

Spain

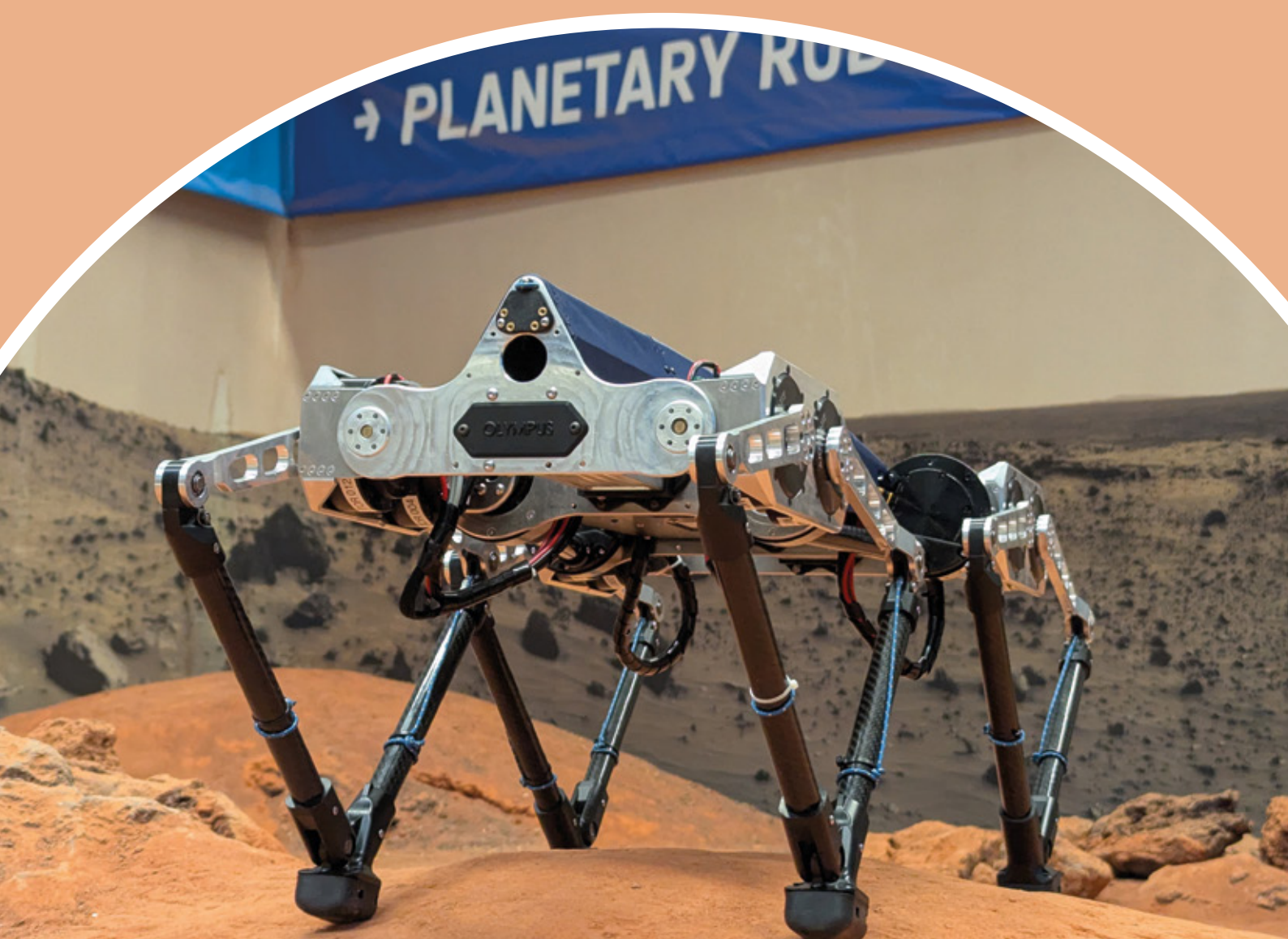


EXPLORACIÓN ESPACIAL
Destino: Marte

EE-SB-06

¿Agua en Marte?

Programa un rover de LEGO para estudiar cambios de estado



SUMARIO

- 3 Datos básicos
- 4 Resumen de las actividades
- 5 Actividad 1. ¿Hay agua en Marte?
- 7 Actividad 2. ¿Cómo se controla una misión?
- 8 Actividad 3. ¿Cómo se reúnen datos de temperatura?
- 9 Actividad 4. ¿Cómo se comporta la temperatura durante un cambio de estado? (I)
- 10 Actividad 5. ¿Cómo se comporta la temperatura durante un cambio de estado? (II)
- 11 Actividad 6. ¿Cómo se concluye una misión con éxito?
- 12 Fichas de trabajo para el alumnado

EE-SB-06

¿Agua en Marte?

Programa un rover de LEGO para estudiar cambios de estado

1ª Edición. Noviembre 2025

Guía para el profesorado

Ciclo
Secundaria y Bachillerato

Edita
ESERO Spain, 2025 ©
Parque de las Ciencias. Granada

Traducción
Dulcinea Otero Piñeiro

Dirección
Parque de las Ciencias, Granada.

Créditos de la imagen de portada:
J. A. Olsen

Créditos de la imagen de la colección:
ESA/DLR/FU Berlin

Basado en la idea original:
WATER ON MARS?
Programming a LEGO rover to study changes of state
Colección «Teach with space».
ESA kids



El alumnado diseñará y realizará una misión completa en Marte. El objetivo de la misión será enviar a la superficie del planeta rojo un róver de LEGO programado para estudiar los cambios de estado del agua. El alumnado tomará registros de temperatura e interpretará los datos recopilados para entender cómo se comporta la temperatura de una sustancia durante un cambio de estado (de líquido a sólido y de sólido a líquido). Para reproducir la superficie de Marte en el aula y realizar estas actividades de una forma más atractiva, puedes crear un «tapete de Marte». Para ello solo se necesita una imagen en alta resolución de la superficie de Marte (ver más abajo el código QR para descargarla). Nuestro tapete mide 4 × 2.5 metros y se ha fabricado con lona frontlit de 510 gramos (la habitual para pancartas) para asegurar el agarre que necesitan los róveres.

Imagen, para descargar,
de la superficie de Marte.



Objetivos didácticos



- A programar un robot para llegar a un lugar determinado.
- A recopilar datos con un sensor de temperatura.
- A usar herramientas robóticas para analizar contenidos científicos.
- A efectuar experimentos científicos y a usar la ingeniería para fijar y controlar cada parámetro individual de un experimento.
- A diseñar un procedimiento experimental para observar distintos tipos de cambios de estado.
- A identificar intervalos de temperatura en una gráfica.
- A trazar esquemas de cambios de estado.
- A crear modelos de datos o procesos para responder preguntas científicas.
- A trabajar y comunicarse en equipo.



3 horas y 45 min. *

Intervalo de edades

De 12 a 16 años

Tipo de actividad

Actividad práctica basada en la experimentación

Dificultad

Fácil

Coste

Bajo (de 0 a 10 euros)

Lugar para realizar la actividad

Interior (con espacio para probar los robots)

Términos clave

Róver, Marte, misión, programación, sensor, cambio de estado, temperatura

Incluye el uso de

El kit de robótica LEGO Education Mindstorms EV3 (un kit básico, un kit de expansión y un sensor de temperatura para 1 grupo de estudiantes), congelador, hielo de agua o hielo seco

Tiempo de preparación docente

15 minutos

* Tiempo lectivo necesario:
5 sesiones de 45 minutos cada una.



ACTIVIDADES

01

¿HAY AGUA EN MARTE?

Descripción

Identificar características de Marte y los distintos estados de la materia.

Resultado

Aclarar ideas preconcebidas sobre Marte y los distintos estados de la materia.

Requisitos

Ninguno

04

¿CÓMO SE COMPORTA LA TEMPERATURA DURANTE UN CAMBIO DE ESTADO? (I)

Descripción

Toma de registros de temperatura como una función del tiempo con ayuda de sensores LEGO.

Resultado

Crear un modelo de la gráfica dinámica de temperatura y analizar intervalos de temperatura.

Requisitos

Haber realizado la actividad 4 de la guía didáctica «Monta un rover para explorar Marte».



ACTIVIDADES

02

¿CÓMO SE CONTROLA UNA MISIÓN?

Descripción

Concretar los pasos de una misión usando un procedimiento científico.

Resultado

Identificar y planificar los procesos necesarios para tener éxito en la misión.

Requisitos

Ninguno

05

¿CÓMO SE COMPORTA LA TEMPERATURA DURANTE UN CAMBIO DE ESTADO? (II)

Descripción

Toma de registros de temperatura como una función de tiempo con ayuda de sensores LEGO.

Resultado

Crear un modelo de la gráfica dinámica de temperatura y analizar intervalos de temperatura aplicando conocimientos adquiridos en actividades previas.

Requisitos

Haber realizado la actividad 5 de la guía didáctica «Monta un rover para explorar Marte».



ACTIVIDADES

03

¿CÓMO SE REÚNEN DATOS DE TEMPERATURA?

Descripción

Empleo de la programación básica de LEGO para llegar al emplazamiento donde se realizará el experimento.

Resultado

Desarrollar y justificar una estrategia para programar y definir parámetros de experimentos.

Requisitos

Haber realizado la actividad 3 de la guía didáctica «Monta un rover para explorar Marte».

06

¿CÓMO SE CONCLUYE UNA MISIÓN CON ÉXITO?

Descripción

Concreción de las capacidades y los conocimientos adquiridos.

Resultado

Responder un interrogante científico, sintetizar conceptos y someterse a una autoevaluación.

Requisitos

Ninguno

ACTIVIDAD 1

¿Hay agua en Marte?

Esta actividad consiste en que el alumnado comente lo que ya sabe y estudie más a fondo el entorno de Marte comparando algunos de sus parámetros con sus equivalentes en la Tierra.



15 min.

Ejercicios

1

EJERCICIO

- Deja que el alumnado exponga sus argumentos y respalde con ellos sus predicciones a partir de lo que ya saben sobre Marte por sus estudios, las noticias y otros conocimientos generales. A continuación, pide que den las respuestas correctas a las preguntas que se formulan aquí, ya sea a partir de lo que saben o mediante una búsqueda en Internet. La clase deberá debatir sobre las consecuencias de las diferencias entre las condiciones que se dan en Marte y las de la Tierra y, en particular, sobre qué implican para la existencia de la vida (tal como la conocemos) y del agua.

	MARTE		TIERRA
	PREDICCIÓN	DATO REAL	
Temperatura media		-63 °C	15 °C
Temperatura mínima		-153 °C	-90 °C
Temperatura máxima		20 °C	55 °C
Diámetro		6779 km	12 700 km
Gravedad		3.8 m/s ²	9.81 m/s ²
Atmósfera		95% CO ₂ , 2.7% N ₂ , 1.6% Ar, 0.2% otros gases (según la fuente, habrá variaciones ligeras, pero se hará hincapié en las diferencias principales)	78% N ₂ , 21% O ₂ , 1% otros gases
Presión atmosférica		600 Pa	100 kPa
Días en un año		687	365.25
Montaña más alta		21 287 m (Olympus Mons)	8848 m

e

A1

e

- 2 Son muchos los ejemplos que pueden darse aquí. Lo más probable es que los ejemplos más empleados por el alumnado guarden relación con la ebullición y la congelación del agua, porque se dan en la meteorología, la cocina, etc. Asegúrate de insistir en el uso correcto de la terminología al hablar sobre cambios de estado.
- 3 Las principales características que deben comentarse aquí son:
- A La masa de «agua» helada que hay en el interior del cráter en la imagen de la izquierda
 - B El canal que ha esculpido la superficie en la imagen de la derecha

¿Qué procesos podrían haber causado esto?

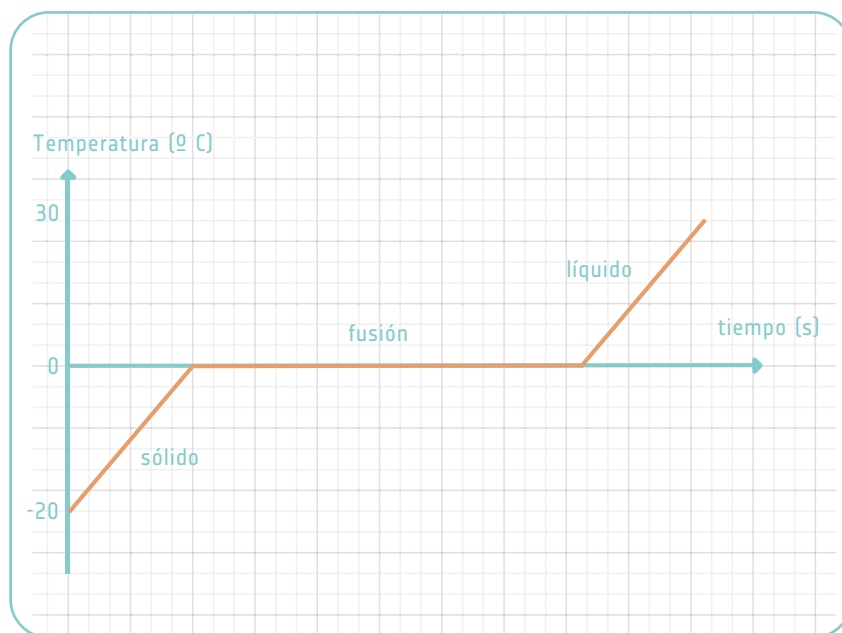
Aunque no tenemos la seguridad, una posible interpretación es que el canal es en realidad el antiguo cauce de un río que pudo llevar agua en algún momento del pasado de Marte.

Esta es una buena ocasión para comentar las consecuencias de los parámetros de la pregunta 1. En las condiciones actuales, ¿podría discurrir agua por este cauce? ¿Por qué no? ¿Qué otras sustancias podrían existir allí en estado líquido?

4

- | |
|------------------|
| 1. Sublimación |
| 2. Desublimación |
| 3. Condensación |
| 4. Evaporación |
| 5. Fusión |
| 6. Congelación |

- 5 Dependiendo de la sustancia elegida, variará la temperatura a la que se producen los cambios de estado, pero la forma de la gráfica seguirá siendo la misma. El ejemplo que se da a continuación es para el H_2O .



Este es un ejemplo simplificado; es poco probable que datos experimentales reales arrojen una transición tan bien delimitada!

¿Cómo se controla una misión?



Ejercicios

1

e

ACTIVIDAD 4

¿Cómo se comporta la temperatura durante un cambio de estado? (I)

Esta actividad se puede realizar siguiendo la ficha de trabajo del alumnado o siguiendo un sistema más personal que permita al alumnado utilizar y analizar sus propios datos. Se toman registros de la temperatura del agua durante su congelación y fusión a lo largo de 15 minutos, y se pide al alumnado que explique qué muestra cada fase de la gráfica. Para reproducir esta actividad en el aula se puede utilizar un recipiente lleno de hielo en cuya superficie se hayan practicado algunos orificios para introducir en ellos los sensores de temperatura y medir la temperatura.



45 min.

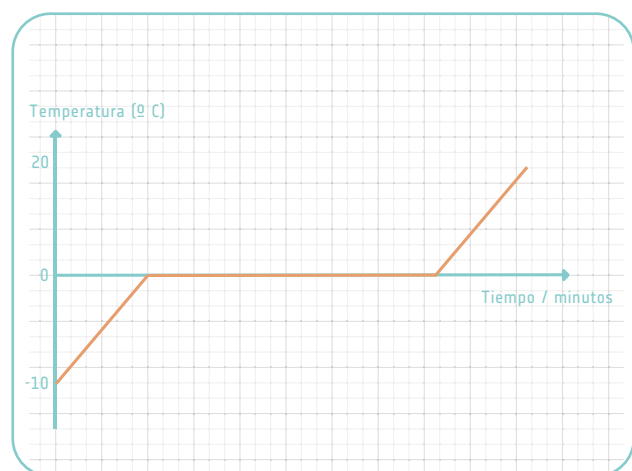
Ejercicios

1

EJERCICIO

- 1 La fase en estado helado se corresponde con el intervalo de 5 a 6 minutos que abarca desde $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y que se prolonga unos 11 minutos, el tiempo que tarda el hielo en fundirse y convertirse en agua líquida. Un error habitual consiste en pensar que la fase sólida concluye en cuanto la temperatura alcanza el valor de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. A partir de unos 11 minutos en adelante, el agua permanecerá en estado líquido y su temperatura aumentará de forma gradual hasta alcanzar unos $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2



- 3 En esta gráfica aparecen completos los tramos siguientes: ascenso inicial hasta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y segmento horizontal. Sin embargo, conviene señalar que el tramo final ascendente no consta completo, dado que se detiene hacia los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. El alumnado debe ser capaz de interpretar correctamente que, en realidad, este tramo ascendente debe prolongarse hasta alcanzar los $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 4 Aquí habrá que emplear la terminología comentada en el ejercicio 4 de la actividad 1, y hay que introducir las

temperaturas adecuadas en el eje y. Conviene señalar que la escala temporal del eje x dependerá en gran medida de cómo se realice el experimento, pero la forma de la curva debería ser la misma independientemente de lo despacio o lo deprisa que se caliente el agua.

e



1

¿Cómo se comporta la temperatura durante un cambio de estado? (II)

e

Asegúrate de que el modelo del alumnado porta los ejes, y de que los valores de las transiciones son correctos para el caso del agua. Una vez más, insiste en que el eje temporal depende sobre todo del método de enfriamiento.

¿Cómo se concluye una misión con éxito?



Ejercicios

1

ACTIVIDAD 1

¿Hay agua en Marte?

e

Marte siempre ha fascinado a la humanidad y ha despertado el interés de científicos y artistas. A lo largo de los últimos 2000 años los europeos han realizado numerosas observaciones cruciales del planeta rojo. Pero ¿qué sabes tú sobre Marte?



Marte fotografiado por la nave Mars Express de la ESA (ESA).

EJERCICIO

- 1 Compara la Tierra con Marte usando las diversas características que aparecen en la Tabla A1. En la columna «Predicción» debes anotar tus predicciones para Marte comparando con los datos que te damos sobre la Tierra. Usa los símbolos =, > o <. Averigua todo lo que puedas sobre Marte y después rellena la columna titulada «Dato real» con los valores reales de Marte. Compara lo que averigües con tus predicciones.

	MARTE		TIERRA
	PREDICCIÓN	DATO REAL	
Temperatura media			15 °C
Temperatura mínima			-90 °C
Temperatura máxima			55 °C
Diámetro			12 700 km
Gravedad			9.81 m/s ²
Atmósfera			78% N ₂ , 21% O ₂ , 1% otros gases
Presión atmosférica			100 kPa
Días en un año			365.25
Montaña más alta			8848 m

- 2** En la vida cotidiana observarás a menudo la materia en sus diferentes estados. En ocasiones también verás la transición de uno de esos estados a otro. Pon un ejemplo de transición y escribe a qué causa crees que se debe ese cambio de estado (tu hipótesis).

.....

.....

.....

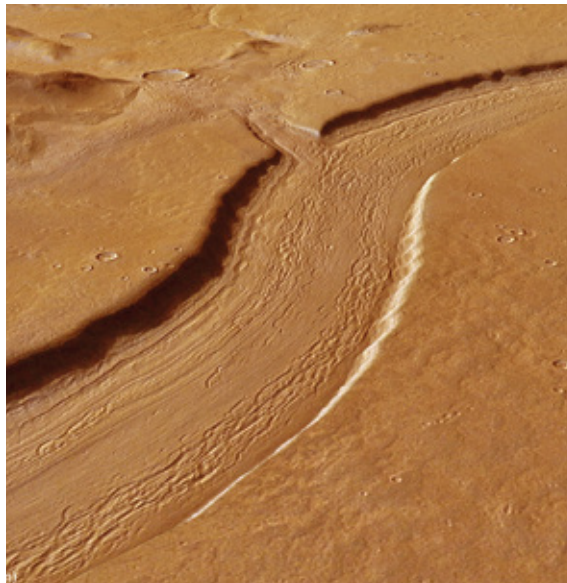
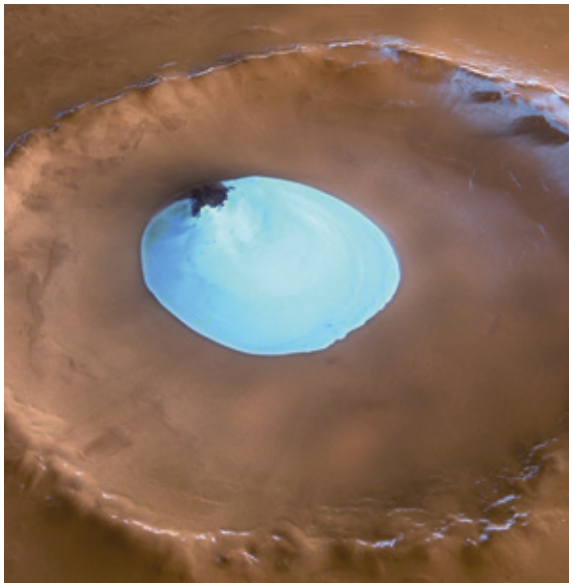
.....

.....

.....

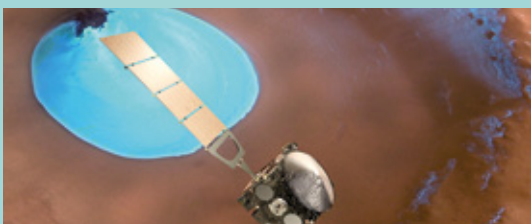
.....

- 3** Utiliza las imágenes de Marte tomadas por el satélite Mars Express de la ESA para completar la tabla con tus observaciones e interpretaciones.



Marte fotografiado por la nave Mars Express de la ESA (ESA/DLR/FU-Berlin-G.Neukum).

SABÍAS QUE...



La misión Mars Express de la ESA, lanzada en 2003, estudia Marte en una amplia gama de longitudes de onda (incluyendo la banda visible, la de ondas de radio y la del infrarrojo) y toma fotografías de la superficie marciana. Fue la primera nave espacial que reveló que la superficie de Marte presenta una variedad fascinante de minerales.

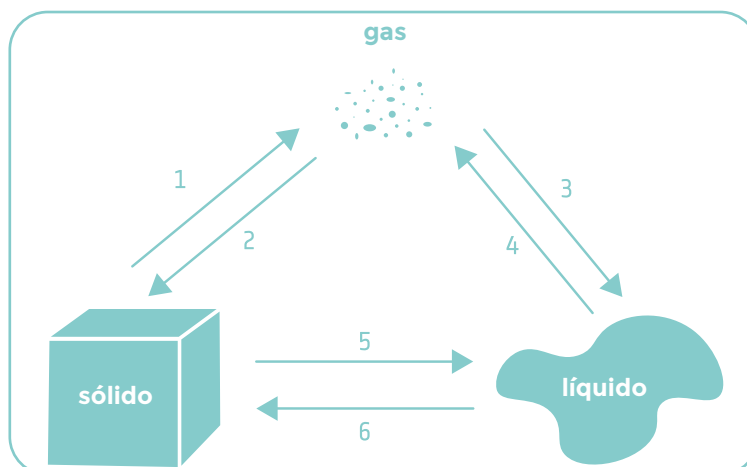
Mars Express sobre el cráter de agua helada en Marte (ESA/DLR/FU-Berlin-G.Neukum).

A1

e

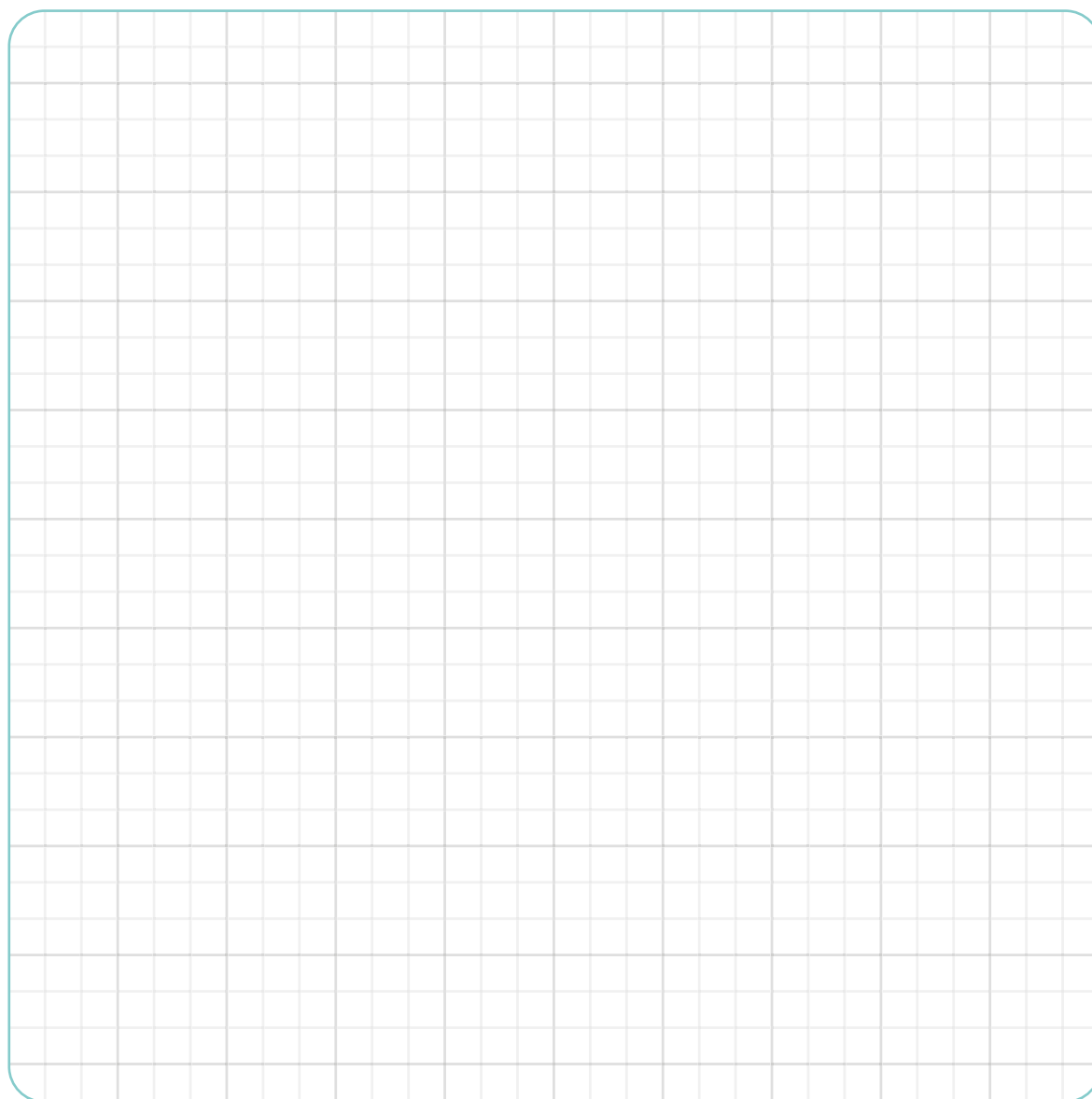
OBSERVACIONES DE LA SUPERFICIE DE MARTE E INTERPRETACIÓN DE LAS MISMAS	
OBSERVACIONES	INTERPRETACIONES

- 4** Los cambios entre diferentes estados se representan en la ilustración de abajo. Nombra cada uno de los fenómenos que aparecen numerados en la ilustración del 1 al 6 con el término correcto:



Representación dinámica de cambios de estado.

- 5 Los cambios de estado se deben a un cambio de temperatura y/o presión. Traza en la cuadrícula inferior tu predicción sobre cómo variará la temperatura de un sistema en función del tiempo cuando se produce una transformación de estado sólido a líquido. Indica en la gráfica en qué momento la sustancia está en estado sólido y cuándo en estado líquido. No olvides etiquetar todas tus gráficas e indicar las unidades utilizadas en cada eje.



En las actividades siguientes investigarás los cambios de estado debidos a variaciones de la temperatura. Con ello comprobarás si tu predicción de la gráfica anterior era correcta.

ACTIVIDAD 2

¿Cómo se controla una misión?

e

Planificar una misión espacial implica definir unos objetivos científicos mediante, en primer lugar, la formulación de una pregunta científica. El objetivo de la misión consistirá en dar respuesta a esta pregunta.

EJERCICIO

- 1 Tras comentarlo con tu docente, formula una pregunta científica para estudiar los estados de la materia:

.....

.....

- 2 Para alcanzar el objetivo de la misión lo primero que hay que hacer es estructurarla. Identifica cuáles son los pasos necesarios para que la misión se realice con éxito. Describe en la tabla A3 los distintos pasos de tu misión:

PASOS	DESCRIPCIÓN	CAPACIDADES Y CONOCIMIENTOS NECESARIOS

SABÍAS QUE...



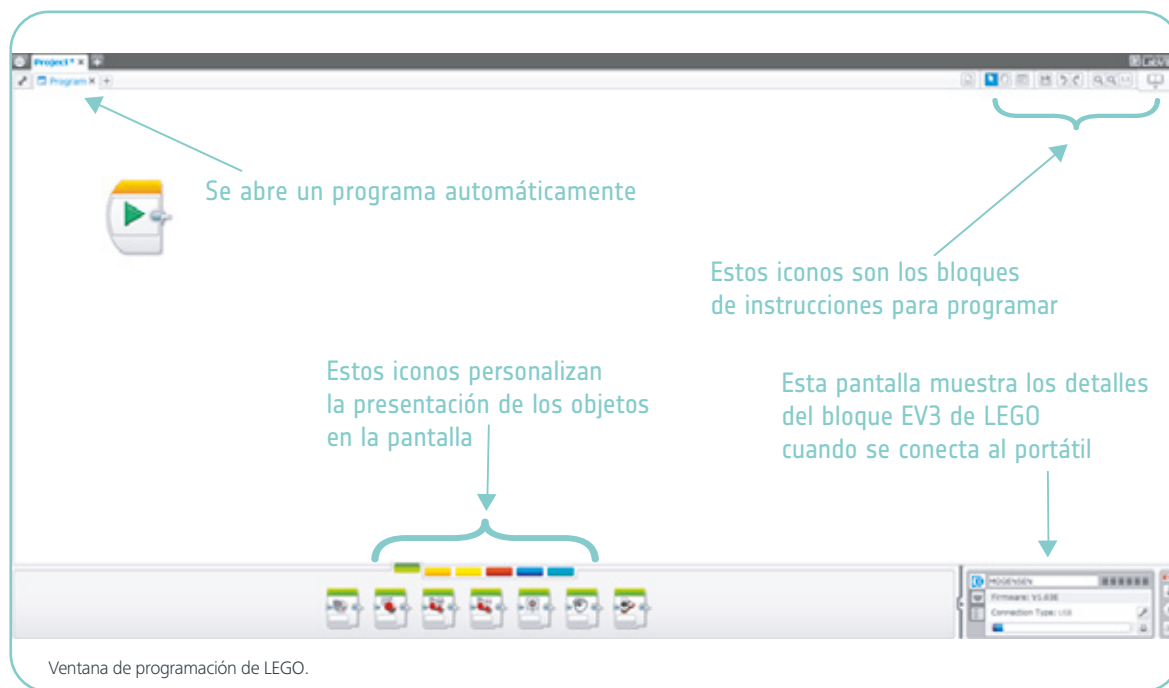
El programa ExoMars consta de dos misiones. La primera, lanzada en marzo de 2016, consiste en un orbitador especializado en la detección de gases traza (Trace Gas Orbiter) que se situó en órbita alrededor de Marte, y en el módulo de aterrizaje Schiaparelli (*Entry, Descent and Landing Demonstrator Module Schiaparelli*), que por desgracia falló en el descenso hasta la superficie. La segunda, prevista para 2022, portará el rover Rosalind Franklin y un módulo de superficie ruso con numerosos experimentos. Todo ello permitirá realizar diversas investigaciones científicas relevantes, como la búsqueda de signos de vida pasada y presente en Marte, la investigación de cómo varía el entorno hídrico y geoquímico del planeta y el estudio de los gases traza que alberga la atmósfera de Marte y su origen.

(ESA/Mlabspace).

ACTIVIDAD 3

¿Cómo se reúnen datos de temperatura?

Monta un robot LEGO o usa uno que ya esté montado y conecta el sensor de temperatura al puerto 1 del bloque EV3 de LEGO. Inicia el software LEGO Mindstorms EV3 Education para programar el robot y crear un programa nuevo.



EJERCICIO

- 1 Une los iconos de instrucciones para desarrollar un programa que sitúe el rover en un lugar determinado y para crear un sistema que te permita medir la temperatura en Marte. ¡Usa la imaginación! Anota la estrategia que hayas seguido:

.....

.....

.....

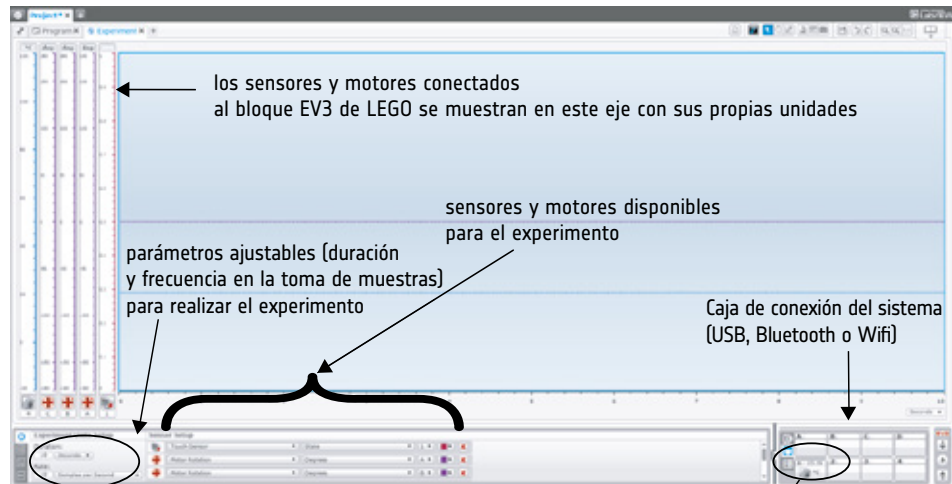
.....

e

A3

e

- 2 Abre un nuevo experimento pulsando sobre el símbolo «+» situado en la parte superior izquierda de la pantalla de tu proyecto («project»). Muestra el sensor de temperatura en el eje y y define la escala usada para el experimento. Conecta el bloque al portátil a través del sistema Bluetooth.



Ajuste de la duración de la toma de datos y de la frecuencia de toma de muestras.

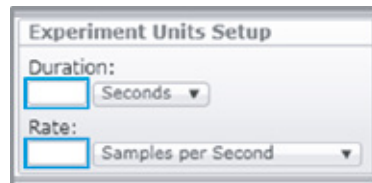


Image 8: LEGO experiments units setup

Los datos de temperatura recopilados por el sensor se muestran en esta figura. Anota el valor de la temperatura ambiente en el recuadro de esta figura:



Ventana de LEGO para el experimento.

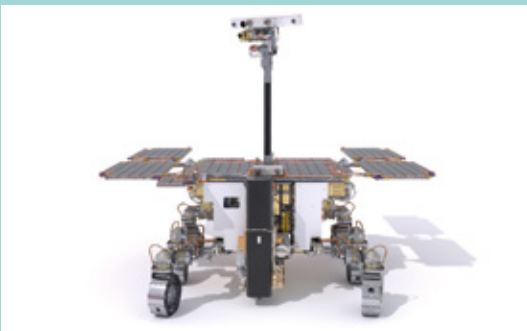
- 3 Justifica los valores que has seleccionado para la escala de temperatura, la frecuencia en la toma de muestras y la duración del registro. Ahora que ha terminado el experimento, ¿crees que los valores elegidos fueron relevantes?

.....

.....

.....

SABÍAS QUE...



La misión ExoMars de 2022 llevará a Marte un rover europeo y un módulo de superficie ruso repleto de experimentos. El rover constituirá la primera misión que se desplace por la superficie y perfore hasta una profundidad de 2 m. Las muestras de roca marciana que reúna se analizarán en el laboratorio que lleva el rover a bordo. Las muestras subterráneas tienen más probabilidad de incluir biomarcadores (huellas químicas de vida, ya sea pasada o presente), ya que la tenue atmósfera marciana ofrece muy poca protección frente a la radiación cósmica y la luz solar.

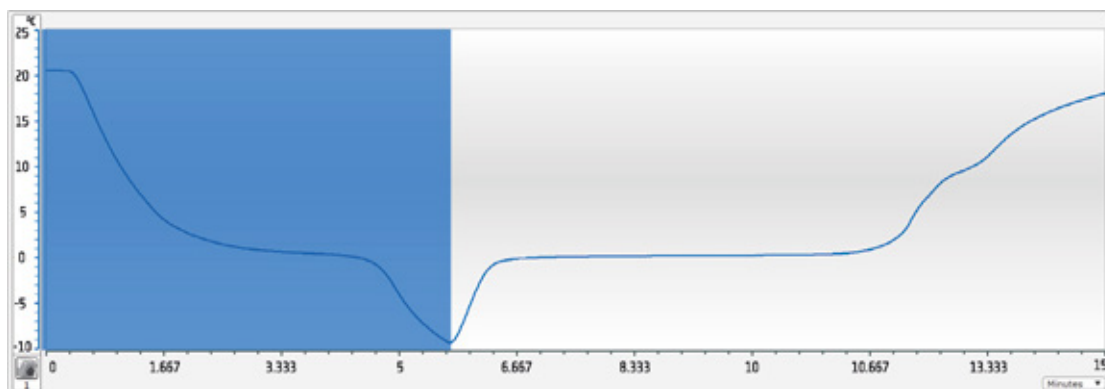
(ESA/Mlabspace).

ACTIVIDAD 4

¿Cómo se comporta la temperatura durante un cambio de estado? (I)

EJERCICIO

- 1 Los datos dinámicos de temperatura tomados por el sensor se muestran en la figura A6. Teniendo en cuenta el segundo tramo de la curva (la zona blanca) y sabiendo que la materia estudiada es el agua:
- A Asocia un rango de temperatura a cada uno de los estados
 - B Indica el nombre de cada estado
 - C Identifica el cambio de estado que se ha producido



Datos de la temperatura dinámica del agua, tramo segundo de la gráfica.

.....

.....

.....

.....

.....

e

A4

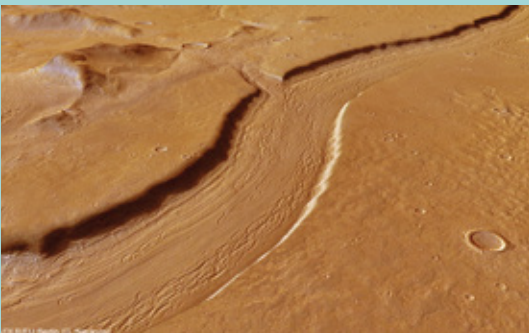
e

- 2 En ciencia, un modelo es una representación de un fenómeno que ayuda a entender las observaciones. Un modelo sencillo explica una dimensión de un fenómeno (por ejemplo, la evolución de la temperatura) y se puede elaborar tras recopilar datos.

Para crear un modelo fácil de entender, simplifica la curva del tramo blanco de la figura A6 usando líneas rectas y conectadas entre sí para representar diferentes estados de la materia y la transición entre ellos. No olvides poner un título a la gráfica e indicar en cada eje las unidades empleadas.



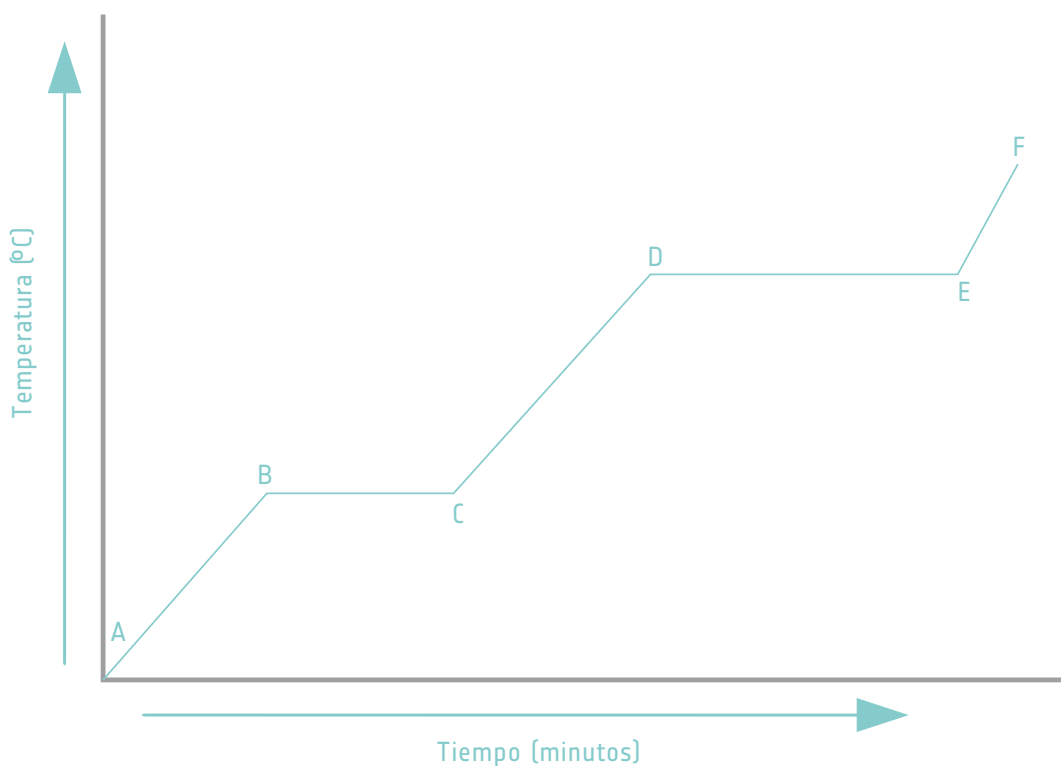
SABÍAS QUE...



Los cambios de estado del agua dependen de la temperatura y la presión a que esté sometida. Comparada con la de la Tierra, la presión en Marte es demasiado baja para que exista agua pura en estado líquido en la superficie. Es posible que haya agua líquida en las profundidades del subsuelo marciano. Parece que en el pasado Marte era más cálido que ahora y que tenía una atmósfera más densa. Los científicos ya no buscan seres inteligentes en el planeta rojo, sino biomarcadores que puedan aportar indicios de que alguna vez hubo agua líquida en la superficie o el subsuelo.

(ESA/DLR/FU-Berlin-G.Neukum).

Durante la realización de tu experimento, has tomado registros de temperatura dentro de un rango limitado. El modelo representado en la gráfica muestra las mediciones de temperatura dentro de un rango más amplio.



Modelo de la temperatura dinámica del agua.

- 3 Señala en este modelo el área que corresponda al experimento que has realizado rodeando con un círculo las letras adecuadas (elige entre A, B, C, D, E y F).
- 4 Explica la parte superior del modelo de la gráfica siguiente empleando el vocabulario correcto y añade las temperaturas clave en el eje vertical.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ACTIVIDAD 5

¿Cómo se comporta la temperatura durante un cambio de estado? (II)

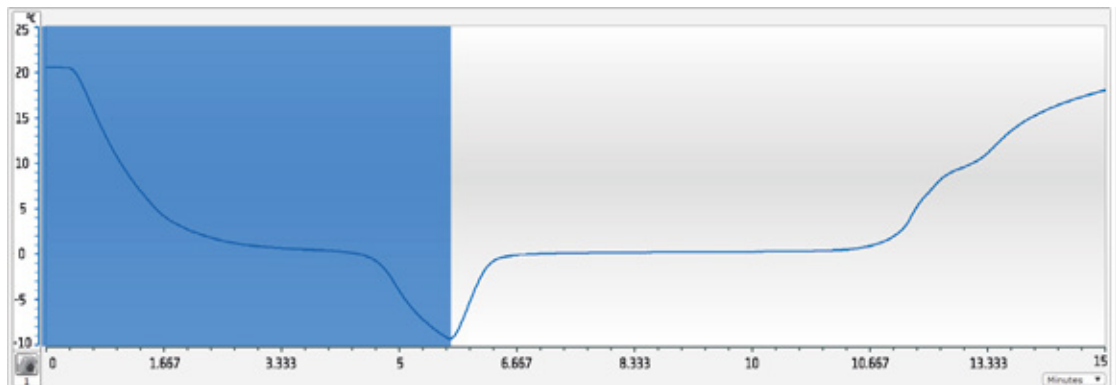
e

EJERCICIOS

Observa el primer tramo de la curva (la zona blanca) y, sabiendo que la materia estudiada es el agua:

- A** asocia un rango de temperatura a los diferentes estados e indica su nombre correspondiente.
- B** señala el cambio de estado que se ha producido.
- C** crea un modelo de esta parte del experimento en la rejilla inferior.

No olvides poner un título a cada gráfica e indicar las unidades en cada eje.



Datos de la temperatura dinámica del agua, tramo segundo de la gráfica.



ACTIVIDAD 6

¿Cómo se concluye una misión con éxito?

EJERCICIOS

- 1 Completa la tabla con las habilidades y los conocimientos que has adquirido en cada paso de esta misión.

PASOS	DESCRIPCIÓN	CAPACIDADES Y CONOCIMIENTOS NECESARIOS

- 2 Para concluir, anota tu respuesta para la pregunta científica que formulaste al comienzo de la actividad 2. Emplea el vocabulario adecuado para explicar los conceptos que has aprendido.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

e

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.

Exploración Espacial

COLECCIÓN
DESTINO: MARTE

Incluye, entre otros:

¿Agua en Marte?
¿Plantas en Marte?

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

EE-SB-06

¿AGUA EN MARTE?

**CUADERNO DEL PROFESORADO
SECUNDARIA Y BACHILLERATO**