma visão global das características dos tardígrados e analisar quais as condições extremas que os organismos podem encontrar na Terra e no espaço às quais consigam sobreviver, ou então pedir aos alunos que investiguem.

Os tardígrados podem ser recolhidos de amostras de musgo ou líquenes. A coleta do musgo pode ser feita pelo professor ou pelos alunos, seguindo as instruções que se encontram nas fichas de trabalho. Depois da coleta, o musgo deve secar completamente antes de ser preparado para que se recolham os tardígrados.

Exercício 2 – Preparar as amostras de musgo

Dividir a turma em grupos de dois ou três alunos. Os alunos devem escolher um pedaço de musgo, que encaixe na caixa de Petri fornecida e remover a maior parte de solo solto/ partículas sujas. Devem então completar o procedimento indicado nas fichas de trabalho.

Exercício 3 – Planificar a experiência

Os alunos devem planificar como vão testar as capacidades de sobrevivência dos tardígrados. Deve-lhes ser pedido que enumerem três condições ambientais extremas nas quais os tardígrados possam sobreviver.

Exemplos de respostas que podem surgir:

- Temperaturas extremas
- Ausência de ar (condições atmosféricas diferentes)
- Elevados níveis de radiação
- Ausência de água no estado líquido
- Elevado grau de salinidade
- Valor extremo de pH

Discutir com eles as experiências que vão realizar. Considerar:

- Que tipos de experiências consegue executar?
- Como é que essas experiências podem ser projetadas?

Os alunos devem preencher o título, objetivo, hipóteses e métodos utilizados, no Relatório de Investigação que se encontra nas fichas de trabalho.

→ Atividade 2: Adormecer os tardígrados

Nesta atividade, os alunos vão transferir os tardígrados para pequenos recipientes e deixá-los dessecar, induzindo assim a anidrobiose. Os alunos devem perceber que os tardígrados entram num novo estado metabólico, como resposta às condições ambientais adversas. É fundamental que os tardígrados assumam este estado de latência para que possam sobreviver a condições ambientais extremas.

Material necessário para cada par de alunos

- Ficha de trabalho para cada grupo
- Microscópio e/ou lupa
- Recipiente pequeno transparente (caixa para moedas ou similar)
- Pipetas
- Caixa de Petri com musgo encharcado (da Atividade 1)
- Cartão preto ou similar para colocar debaixo do micro aquário e melhorar o contraste
- Lanterna

Exercício 1 – Induzir a anidrobiose

Neste exercício os alunos devem usar um pequeno recipiente transparente, idêntico a uma caixa para moedas ou similar. O recipiente deve ter paredes transparentes, idênticas ao vidro.

É aconselhável que o professor prepare alguns tardígrados antes da aula, para o caso de haver grupos que não conseguiram extrair-los do musgo. Se os alunos não conseguirem encontrar nenhuns tardígrados pode discutir com eles o porquê de tal ter acontecido? Será que recolheram o tipo errado de musgo?

Em pares, os alunos devem seguir as instruções da ficha de trabalho para induzirem a anidrobiose de modo a preparem os tardígrados para serem testadas as suas capacidades de sobrevivência. Mostrar algumas imagens de tardígrados vistas ao microscópio para que os alunos saibam aquilo de que estão à procura. Depois de espremer o musgo pedir aos alunos para observarem as suas amostras com um microscópio ou uma lupa. Devem desenhar o(s) tardígrado(s) na ficha de trabalho.

Depois, os alunos têm de transferir o(s) tardígrado(s) para o(s) recipiente(s) pequeno(s). A água residual deve evaporar lentamente, isto é, 6 a 7 horas, com o recipiente quase totalmente fechado. Uma evaporação mais rápida matará os tardígrados.

Antes de passar para a Atividade 3, os alunos devem rever a sua planificação experimental.

→ Atividade 3: Eles conseguem sobreviver? Realizar as experiências

Os alunos vão sujeitar as amostras secas a diferentes condições, simulando ambientes extremos

Material necessário

- Recipiente(s) pequeno(s) transparente(s) com a(s) amostra(s) do(s) tardígrado(s) (da Atividade 2)
- Pipetas
- Termómetro
- Frigorífico/ congelador
- Forno micro-ondas
- Água quente ou uma fonte de calor (lâmpada de infravermelhos ou similar)
- Soluções salinas com várias concentrações
- Soluções com diferentes valores de pH
- Microscópios e/ ou lupas

Saúde e Segurança

Nestas experiências, são utilizadas substâncias químicas e água a temperaturas elevadas. Deve garantir uma utilização segura destes elementos com base na experiência dos alunos, nas diretrizes de segurança da sua escola e no material disponível.

Para os produtos químicos, utilize as informações sobre segurança correspondentes.

Exercício – Realizar as experiências

Cada grupo deve pegar nas suas amostras da atividade 2 e observar os tardígrados utilizando um microscópio ou uma lupa. É suficiente utilizar uma ampliação de 10x . Com esta ampliação os alunos devem conseguir identificar algumas das principais características do estado de latência dos tardígrados. Pedir-lhes que os desenhem com essa aparência.

Agora os alunos devem preparar as suas experiências. Ao longo das diferentes experiências, cada grupo deverá ter uma amostra de controle que será reanimada, no final, com água da torneira.



↑ Tardígrado em estado de latência

Como conduzir as experiências

Os alunos devem registar as suas observações ao longo de toda a experiência. Garanta que o tempo de exposição se mantém constante ao longo de cada experiência.

Ajude os alunos a relacionar as condições experimentais com situações reais, por exemplo, as temperaturas extremas na Lua podem oscilar entre 123 °C, durante o dia, e -233 °C à noite.

1. Calor

Os alunos devem pôr uma gota de água quente na amostra seca. A água deverá retirar os tardígrados do seu estado de latência, mas devido à temperatura elevada da água os tardígrados vão ficar sob grande stress. Quando a água arrefecer, os alunos devem observar as amostras e registar o comportamento do tardígrado. Para este ensaio, em vez de água quente, os alunos podem usar uma lâmpada ou uma incubadora.

Exemplo dos valores da temperatura a serem testados: 40 °C, 60 °C, 80 °C, 90 °C.

2. Frio

Colocar a amostra no congelador ou no frigorífico durante várias horas ou durante a noite, se possível a temperaturas diferentes, por exemplo utilizando congeladores diferentes, frigoríficos ou gelo seco. Depois das amostras estarem expostas ao frio, os alunos devem retirá-las do seu estado de latência.

Exemplo de valores de temperatura a serem testados:

< -79 °C gelo-seco

-18 °C congelador

0 °C gelo

5 °C frigorífico

Esta discussão pode ser alargada pedindo aos alunos que pensem sobre quais os parâmetros que são aceites para que algo seja considerado vivo (constituído por células, obter e utilizar energia, crescer e desenvolver-se, reproduzir-se, reagir ao ambiente, adaptar-se ao seu ambiente) e seguidamente façam uma lista.

3. Salinidade

Preparar soluções com diferentes salinidades. Depois os alunos devem acrescentar uma gota da solução às amostras e observar o seu comportamento. A água da solução deverá retirar os tardígrados do seu estado de latência, mas devido à salinidade da água os tardígrados ficarão sobre enorme stress. Depois da conclusão da experiência, os alunos devem despertar os tardígrados, adicionando uma gota de água da torneira.

Pensa-se que algumas das luas de Júpiter e Saturno têm no subsolo oceanos de água salgada.

Exemplo de condições de salinidade a serem testadas:

0,9 % salina – solução isotónica

~3.5% Oceano Atlântico

~34% Mar Morto

~43 % Lago Gaet'ale – corpo líquido mais salgado da Terra

4. Acidez

Saúde e segurança

O professor deve supervisionar esta experiência. Inclui o manuseamento de soluções com pH extremo.

Preparar soluções com diferentes valores de pH; os alunos devem adicionar uma gota às suas amostras e observar o respetivo comportamento. A gota deve induzir o despertar do mecanismo, mas devido ao nível de pH da água, os tardígrados ficam sujeitos a enorme stress.

Depois das amostras estarem expostas aos diferentes níveis de pH, os alunos devem adicionar uma gota de água da torneira para reanimar os tardígrados.

Através do nosso Sistema Solar pode ser encontrada uma ampla variedade de valores de pH; Desde as nuvens ácidas de Vénus e lagos ácidos da Europa até às rochas alcalinas do nosso vizinho, o planeta Marte.

pH 3 a 5 – ambiente ácido

pH 9 a 11 – ambiente alcalino

pH 7 – amostra de controle

5. Radiação

Para simular nas amostras o efeito da radiação elevada, os alunos devem colocar as suas amostras num forno micro-ondas. Estes emitem níveis de radiação muito mais baixos que os existentes no espaço mas são adequados como exemplo para esta experiência. Para evitar que o micro-ondas também aqueça os tardígrados, pode ser colocada, ao mesmo tempo, dentro do micro-ondas, uma taça com água para absorver o calor. Tenha cuidado ao retirar a taça pois a água deverá estar quente.

A intensidade da radiação deve ser alterada, mas o tempo de exposição deverá ser o mesmo para todos os casos. Sugerimos começar a experiência expondo a amostra durante 30 segundos. Depois das amostras serem expostas à radiação, os alunos devem reanimar os tardígrados adicionando uma gota de água da torneira.

A atmosfera terrestre protege-nos da maior parte da nociva radiação cósmica. Muitos corpos do Sistema Solar, tais como a nossa Lua, não fornecem proteção relativamente a esta perigosa radiação. Isto é algo que é monitorizado, de perto, pela Estação Internacional Espacial (ISS) para garantir a saúde e segurança dos astronautas que aí vivem.

Exemplo das condições de radiação a serem testadas: baixa (~100W), média (~400W), elevada (~800W).

Depois de concluírem as experiências, os alunos devem observar as suas amostras, anotar se os tardígrados estão vivos e a mexer ou imoveis no seu estado de latência. Alguns dos tardígrados podem já ter sido reanimados, dependendo da experiência realizada. Os alunos devem registar os resultados e concluir o relatório da investigação. Um modelo de relatório encontra-se nas fichas de trabalho

→ Atividade 4: Tardígrados no espaço

Os alunos vão relacionar as experiências realizadas com a pesquisa para encontrar vida noutra lugar do Universo.

Material necessário para cada grupo de dois de alunos

- Ficha de trabalho

Resultados

Comparada com a Terra, Marte apresenta um ambiente de condições extremas. Tem uma atmosfera fina, rica em dióxido de carbono, que não fornece proteção para a radiação. A pressão atmosférica é muito baixa. A água no estado líquido é instável à superfície. Apesar destas condições severas existem alguns micro-organismos terrestres que podiam sobreviver em Marte. Os tardígrados seriam, provavelmente, capazes de sobreviver nas duras condições ambientais de Marte durante um curto período de tempo mas não conseguiriam prosperar naquelas condições. Os tardígrados não subsistem bem quando expostos a elevados níveis de radiação UV, por isso precisariam de alguma forma de proteção para sobreviver durante um tempo mais longo em Marte.

O ExoMars rover irá, pela primeira vez perfurar a superfície de Marte até uma profundidade de 2 metros. Se no passado houve vida em Marte, seria no subsolo onde estaria mais quente e húmido, sendo, por isso, o local ideal para encontrar evidência dessa vida, protegida do duro ambiente à superfície.

As agências espaciais têm de assegurar que nada de outros mundos que possa ser prejudicial será trazido para a Terra. Assim como devem garantir que não seja introduzida qualquer contaminação biológica terrestre noutros planetas e luas que tenham potencial para a existência de vida passada ou presente. As missões espaciais tomam diversas precauções para evitar contaminação cruzada, por isso são preparadas em laboratórios em que a limpeza é extrema e

têm a obrigação legal de cumprir as normas de proteção planetárias.

Discussão

Discutir a necessidade de utilizar uma amostra de controle e de realizar uma testagem honesta. Depois deve alargar a discussão de modo a incluir a importância de alterar uma só variável de cada vez para se isolar o efeito exclusivo dessa variável. Discutir por que esta experiência é importante e interessante? O que se pode aprender com ela? Conduzir os estudantes à possibilidade da vida resistir a condições extremas, especialmente no espaço. Esclarecer os alunos quanto a não ter sido encontrada vida exceto na Terra e que esta experiência só dá alguma informação sobre as condições em que os tardígrados conseguem resistir.

Se a experiência funcionar bem e os alunos conseguirem reanimar os seus tardígrados, pode-se discutir as consequências das suas descobertas. Normalmente que condições acreditamos serem necessárias para a existência de vida? Ainda acreditamos que essas condições são necessárias? Também se pode discutir em que outras condições acham que os tardígrados conseguem sobreviver e como se poderia alargar/melhorar esta experiência.

Se os alunos não conseguirem reanimar os tardígrados analisar porque terá isso acontecido. Discutir sobre os possíveis limites da tolerância dos tardígrados a condições extremas. Eles têm uma resistência incrível, mas não conseguem sobreviver a tudo. Qual o significado da descoberta dos tardígrados para a procura de vida noutros locais do Sistema Solar?

Pode-se ainda discutir se poderá haver outras formas de vida tão resistentes como os tardígrados. As sementes de alface e os líquenes também sobreviveram à exposição ao espaço durante missões da ESA. Que mais conseguirá sobreviver no espaço?

Se os alunos completaram a atividade A vida pode sobreviver em condições alienígenas?, antes desta atividade, perguntar -lhes se alteraram a sua opinião sobre onde poderá ocorrer vida no Sistema Solar. Eles podem rever os factos sobre o Sistema Solar e apresentar uma opinião mais bem documentada e construída com o método científico.

→ Conclusão

Os alunos devem compreender o que são os tardígrados e em que condições conseguem sobreviver. Devem saber onde os podem encontrar, como os coletar e como investigar as suas capacidades de sobrevivência de uma forma cientificamente correta e segura. Os alunos devem entender que os tardígrados conseguem sobreviver em duras condições ambientais, mas não funcionam nem prosperam com elas.

Além disso, os alunos devem perceber que é importante ter um conhecimento total das condições em que a vida pode subsistir para compreender a vida e as suas origens no nosso planeta bem como contribuir para a procura de vida noutros mundos.

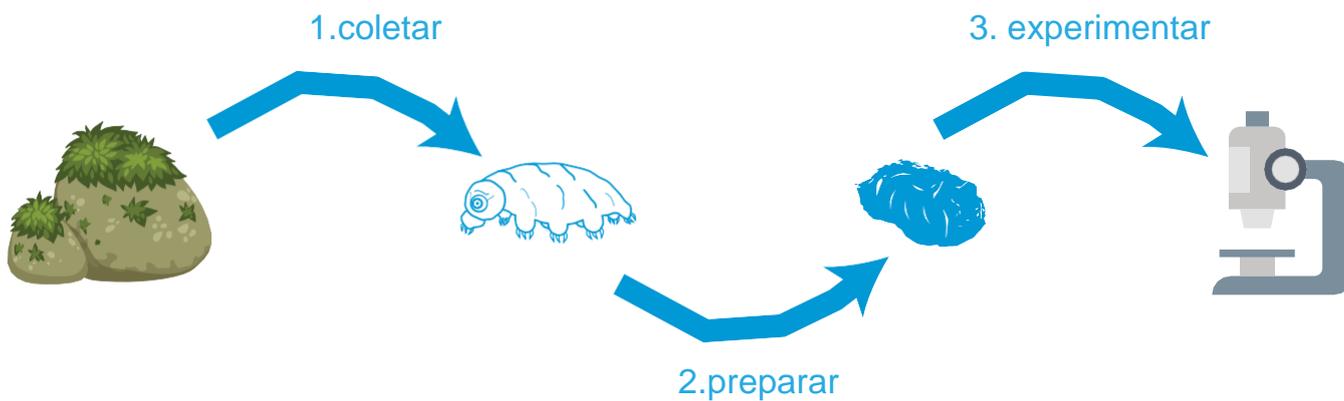
→ URSOS DO ESPAÇO

Experiências laboratoriais com Tardígrados

→ Introdução

A descoberta de organismos que sobrevivem em condições extremas na Terra, semelhantes àquelas que se podem encontrar no espaço, tornou mais plausível a procura de vida fora do nosso planeta. A astrobiologia procura identificar a origem de vida na Terra e compreender se a vida pode existir noutra local do universo.

Nesta atividade, vais testar a resistência dos tardígrados a condições extremas, para investigares se a vida terrestre pode sobreviver às duras condições do espaço.



Os tardígrados, ou “ursos de água”, são parentes próximos dos artrópodes (insetos e crustáceos) e podem ser encontrados onde houver muita água, frequentemente em musgos húmidos e líquenes. São animais de oito patas, extremamente pequenos, e medem não mais de 1.5 mm de comprimento o que os torna praticamente impossíveis de serem visualizados a olho nu. Determinadas espécies de tardígrados são célebres pelas suas capacidades únicas de sobrevivência. Descobriu-se que sobrevivem a temperaturas tão altas como 150°C e tão baixas como -272 °C, a elevados níveis de radiação, a níveis extremos de pH, à dessecação, ao vazio do espaço e a elevados níveis de oxigénio.

Quando os tardígrados estão severamente desidratados (condições de seca) atingem o estado de anidrose. Neste estado conhecido como estado de latência, a atividade metabólica é mínima. Os tardígrados podem sobreviver neste estado durante anos ou mesmódécadas, enquanto estão sujeitos a condições ambientais extremas podem ser reanimados se forem postos novamente em contacto com água continuando as suas vidas normalmente.

→ Atividade 1: recolher os tardígrados

Nesta atividade vais recolher tardígrados de musgo ou líquenes, na tua zona, e organizar a planificação da tua experiência.

Exercício 1 – Encontrar os tardígrados

Podemos encontrar tardígrados em amostras de musgo ou líquenes. Para os recolher, procura pequenos bocados de musgo seco pelo sol, em rochas brancas, em muros de pedra naturais ou em telhados com telhas de barro. Muitos tardígrados preferem pedras calcárias porque precisam de calcite para fortalecer os seus dentes aguçados. O musgo das florestas é menos adequado pois muitos dos tardígrados preferem musgos que fiquem completamente secos em poucos dias. Evita musgos permanentemente húmidos e malcheirosos. Os ursos de água gostam de musgos livres de bactérias e de fungos



↑ O musgo que cresce nas rochas é ideal para encontrar ursos de água

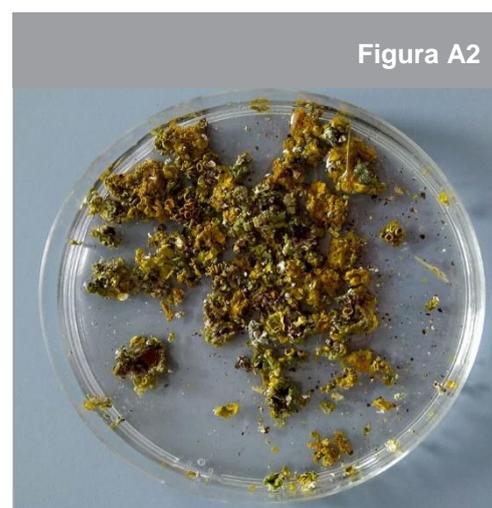
1. Os tardígrados encontram-se com frequência em musgos e líquenes molhados. Onde é que, na tua área, podes encontrar tardígrados?

2. Recolhe uma amostra de musgo (ou líquenes) que pensas poder conter tardígrados. Guarda os musgos recolhidos de modo a que sequem completamente, por exemplo, podes expor as tuas amostras à luz direta do sol ou guardá-las em sacos de papel num local seco.

Exercício 2 – Prepara as amostras de musgo

No teu grupo vais tentar recolher tardígrados da tua amostra de musgo (ou de líquenes). Segue as seguintes instruções:

- I. Coloca o pedaço de musgo, de cabeça para baixo na caixa de Petri e enche-a com água da torneira ou água desionizada. O musgo começa a absorver a água.
- II. Continua a adicionar água até que o musgo esteja saturado (isto é, até que não consiga absorver mais água), e garante que ficam ainda alguns milímetros de água na caixa de Petri. Acrescenta alguma água se necessário.
- III. Põe um rótulo com os nomes dos elementos do grupo e deixa ficar durante a noite.



↑ Amostras de líquenes na caixa de Petri.

Exercício 3 – Planifica a tua experiência

1. Lista 3 condições ambientais extremas às quais os tardígrados conseguem sobreviver.

2. Planifica uma experiência para testar a resistência dos tardígrados a uma das condições ambientais que listaste na pergunta 1. No modelo de relatório completa o título, objetivo, hipótese e métodos.

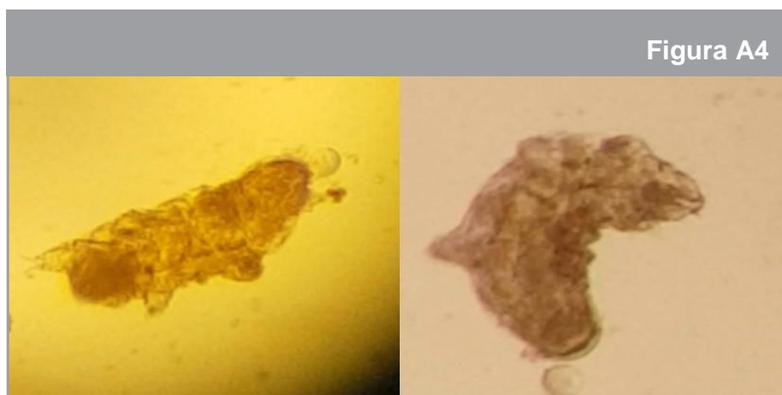
Sabias que?

Em 2007, como parte da experiência da ESA, tardígrados no espaço (TARDIS), 3000 tardígrados foram enviados para o espaço. Foram expostos ao vazio do espaço durante 12 dias, tendo experienciado desidratação extrema bem como elevados níveis de radiação cósmica e sobreviveram!



→ Atividade 2: Adormecer os tardígrados

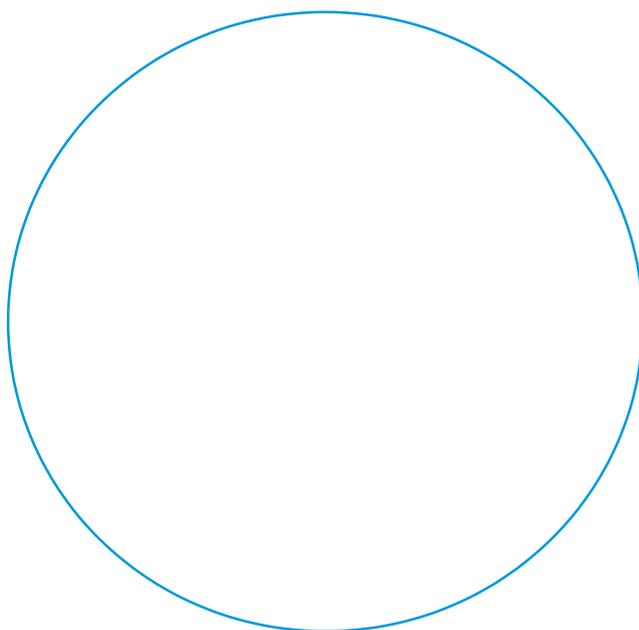
Antes de continuares a tua experiência tens de induzir o estado de latência nos tardígrados. Nesta atividade vais transferir os tardígrados para pequenos recipientes e vais induzir a anidrobiose deixando-os dessecar.



↑ Tardígrados vistos com um microscópio

Exercício – Induzir a anidrobiose

- I. Retira o bocado de musgo da caixa de Petri. Espreme suavemente e abana o musgo em cima da caixa de Petri para remover o excesso de água libertando alguns tardígrados que ainda estejam agarrados ao musgo.
- II. Usa o microscópio com uma ampliação de 20x, ou uma lupa de mineralogista com a ampliação de 10x, para encontrar os tardígrados. Ilumina com uma luz lateral e coloca a caixa de Petri num cartão preto para aumentar o contraste.
- III. Utiliza o espaço em baixo para desenhares como são os tardígrados vistos pelo microscópio.



- IV. Usa a pipeta para retirar um tardígrado da caixa de Petri e transferi-lo para um recipiente transparente. Repete o procedimento pelo menos mais quatro vezes.
- V. Usa o microscópio para te certificares que os tardígrados foram transferidos com sucesso.
- VI. Arruma o teu recipiente pequeno num local quente e seco, durante a noite, para dessecar lentamente.
- VII. Termina a planificação de como vais investigar as capacidades de sobrevivência do(s) tardígrado(s) e mostra ao teu professor.

→ Atividade 3: eles conseguem sobreviver?

Nesta atividade vais expor as amostras dos tardígrados a condições ambientais extremas de acordo com a planificação que fizeste.

Saúde e segurança

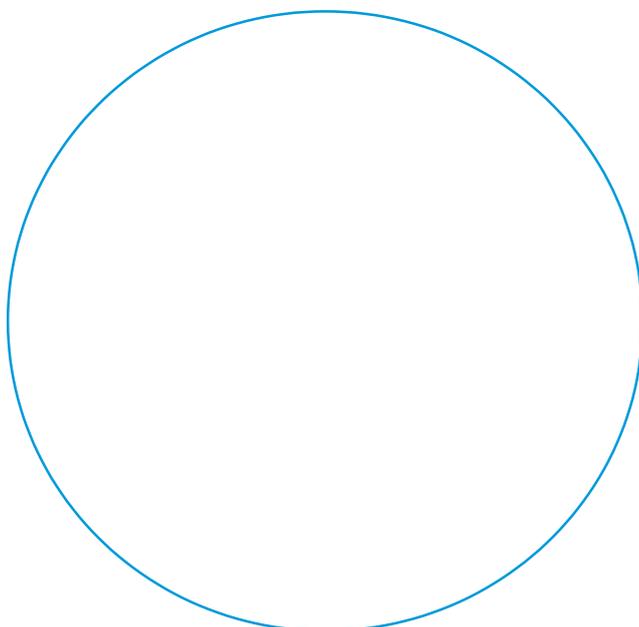
Na estrutura desta experiência serão utilizados produtos químicos e água a temperaturas elevadas. Segue todas as diretrizes de segurança da tua escola.

Para os produtos químicos utiliza as informações sobre segurança correspondentes.

Exercício – Realizar as experiências

Antes de iniciares este exercício tens de decidir que condições ambientais pretendes simular e também planificar a maneira como vais criar essas condições no teu laboratório.

- I. Utiliza o microscópio para observares as tuas amostras de modo a assegurares-te que os tardígrados estão em estado de latência.
- II. Utiliza o círculo à direita para desenhares qual a aparência dos tardígrados (no seu estado de latência) vistos ao microscópio.
- III. Prepara o material e/ou as soluções de que vais necessitar para simulares as condições ambientais extremas que escolheste (exemplos: calor, frio, ácido, alcalino, radiação, salinidade, vazio).
- IV. A investigação deve ser realizada usando diferentes valores para cada condição, isto é, se estiveres a investigar o calor deves expor cada tardígrado a diferentes temperaturas, por exemplo 40 °C, 60 °C, 80 °C. Isto ajudar-te-á a encontrar possíveis limites às capacidades de sobrevivência dos tardígrados.
- V. Expõe os tardígrados durante o intervalo de tempo escolhido (Assegura-te que a duração da exposição seja sempre a mesma em todas as experiências).
- VI. Regista todas as observações feitas durante o processo.
- VII. Utiliza o microscópio para veres se o tardígrado está vivo e a mexer ou se está imóvel no seu estado de latência. Se estiver vivo e não stressado podes passar para a etapa X. Se o tardígrado ainda estiver em estado de latência ou sujeito a condições extremas e em stress, prossegue para a etapa VIII.
- VIII. Abre o recipiente e, utilizando uma pipeta, coloca uma gota de água **suavemente** em cada uma das amostras.
- IX. Fecha o recipiente tendo o cuidado de manter a gota de água no centro.
- X. Utiliza o microscópio para observares o que acontece. Utiliza uma lâmpada de luz fria sempre que possível porque a exposição, nesta fase, a um calor excessivo pode destruir os teus resultados.
- XI. Regista os resultados e completa o relatório desta investigação.



Quando terminares a experiência coloca os tardígrados numa amostra de musgo húmido e volta a pô-los no seu ambiente natural.

→ **Relatório da Investigação**

Título: _____

Objetivo: _____

Hipótese: _____

Método utilizado:

Resultados:

Amostra	Condições ambientais		Tardígrados vivos		Oservações*
	Início	Fim	Início	Fim	
Controle					

* Condições ambientais a testar: temperatura, salinidade, pH, radiação ou pressão

Discussão:

Conclusão:

→ **Actividade 4: Tardígrados no espaço**

Sabias que?

Em 2022 a ESA, trabalhando com a Agência Espacial Russa (Roscosmos), vai lançar o ExoMars rover “Rosalind Franklin”. O principal objetivo do programa ExoMars é abordar a questão de alguma vez ter existido vida em Marte. Para isso vai aterrar num local com um grande potencial para encontrar material orgânico bem preservado, especialmente do período inicial do planeta. Transportará uma broca para recolher amostras a uma profundidade de 2 metros e vai analisá-las, no laboratório que tem a bordo, com instrumentos de próxima geração.



1. A ténue atmosfera de Marte é composta basicamente por CO₂. Há provas de que no passado havia um oceano de água em Marte, que desapareceu com o desenvolvimento do planeta. Atualmente não há provas da existência de água no estado líquido a fluir na superfície. As temperaturas variam entre -153 °C e 20 °C.

a. Achas que os tardígrados podiam sobreviver em Marte? Porquê?

b. A superfície de Marte apresenta-se muito seca há já muitas dezenas de milhares de milhares de anos. Marte também está exposta a níveis de radiação muito mais elevados que a Terra. Isto representa um problema para a possibilidade dos tardígrados sobreviverem em Marte? Porquê?

c. Que tipo de precauções deves ter para evitar contaminação cruzada das amostras?

d. Achas que o ExoMars rover conseguirá responder à pergunta se alguma vez existiu vida em Marte?

→ Links

Recursos da ESA

A vida consegue sobreviver em ambientes de condições extremas?
esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09

Recursos para as salas de aula da ESA
esa.int/Education/Classroom_resources

Missões da ESA

Tardígrados no espaço (TARDIS) on ESA's orbital Foton-M3 mission :
esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space

Exploração robótica de Marte:
exploration.esa.int/mars

Proteção planetária: Impedir que os micróbios “apanhem boleia” para o espaço
esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space

Informação adicional

Procurar sinais de vida em Marte
exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars

Dez coisas que não sabias sobre Marte
esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars

ESA Euronews: Marte na Terra
esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth

Ted-Ed: Encontro com os tardígrados
<https://www.youtube.com/watch?v=lxndOd3kmSs>

A vida em ambientes de condições extremas
<https://www.nature.com/articles/35059215>