

Spain



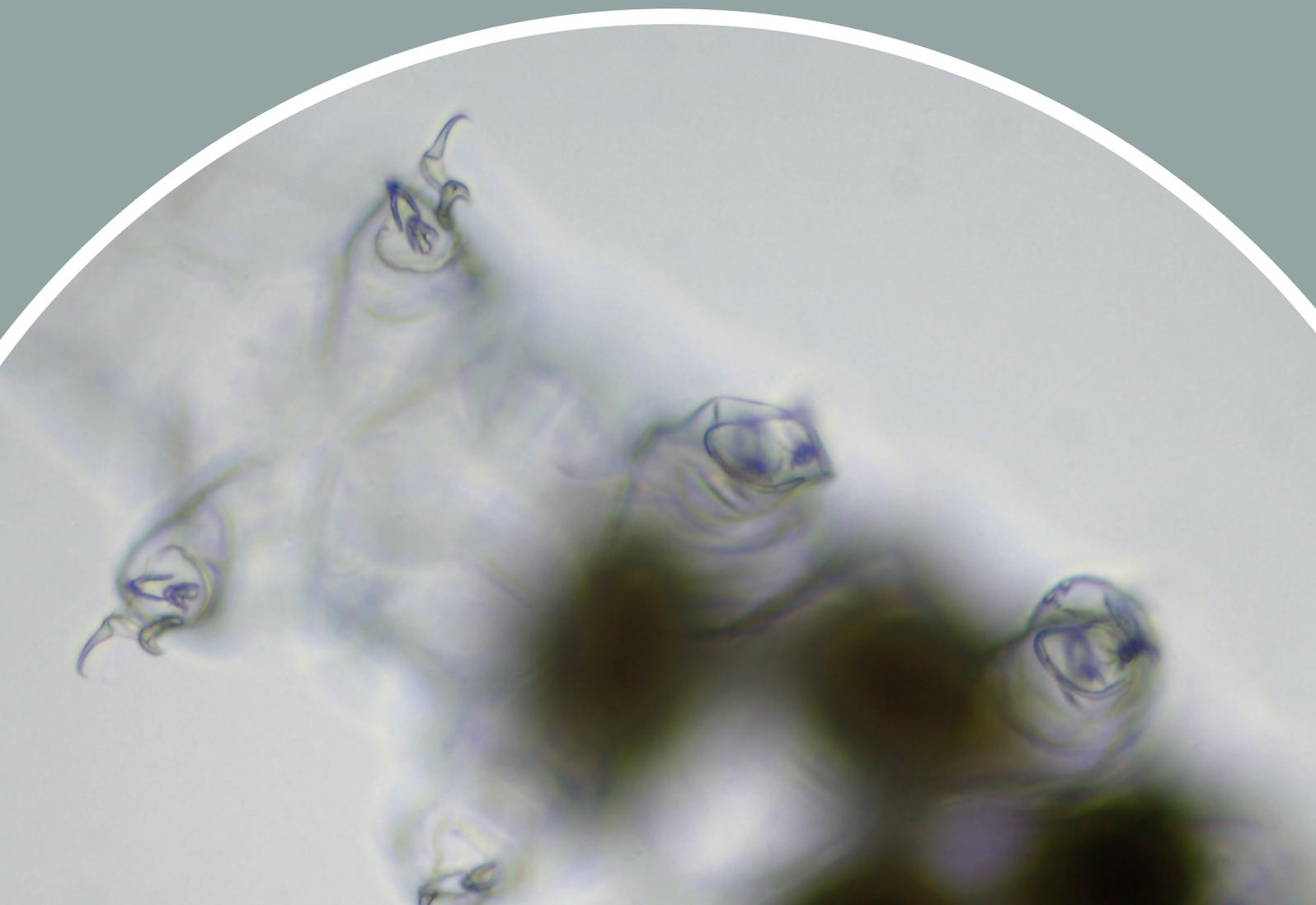
DETECCIÓN DE EXOPLANETAS
Escondidos en la luz

DE-SB-04



Osos espaciales

Experimenta con tardígrados
en el laboratorio



SUMARIO

- 3** Datos básicos
- 4** Introducción
- 5** Resumen de las actividades
- 6** Actividad 1. Recolecta los tardígrados
- 8** Actividad 2. Pon los tardígrados a dormir
- 10** Actividad 3. ¿Aguantarán los tardígrados?
- 14** Actividad 4. Tardígrados en el espacio
- 16** Introducción para el alumnado
- 17** Fichas de trabajo para el alumnado
- 27** Enlaces de interés

DE-SB-04

Osos espaciales

Experimenta con tardígrados
en el laboratorio

1ª Edición. Mayo 2020

Guía para el profesorado

Ciclo
Secundaria y bachillerato

Edita
Esero Spain, 2020 ©
Parque de las Ciencias. Granada

Traducción
Dulcinea Otero Piñeiro

Dirección
Parque de las Ciencias, Granada.

Créditos de la imagen de portada:
Specious Reasons-Attribution-NonCommercial 2.0 Generic (CC BY-NC 2.0);
<https://flic.kr/p/dnKqBW>

Créditos de la imagen de la colección:
ESA/ NASA/ UCL (G. Tinetti)

Basado en la idea original:
SPACE BEARS
Lab-experience with Tardigrades
Colección "Teach with space"
Una producción de ESA Education en colaboración con ESERO Poland

Objetivos didácticos



Con esta serie de actividades experimentales el alumnado investigará las capacidades de supervivencia de los tardígrados, también conocidos como osos de agua. Estudiará cómo recolectar osos de agua y qué condiciones extremas se pueden simular en el laboratorio. Expondrán los tardígrados recolectados a esas condiciones extremas y llegarán a una conclusión acerca de los entornos donde pueden sobrevivir. El objetivo de este recurso es poner a prueba la resistencia de los tardígrados en condiciones extremas y relacionar el ambiente espacial con su capacidad de supervivencia.

Antes de comenzar esta actividad, sugerimos realizar la actividad titulada «¿Podría sobrevivir la vida en entornos extraterrestres» (véase el apartado de «Enlaces de interés»), que ofrece una introducción a la vida en ambientes extremos.

- Conocer los tardígrados y las condiciones extremas en las que pueden sobrevivir.
- Aprender sobre la criptobiosis y cómo ayuda a los tardígrados a sobrevivir.
- Investigar los efectos de modificar una variable dentro de un sistema.
- Realizar experimentos adecuados teniendo en cuenta la manipulación correcta de la instrumentación, la precisión de las mediciones y consideraciones de seguridad y prevención.
- Evaluar métodos de trabajo y sugerir posibles mejoras e indagaciones adicionales.



2 h. y 20 min.

Materia

Biología

Intervalo de edades

De 12 a 16 años

Tipo de actividad

Actividad para el alumnado
Actividades en laboratorio

Dificultad

Alta

Coste

Medio (entre 10 y 30 euros)

Lugar para realizar la actividad

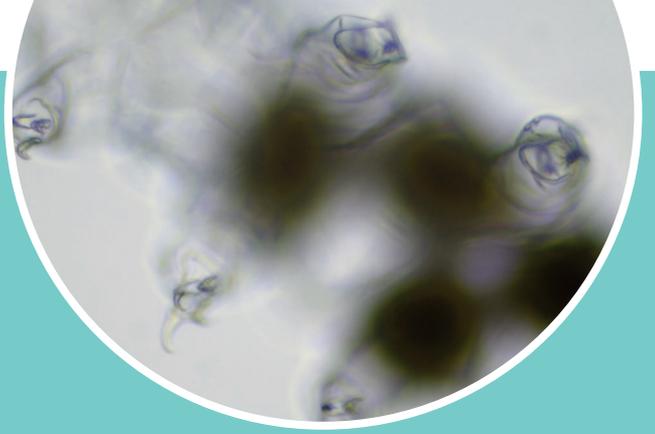
Laboratorio del centro educativo
Incluye el empleo de: organismos vivos, microscopios, hornillo de cocina, congelador, sustancias químicas, equipo de laboratorio.

Términos clave

Biología, criptobiosis, anhidrobiosis, radiación cósmica, tardígrado, oso de agua.

Osos espaciales

Introducción



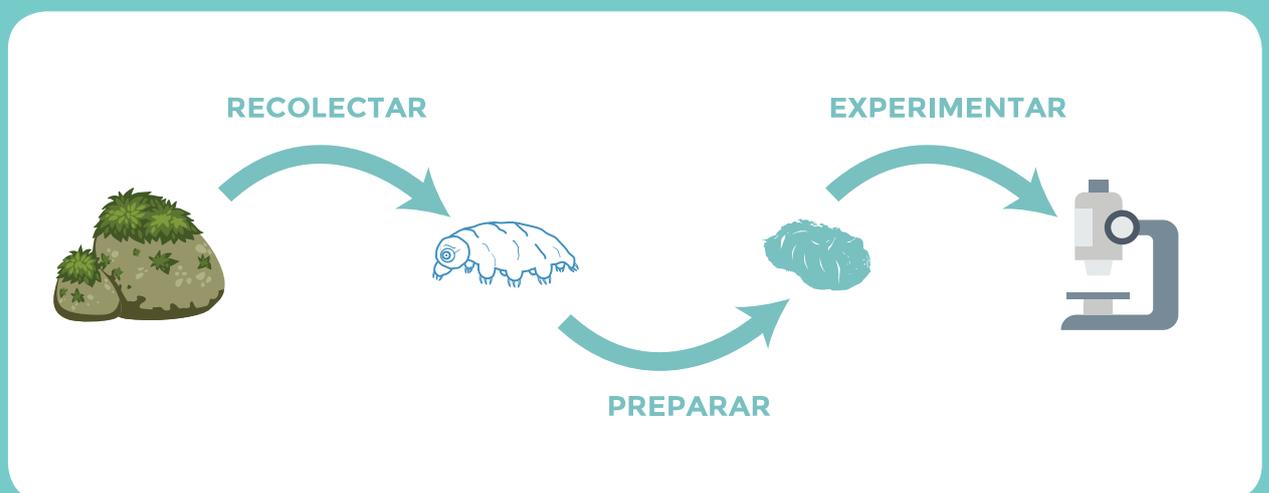
- El descubrimiento de organismos capaces de soportar condiciones extremas en la Tierra, similares a las que cabría encontrar en el espacio, ha dado más credibilidad a la búsqueda de vida fuera de nuestro planeta. La astrobiología aspira a desentrañar el origen de la vida en la Tierra y a saber si podría haber vida en otras partes del universo.

En esta actividad comprobarás la resistencia de los tardígrados en condiciones extremas para investigar si la vida terrestre podría sobrevivir en los rigores del espacio.

Los tardígrados, u «osos de agua», son parientes cercanos de los artrópodos (insectos y crustáceos) que suelen encontrarse en musgos húmedos y líquenes donde abunda el agua. Son animales muy pequeños de ocho patas cuya longitud no supera 1.5 mm, por lo que son prácticamente imposibles de percibir a simple vista. Ciertas especies de tardígrados se han hecho muy conocidas por sus capacidades únicas de supervivencia. Se ha descubierto que sobreviven a temperaturas elevadas de hasta 150 °C y tan bajas como -272 °C, a altos niveles de radiación, a niveles extremos de pH, a la desecación, al vacío del espacio y a niveles reducidos de oxígeno.

Cuando se deshidratan en exceso (en condiciones de sequedad) los tardígrados entran en un estado de anhidrobiosis. En este estado, conocido como estado de tonel, experimentan una actividad metabólica mínima. Los tardígrados pueden sobrevivir en este estado durante años, o incluso décadas, mientras permanezcan expuestos a unas condiciones extremas. Para recuperarse de este estado basta con volver a ponerlos en contacto con el agua y continuarán con su vida normal. ●

Cuando se deshidratan en exceso los tardígrados entran en un estado de **anhidrobiosis**. En este estado, experimentan una actividad metabólica mínima...



Proceso de recolección, preparación y experimentación con tardígrados en el laboratorio.



ACTIVIDADES

01

REÚNE LOS TARDÍGRADOS

Descripción

Buscar tardígrados en musgos o líquenes.

Resultado

Seguir un procedimiento experimental para recolectar tardígrados. Planificar una investigación experimental.

Requisitos

Realizar la actividad titulada «¿Podría sobrevivir la vida en entornos extraterrestres?»

Tiempo

30 minutos + una noche

02

PON LOS TARDÍGRADOS A DORMIR

Descripción

Trasladar los tardígrados de las placas de Petri a pequeños recipientes y guardarlos en un lugar seco. El agua debería secarse e inducir la anhidrobiosis.

Resultado

Realizar observaciones al microscopio. Saber cómo identificar tardígrados e inducir anhidrobiosis.

Requisitos

Haber realizado la actividad 1.

Tiempo

30 minutos + una noche



ACTIVIDADES

03

¿AGUANTARÁN LOS TARDÍGRADOS?

Descripción

Con los tardígrados en anhidrobiosis el alumnado podrá comprobar su resistencia en distintas condiciones extremas.

Resultado

Realizar un experimento para investigar el efecto que tienen sobre los tardígrados distintas condiciones ambientales.

Requisitos

Haber realizado la actividad 2.

Tiempo

1 hora

04

TARDÍGRADOS EN EL ESPACIO

Descripción

Comparar los entornos de la Tierra y Marte.

Resultado

Entender que el espacio es un ambiente muy hostil, y que lo más probable es que la vida no sobreviva en esas condiciones extremas.

Requisitos

Ninguno

Tiempo

20 minutos

A1

ACTIVIDAD 1

Recolecta los tardígrados



30 min.
+ 1 noche

Ejercicios

3

En esta actividad el alumnado aprenderá cómo y dónde puede encontrar tardígrados. Seguirá los pasos que se indican y preparará muestras de tardígrados para el resto de las actividades.

MATERIAL NECESARIO (por grupo)

- Una copia de la ficha de trabajo de esta actividad para cada grupo
- Una muestra de musgo o líquen para cada grupo
- Agua del grifo o agua desionizada (desmineralizada)
- 1 placa de Petri por pareja

e1

EJERCICIO 1. ENCUENTRA LOS TARDÍGRADOS

Como introducción, echa una ojeada a las propiedades de los tardígrados y comenta en clase qué condiciones extremas pueden encontrarse los organismos en la Tierra y en el espacio y en cuáles pueden sobrevivir o pide al alumnado que investigue estos temas de forma individual.

Los tardígrados se pueden encontrar en muestras de musgos y líquenes. La recolección de musgo la puede realizar el docente o los estudiantes siguiendo las instrucciones que figuran en la ficha de trabajo del alumnado. Tras la recolección, el musgo debería secarse por completo antes de prepararlo para extraer los tardígrados.

EJERCICIO 2. PREPARA LAS MUESTRAS DE MUSGO

- 1 Divide la clase por parejas o por grupos de 3.
- 2 Cada equipo de trabajo deberá tomar un trozo de musgo que quepa en la placa de Petri y despojarlo de la mayoría de las partículas de tierra o suciedad que porte.
- 3 Después deberá completar el procedimiento que se indica en la ficha de trabajo del alumnado.



EJERCICIO 3. PLANIFICA EL EXPERIMENTO

Cada grupo deberá planear cómo va a comprobar las capacidades de supervivencia de los tardígrados y escribir una lista con tres entornos donde se dan unas condiciones extremas en las que pueden sobrevivir los tardígrados.

Ejemplos de respuestas que podrían dar al respecto son:

- Temperaturas extremas
- Sin aire (en diferentes condiciones atmosféricas)
- Niveles elevados de radiación
- Sin agua líquida
- Salinidad elevada
- pH extremo

Discute en clase los experimentos que están a punto de realizar. Para ello convendrá tener en cuenta:

- Qué tipos de experimentos se pueden realizar
- Cómo se pueden preparar esos experimentos

Cada grupo o pareja deberá rellenar los apartados de título, objetivo, hipótesis y método en el «Informe de investigación» que aparece en la ficha de trabajo.

ACTIVIDAD 2

Pon los tardígrados a dormir



30 min.
+ 1 noche

Ejercicios

1

En esta actividad los equipos de trabajo trasladarán los tardígrados a pequeños recipientes e inducirán la anhidrobiosis dejando que se des sequen. La clase debe saber que los tardígrados responderán ante estas condiciones ambientales adversas entrando en un estado metabólico diferente. Es esencial que los tardígrados entren en este estado de tonel (con forma de barril) para sobrevivir en las condiciones extremas del nuevo entorno.

MATERIAL NECESARIO (por parejas o por grupo)

- Una copia de la ficha de trabajo para cada grupo
- Microscopio y/o lupa
- Recipiente pequeño transparente (cajas para guardar monedas o algo similar)
- Pipetas
- Placas de Petri con musgo húmedo (de la actividad 1)
- Cartulina negra o similar para colocar bajo el microacuario y mejorar el contraste
- Linterna

e1

En esta actividad los equipos de trabajo trasladarán los tardígrados a pequeños recipientes e inducirán la anhidrobiosis dejando que se des sequen. La clase debe saber que los tardígrados responderán ante estas condiciones ambientales adversas entrando en un estado metabólico diferente. Es esencial que los tardígrados entren en este estado de tonel (con forma de barril) para sobrevivir en las condiciones extremas del nuevo entorno.

EJERCICIO 1. INDUCE LA ANHIDROBIOSIS

En este ejercicio cada grupo o pareja de trabajo tendrá que usar un recipiente transparente pequeño, como una caja para guardar monedas o algo similar. El recipiente deberá tener las paredes transparentes, de un material similar al cristal.

Conviene que el docente prepare algunos tardígrados antes de empezar esta actividad por si algunos grupos son incapaces de extraerlos del trozo de musgo escogido. Si algún equipo no consiguió encontrar tardígrados se puede entrar a dilucidar por qué razón fue así. ¿Se usó un tipo de musgo equivocado?

Las parejas o grupos deberán seguir las instrucciones que se dan en la ficha de trabajo de esta actividad para inducir la anhidrobiosis y preparar los tardígrados para poner a prueba sus capacidades de supervivencia. Muestra algunas imágenes de tardígrados vistos al microscopio para que los estudiantes sepan qué debe buscar. Tras exprimir el musgo pídeles que observen las muestras al microscopio o con una lupa. Deberían dibujar el/los tardígrado/-s en su ficha de trabajo.

Después, cada pareja tendrá que trasladar el/los tardígrado/-s al recipiente pequeño. El agua residual debería evaporarse poco a poco, en unas 6 o 7 horas, si se deja el recipiente ligeramente abierto. Si la evaporación se produce en menos tiempo, los tardígrados morirán.

Antes de pasar a la actividad 3 cada equipo deberá revisar su plan experimental.

ACTIVIDAD 3

¿Aguantarán los tardígrados?

El alumnado someterá las muestras desecadas a diferentes condiciones simulando entornos extremos.



**30 min.
+ 1 noche**

Ejercicios

1

MATERIAL NECESARIO

- Recipiente transparente pequeño con la muestra de tardígrados en su interior (de la Actividad 2)
- Pipetas
- Termómetro de laboratorio
- Refrigerador/congelador
- Horno de microondas
- Agua caliente o una fuente de calor (lámpara de luz infrarroja o algo similar)
- Soluciones salinas con concentraciones diversas
- Soluciones con varios niveles de pH
- Microscopios y/o lupa

SEGURIDAD

Durante la ejecución de este experimento se usarán sustancias químicas y agua a temperaturas altas. Por favor, asegúrate de que se usan con seguridad teniendo en cuenta la experiencia del alumnado, las normas de seguridad y legales del centro escolar y los equipos de protección disponibles.

Para el empleo de sustancias químicas, por favor, consúltense las indicaciones de la ficha de datos de seguridad (FDS).

EJERCICIO. REALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Cada pareja tomará sus muestras de la actividad 2 y observará los tardígrados al microscopio o con una lupa. Bastará para ello con 10 aumentos. Con estos aumentos deberían poder identificarse algunas de las características principales del estado de tonel de los tardígrados. Pide al alumnado que dibuje el aspecto del tardígrado.

Los grupos de trabajo deberán preparar ahora sus experimentos. Además de los distintos experimentos, cada equipo debe contar con una muestra de control que sencillamente se revivirá con agua del grifo al final de las actividades.

Cómo realizar los experimentos

Cada grupo o pareja deberá tomar nota de sus observaciones a lo largo de todo el experimento. Asegúrate de que el tiempo de exposición es siempre el mismo en todos los experimentos.

A3

e1

Ayuda al alumnado a relacionar las condiciones del experimento con entornos reales, por ejemplo, las temperaturas extremas en la Luna van de los 123 °C durante el día hasta los -233 °C de noche.

1. Calor

Cada grupo deberá colocar una gota de agua caliente en la muestra desecada. Con el agua los tardígrados deberían abandonar el estado de tonel, pero la temperatura elevada también someterá a los tardígrados a un estrés enorme. Cuando el agua se enfríe, los equipos deberán observar las muestras y tomar registros del comportamiento de los tardígrados. En lugar de agua caliente también podría emplearse una lámpara de calor o una incubadora de huevos para realizar esta prueba.

Posibles temperaturas para la prueba: 40 °C, 60 °C, 80 °C, 90 °C.

2. Frío

Deja la muestra en el congelador y/o refrigerador durante varias horas o durante una noche entera, a ser posible a distintas temperaturas, por ejemplo, usando diferentes refrigeradores, congeladores o hielo seco. Tras la exposición de las muestras al frío los equipos tendrán que hacer que los tardígrados salgan del estado de tonel.

Posibles temperaturas frías para la prueba:

- < -79 °C Hielo seco**
- 18 °C Congelador**
- 0 °C Hielo de agua**
- 5 °C Refrigerador**

El debate en clase podría ampliarse pidiendo al alumnado que reflexione y confeccione una lista sobre qué parámetros deben darse para considerar que algo está vivo (hecho de células, que obtenga y use energía, que crezca y se desarrolle, que se reproduzca, que reaccione ante el medio, que se adapte al medio).

3. Salinidad

Prepara soluciones con salinidades diferentes. Los grupos de trabajo deberían introducir una gota de la solución en las muestras y observar su comportamiento. El agua de la solución debe hacer que los tardígrados salgan del estado de tonel pero la salinidad del agua los someterá a un estrés enorme. Tras concluir el experimento, cada grupo procederá a revivir los tardígrados añadiendo una gota de agua del grifo.

Se cree que algunos satélites de Júpiter y Saturno albergan océanos de agua salada bajo la superficie.

Posibles condiciones de salinidad para la prueba:

- 0.9 % Solución salina-isotónica**
- ~3.5% Salinidad del océano Atlántico**
- ~34% Salinidad del Mar Muerto**
- ~43 % Salinidad de la laguna Gaet'ale, la masa de agua más salina de la Tierra**

4. Acidez *(véase indicación de seguridad y prevención al pie de página)*

Prepara disoluciones con distintos niveles de pH; cada grupo deberá añadir una gota de estas disoluciones a sus muestras y observar su comportamiento. La gota debería inducir el mecanismo de reanimación, pero el nivel de pH del agua someterá a los tardígrados a un estrés enorme.

Tras la exposición de las muestras a distintos niveles de pH, cada equipo deberá revivir los tardígrados añadiendo una gota de agua del grifo.

Dentro del Sistema Solar hay un rango amplio de condiciones de pH; desde las nubes ácidas de Venus y los lagos ácidos de Europa hasta las rocas alcalinas del vecino Marte.

pH 3 a 5	Entorno ácido
pH 9 a 11	Entorno alcalino
pH 7	Muestra de control

5. Radiación

Para simular el impacto de una radiación intensa en las muestras, los grupos de trabajo deberán colocar las muestras dentro de un horno de microondas. Las microondas emiten un nivel de radiación muy inferior al que se da en el espacio, pero sirven como ejemplo para este experimento. Las microondas también calentarán los tardígrados, para evitarlo se puede colocar la muestra junto con un recipiente con agua dentro del horno para que absorba el calor. Cuidado al retirar el agua después de usar el horno porque se habrá calentado.

Para esta prueba convendrá variar la intensidad de la radiación, pero el tiempo de exposición deberá ser siempre el mismo en todos los casos. Proponemos iniciar el experimento con un tiempo de exposición de la muestra de 30 segundos. Tras exponer las muestras a la radiación, cada equipo deberá revivir los tardígrados añadiendo una gota de agua del grifo.

La atmósfera de la Tierra nos protege de la mayoría de la radiación cósmica dañina. Muchos objetos del Sistema Solar, como la Luna, no ofrecen suficiente protección frente a esta radiación peligrosa. Desde el interior de la Estación Espacial Internacional (ISS) se efectúa un seguimiento muy atento de la radiación para garantizar la salud y la seguridad de los astronautas que residen en ella.

Posibles condiciones de radiación para esta prueba: baja (~100 W), media (~400 W), alta (~800 W)

Tras concluir los experimentos cada equipo deberá observar las muestras, tomar registros de si los tardígrados están vivos y en movimiento o si siguen en un estado de tonel. Puede que algunos de los tardígrados ya hayan revivido dependiendo del experimento al que hayan sido sometidos. Los grupos de trabajo deberán tomar nota de los resultados y completar el informe de investigación de su experimento. En la ficha de trabajo del alumnado encontrarán una plantilla para realizar este informe.

SEGURIDAD

**Este experimento debería estar supervisado por el docente.
Incluye la manipulación de soluciones con un pH extremo.**

ACTIVIDAD 4

Tardígrados en el espacio



20 min.

Ejercicios

1

El alumnado relacionará los experimentos que acaba de realizar con la búsqueda de vida en otras partes del universo.

MATERIAL NECESARIO *(para cada pareja)*

- Ficha de trabajo del alumnado

r

RESULTADOS

Comparado con la Tierra, Marte tiene unas condiciones extremas. Su atmósfera es muy tenue y rica en dióxido de carbono y no protege de la radiación. La presión atmosférica es muy baja. El agua líquida es inestable en la superficie. A pesar de estas condiciones duras hay algunos microorganismos terrestres que podrían sobrevivir en Marte. Es muy probable que los tardígrados pudieran sobrevivir en las condiciones ambientales de Marte durante un espacio breve de tiempo, aunque no serían capaces de proliferar. Los tardígrados no sobreviven bien al exponerlos a niveles altos de radiación ultravioleta, de modo que necesitarían alguna forma de protección para sobrevivir durante mucho tiempo en Marte.

El todoterreno ExoMars conseguirá taladrar la superficie de Marte por primera vez hasta una profundidad máxima de 2 metros por debajo de la superficie. Si hubo vida en el pasado en Marte, cuando el planeta tuvo unas condiciones más cálidas y húmedas, ese sería el lugar ideal para encontrar signos de vida, puesto que estaría protegida de los rigores de la superficie.

Las agencias espaciales deben garantizar que no traerán a la Tierra nada dañino procedente de otros mundos. Al mismo tiempo deben asegurarse de que no introducen contaminación biológica terrestre en otros planetas y satélites con posibilidades de albergar vida pasada o presente. Las misiones espaciales toman numerosas precauciones para evitar la contaminación cruzada, se preparan en laboratorios con una esterilización extrema y tienen la obligación legal de cumplir con las restricciones de protección planetaria.

a

SESIÓN DE ANÁLISIS

Comenta en clase la necesidad de usar una muestra de control y qué es un experimento controlado. A partir de ahí habrá que ampliar la explicación para incluir la importancia de modificar una sola variable cada vez para aislar el efecto que produce esa variable única. Comenta por qué es este un experimento importante e interesante y qué se puede aprender con él. Comenta en clase la posibilidad de que la vida sobreviva en condiciones extremas, especialmente en el espacio. Deja

claro que no se ha encontrado ninguna clase de vida fuera de la Tierra y que este experimento solo ofrece algunas ideas sobre las condiciones que serían capaces de soportar los tardígrados.

Si el experimento sale bien y el alumnado es capaz de revivir los tardígrados puedes comentar las consecuencias de esos hallazgos. ¿Qué condiciones solemos considerar necesarias para la vida? ¿Seguimos pensando que necesita esas condiciones? También se puede debatir en clase en qué otras condiciones pensáis que podrían sobrevivir los tardígrados y cómo se podría ampliar o mejorar este experimento.

Si el alumnado no consigue revivir los tardígrados, debatid en clase por qué pudo ser. Comentad los posibles límites de la tolerancia de los tardígrados a condiciones extremas. Tienen una resistencia increíble pero no sobreviven a todo. ¿Qué implica el descubrimiento de los tardígrados para la búsqueda de vida en otros lugares del Sistema Solar?

También puedes plantear si habrá otras formas de vida tan resistentes como los tardígrados. Durante misiones de la ESA también han sobrevivido a la exposición al espacio semillas de lechuga y líquenes. ¿Qué más podría sobrevivir en el espacio?

Si el alumnado realizó la actividad titulada «¿Podría sobrevivir la vida en entornos extraterrestres?» antes de esta serie de actividades, pregunta si han cambiado de opinión sobre los lugares del Sistema Solar donde podría sobrevivir la vida. Pueden volver a consultar las tarjetas de datos del Sistema Solar para emitir una opinión más informada y relacionarla con el método científico.

CONCLUSIÓN

El alumnado debería haber aprendido qué son los tardígrados y en qué condiciones son capaces de sobrevivir. Debería saber dónde encontrar tardígrados, cómo recolectarlos y cómo investigar sus capacidades de supervivencia de una manera segura y con rigor científico. Los estudiantes deberían reparar en que los tardígrados sobreviven en estos entornos extremos pero no están activos ni proliferan en ellos.

Además, deberían reparar en que es importante conocer todas las condiciones en las que puede sobrevivir la vida para desentrañar qué es y cómo surgió en nuestro propio planeta, así como para ayudar a buscar vida en otros mundos.

ACTIVIDAD 1

Recolecta los tardígrados

En esta actividad recolectarás los tardígrados de musgo o líquenes de algún lugar cercano de tu zona y planificarás tu experimento.

e1

EJERCICIO 1. ENCUENTRA LOS TARDÍGRADOS

Los tardígrados se encuentran en muestras de musgo o líquenes. Para recolectarlos busca alguna alfombra de musgo que esté seca por el sol en rocas con manchas blancas, en paredes naturales de roca o en tejas de barro. Muchos tardígrados prefieren las piedras calcíticas porque necesitan algo de calcita para crear sus afiladas dentaduras. Los musgos de bosques son menos adecuados porque muchos tardígrados prefieren musgos que se desecan por completo cada pocos días. Evita los musgos con mal olor y que están húmedos permanentemente. A los osos de agua les gustan los musgos sin bacterias ni hongos.



El musgo que crece sobre las rocas es perfecto para encontrar osos de agua

- 1 Los tardígrados suelen encontrarse en musgos húmedos y líquenes. ¿En qué lugar de tu zona podrías encontrar tardígrados?

.....

.....

- 2 Toma una muestra de musgo (o líquenes) que creas que pueda tener tardígrados. Guarda el musgo de manera que pueda secarse por completo, por ejemplo, puedes exponer las muestras que has tomado al sol directo o guardarlas en bolsas de papel en un lugar seco.

.....

.....

.....

EJERCICIO 2. PREPARA LAS MUESTRAS DE MUSGO

Junto con tu grupo de trabajo deberás extraer tardígrados de la muestra de musgo (o líquen) que tomaste. Sigue estas instrucciones:

- A** Coloca la alfombra de musgo del revés sobre una placa de Petri y vierte sobre ella agua del grifo o agua desionizada. El musgo debería empezar a absorber el agua.
- B** Sigue añadiendo agua hasta que el musgo se sature (es decir, hasta que ya no absorba más agua) y asegúrate de que aún quedan unos pocos milímetros de agua en la placa de Petri. Añade un poco más de agua si fuera necesario.
- C** Etiqueta la placa de Petri con el nombre de tu grupo y déjala reposar una noche.



Muestra de líquenes en la placa de Petri.

EJERCICIO 3. PLANIFICA EL EXPERIMENTO

- 1** Enumera tres condiciones ambientales extremas en las que puedan sobrevivir los tardígrados.

.....

- 2** Planea un experimento para comprobar la resistencia de los tardígrados en una de las condiciones ambientales que enumeraste en el punto 1. Rellena los apartados de título, objetivo, hipótesis y método que figuran en la plantilla para el «Informe de investigación».

.....

SABÍAS QUE...



En 2007 se llevaron 3000 tardígrados al espacio como parte del experimento Tardígrados en el Espacio (TARDIS) de la ESA para exponerlos al vacío del espacio durante 12 días. A lo largo de ese periodo sufrieron una deshidratación extrema junto con altos niveles de radiación cósmica y ¡sobrevivieron!

ACTIVIDAD 2

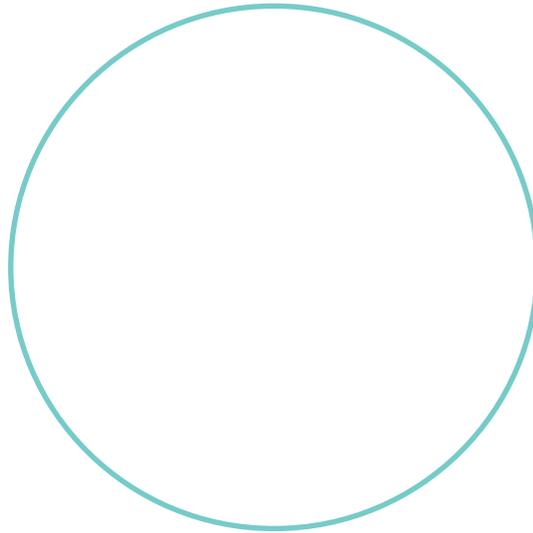
Pon los tardígrados a dormir

Antes de iniciar tu experimento, tendrás que inducir el estado de **tonel** en los tardígrados. En esta actividad trasladarás los tardígrados de tu muestra a pequeños recipientes para inducirles la **anhidrobiosis** dejando que se des sequen.

e1

EJERCICIO. INDUCE LA ANHIDROBIOSIS

- A** Retira la alfombra de musgo de la placa de Petri. Exprime y sacude ligeramente el musgo sobre la placa de Petri y elimina el exceso de agua. Sacude para soltar cualquier tardígrado que haya quedado colgando del musgo.
- B** Usa un microscopio con 20 aumentos o una lupa de mineralogía de 10 aumentos para buscar tardígrados. Ilumina la muestra desde un lateral con alguna fuente de luz y coloca la placa de Petri sobre una cartulina negra para aumentar el contraste.
- C** Usa el espacio que hay a continuación para dibujar el aspecto de los tardígrados vistos al microscopio.



- D** Usa una pipeta para extraer un tardígrado de la placa de Petri y trasladarlo a un recipiente pequeño transparente. Repite el procedimiento al menos 4 veces más.
- E** Usa el microscopio para comprobar si has tenido éxito al trasladar el tardígrado.
- F** Guarda los recipientes con los tardígrados en un lugar cálido y seco durante toda la noche para conseguir una desecación lenta.
- G** Finaliza la planificación del experimento que piensas realizar para investigar las capacidades de supervivencia de los tardígrados y pide el visto bueno del profesor.

ACTIVIDAD 3

¿Aguantarán los tardígrados?

En esta actividad expondrás los tardígrados de las muestras a las condiciones ambientales extremas que propusiste en la planificación de tu experimento.

SEGURIDAD

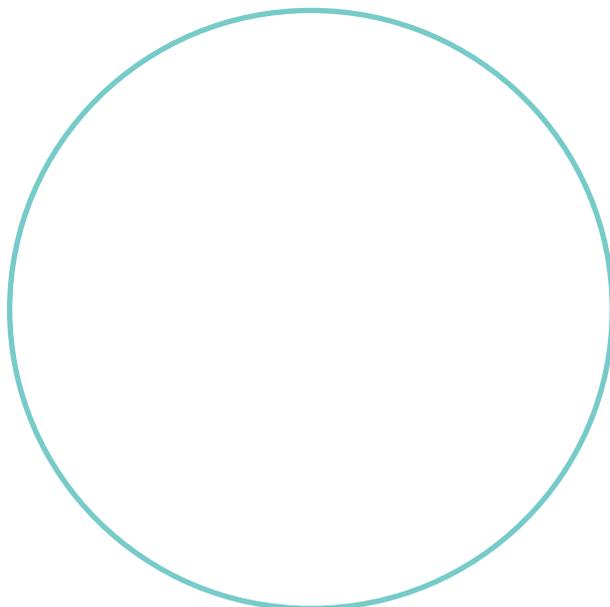
Durante la ejecución de estos experimentos usarás sustancias químicas y agua a temperaturas altas. Sigue todas las normas de seguridad de tu centro de enseñanza.

Para el empleo de sustancias químicas, por favor, consulta la ficha de datos de seguridad (FDS).

EJERCICIO. REALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Antes de iniciar este ejercicio tienes que haber decidido qué condiciones ambientales quieres simular y haber planificado cómo crear esas condiciones en el laboratorio.

- A** Usa el microscopio para observar las muestras y asegurarte de que los tardígrados se encuentran en el estado de tonel.
- B** Usa el espacio de abajo para dibujar el aspecto del tardígrado (en estado de tonel) visto a través del microscopio.



e1

A3

e1

- C** Prepara el material y/o las soluciones químicas que necesitarás para simular los entornos extremos que has elegido (por ejemplo: tórrido, gélido, ácido, alcalino, radiación, salinidad, vacío).
- D** Deberás investigar los distintos valores extremos que alcanza una situación determinada, es decir, si indagas la resistencia al calor, prueba a someter a cada tardígrado a una temperatura diferente, por ejemplo, 40 °C, 60 °C, 80 °C. Esto te ayudará a localizar posibles límites para las capacidades de supervivencia de los tardígrados.
- E** Expón los tardígrados a esas condiciones durante una cantidad de tiempo concreta (asegúrate de que sea siempre la misma en todas las pruebas que realices).
- F** Toma nota de todas las observaciones que realices durante este proceso.
- G** Usa el microscopio para ver si el tardígrado está vivo y se mueve o si sigue en estado de tonel. Si está vivo y no se aprecia que esté sometido a estrés pasa al punto X. Si sigue en el estado de tonel o en un entorno extremo y sometido a estrés, pasa al punto VIII.
- H** Abre el recipiente y, con ayuda de una pipeta, deposita una gota de agua con cuidado sobre cada una de las muestras.
- I** Cierra el recipiente poniendo cuidado en que la gota de agua esté en el centro.
- J** Usa el microscopio para observar qué ocurre. Prueba a utilizar una lámpara de luz fría siempre que sea posible, porque la exposición a un exceso de calor en esta fase puede arruinar los resultados.
- K** Toma nota de los resultados y completa el informe de laboratorio de esta investigación.

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Título

.....

.....

Objetivo

.....

.....

Hipótesis

.....

.....

Método

.....

.....

Resultados. Condiciones ambientales de la prueba: temperatura, salinidad, pH, radiación o presión

MUESTRA	CONDICIONES AMBIENTALES		TARDÍGRADOS VIVOS		OBSERVACIONES*
	INICIALES	FINALES	INICIALES	FINALES	
CONTROL					

Análisis

.....

.....

Conclusiones

.....

.....

.....

ACTIVIDAD 4

Tardígrados en el espacio

Antes de iniciar tu experimento, tendrás que inducir el estado de **tonel** en los tardígrados. En esta actividad trasladarás los tardígrados de tu muestra a pequeños recipientes para inducirles la **anhidrobiosis** dejando que se **desequen**.

e1

- 1** Marte posee una atmósfera tenue compuesta en su mayoría por CO₂. Hay indicios de que en el pasado hubo un océano de agua en Marte que ha desaparecido con la evolución que ha experimentado el planeta. En la actualidad no hay ningún signo de que corra agua líquida por la superficie. Las temperaturas varían entre -153 °C y 20 °C.

- A** ¿Crees que los tardígrados podrían sobrevivir en Marte? ¿Por qué?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- B** Las condiciones en la superficie de Marte han sido muy secas a lo largo de muchas decenas de miles de años. Marte también está expuesto a unos niveles de radiación mucho más altos que la Tierra. ¿Supone esto algún problema para la posibilidad de que los tardígrados sobrevivieran allí? ¿Por qué?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

C ¿Qué clase de precauciones deberían tomarse para evitar la contaminación cruzada de las muestras?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D ¿Crees que el todoterreno de ExoMars será capaz de responder el interrogante de si alguna vez hubo vida en Marte?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

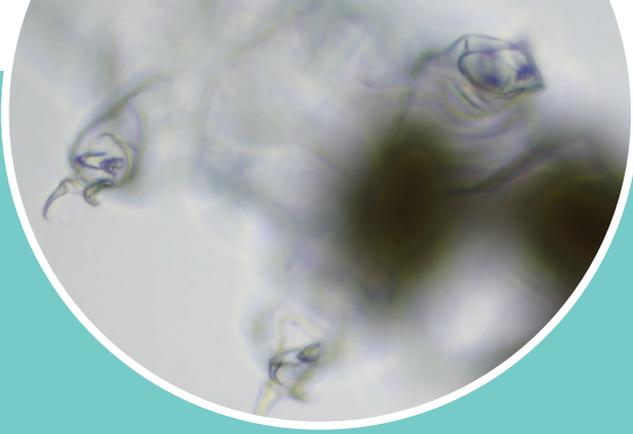
.....

.....

SABÍAS QUE...



En 2022 la ESA lanzará, en colaboración con la Agencia Espacial Rusa (Roscosmos), el todoterreno «Rosalind Franklin» del proyecto ExoMars. El objetivo principal del programa ExoMars es resolver el interrogante de si alguna vez ha habido vida en Marte posando este vehículo en un emplazamiento con un potencial elevado para encontrar material orgánico bien conservado, en especial de la historia muy temprana del planeta. El vehículo irá provisto de un taladro para extraer muestras desde una profundidad de hasta 2 metros y las analizará con la próxima generación de instrumentos del laboratorio de a bordo.



Enlaces de interés

RECURSOS DE LA ESA

[¿Podría sobrevivir la vida en entornos extraterrestres?](#)

http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/B09_Could_life_survive_in_alien_environments.pdf

[Recursos didácticos de la ESA](#)

esa.int/Education/Classroom_resources

MISIONES DE LA ESA

[Tardígrados en el espacio \(TARDIS\) a bordo de la misión orbital de la ESA Foton-M3](#)

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space

[Exploración Robótica de Marte](#)

exploration.esa.int/mars

[Protección planetaria: prevención del envío de polizones microbianos al espacio](#)

http://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space

INFORMACIÓN ADICIONAL

[Búsqueda de signos de vida en Marte](#)

exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars

[Diez cosas que no sabías sobre Marte](#)

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars

[Euronoticias de la ESA: Marte en la Tierra](#)

esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth

[Ted-Ed: Encuentra el tardígrado](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=lxndOd3kmSs>

[Vida en entornos extremos](#)

<https://www.nature.com/articles/35059215>

Spain



EUROPEAN SPACE EDUCATION RESOURCE OFFICE
A collaboration between ESA & national partners



La **Oficina Europea de Recursos para la Educación Espacial en España (ESERO Spain)**, con el lema «Del espacio al aula» y aprovechando la fascinación que el alumnado siente por el espacio, tiene como objetivo principal proporcionar recursos a docentes de primaria y secundaria para mejorar su alfabetización y competencias en materias CTIM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

Este proyecto educativo de la **Agencia Espacial Europea** está liderado en España por el **Parque de las Ciencias de Granada** y cuenta con la colaboración de instituciones educativas tanto nacionales como de ámbito regional en las distintas Comunidades Autónomas.

Detección de exoplanetas

COLECCIÓN
ESCONDIDOS EN LA LUZ

Incluye, entre otros:

En la zona Ricitos de Oro
¿Hay alguien ahí fuera?
Comunicación interplanetaria
El Sistema Solar
La magia de la luz
Modelado de tránsitos de exoplanetas
Elipses fabulosas
Pelotas baricéntricas
Osos espaciales

ESERO SPAIN

Parque de las Ciencias
Avda. de la Ciencia s/n.
18006 Granada (España)
T: 958 131 900

info@esero.es
www.esero.es



DE-SB-04

OSOS ESPACIALES

CUADERNO DEL PROFESORADO
SECUNDARIA Y BACHILLERATO