



Spain



Detective de exoplanetas

ESCONDIDOS
EN LA LUZ

Modelado de tránsitos
de exoplanetas.



DE-P-01

Cuaderno del profesorado
Primaria

Spain



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



Del espacio al aula

www.esero.es



ESERO Spain es la Oficina de Educación y Recursos Espaciales (*European Space Education Resource Office*) de la Agencia Espacial Europea (*ESA*) en España. Coordinada desde el Parque de las Ciencias de Granada y articulada mediante la colaboración activa de nodos en cada comunidad autónoma, tiene como objetivo utilizar el **contexto del espacio para fomentar las vocaciones CTIM** (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) proporcionando recursos a toda la comunidad educativa de Primaria y Secundaria, siguiendo las directrices establecidas por *ESA Education*.

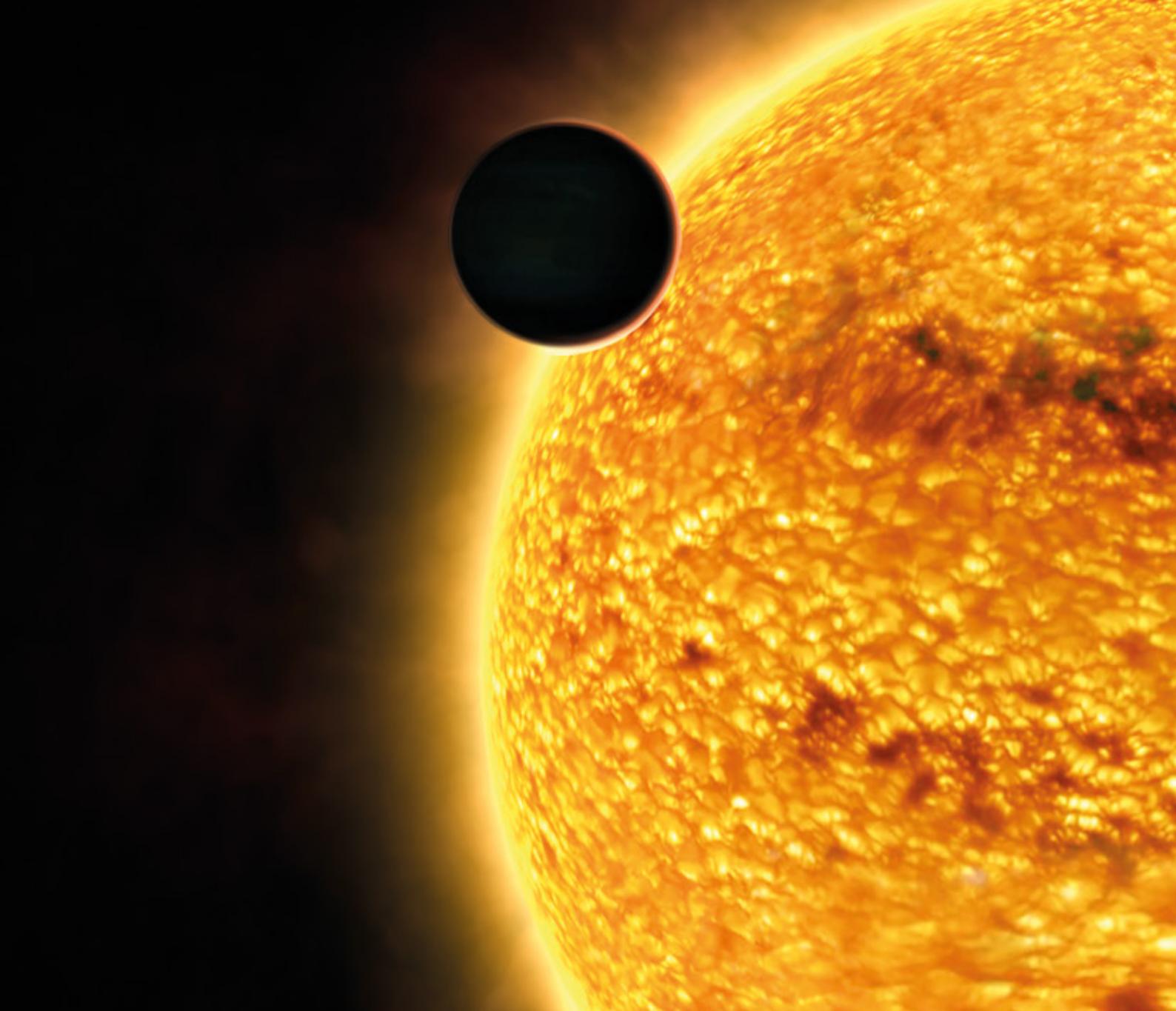
A punto de cumplir su primer año de actividad, ESERO Spain ha trabajado con más de 1600 docentes y constituido una red con los primeros 31 embajadores ESERO a nivel nacional. Además, la **colaboración con instituciones educativas ha seguido en aumento** y en los próximos meses la presencia de ESERO Spain se extenderá a todas las regiones. ESERO Spain ya participa activamente en 10 comunidades autónomas.

Durante este tiempo, **tres nuevas oficinas ESERO** han entrado a formar parte de la red europea: Alemania, Dinamarca y Luxemburgo, con quien ya se está trabajando en nuevos proyectos.

1600 profesores ESERO Spain

31 embajadores ESERO Spain

10 Comunidades Autónomas



Exoplanetas

ESCONDIDOS EN LA LUZ

La Tierra es el único lugar que conocemos que tiene vida. Es especial porque está cubierta de agua en forma líquida debido a que se encuentra a la distancia correcta de nuestra estrella, el Sol, en la "zona de habitabilidad", ni demasiado caliente ni demasiado fría. Pero ¿podría haber otra "Tierra" en algún lugar de la inmensidad del espacio orbitando a su propia estrella. ¿Tendrá condiciones para albergar vida? Los instrumentos modernos están ayudando a científicos a aprender más sobre estos mundos alienígenas y las atmósferas que los rodean. El primer exoplaneta descubierto se parece a lo que co-

nocemos como "Júpiter caliente", un planeta gigante que orbita cerca de su estrella. Lo descubrió el profesor Michel Mayor de la Universidad de Ginebra en 1995. Entonces fue considerado una revolución para la astronomía. En 2018 se han conseguido localizar casi 4000 exoplanetas y el contador sigue activo.

En las últimas dos décadas los expertos se han focalizado en la caza de planetas pequeños como el nuestro.

La mayoría de los exoplanetas no pueden ser observados directamente porque su visibilidad es muy débil comparada con la estrella alrededor de la cual orbitan



> ESA/NASA/ Geneva University Observatory(Frederic Pont)

pero los científicos se las han ingeniado para detectarlos a distancia. Uno de estos métodos consiste en registrar los movimientos de la estrella, perturbados debido a la traslación del planeta y así se puede medir su masa.

En ciertas ocasiones tenemos suerte y podemos ver al planeta pasar delante de su estrella, un pequeño eclipse que nos revela el tamaño del planeta. Eso es precisamente lo va a medir desde el espacio la misión CHEOPS.

CHEOPS es un telescopio espacial de la Agencia Espacial Europea que será lanzado al espacio en el 2018. Será capaz de medir el radio de los exoplanetas con una precisión hasta ahora desconocida.

¿Podremos descubrir otro planeta como el nuestro, rocoso con agua líquida y una atmósfera respirable?

Cazar exoplanetas parecidos a la Tierra requiere una alta precisión. El mundo de la ciencia recompensa este tipo de búsqueda incitando a que nuevos investigadores secunden los pasos de los pioneros.

Desde gigantes gaseosos a pequeños planetas rocosos parecidos a la Tierra, se cree que nuestra Vía Láctea está poblada por miles de millones de exoplanetas, ¡y muchos miles de millones más en el Universo!

Este recurso emocionante, innovador, interdisciplinar y basado en STEM se compone de 9 temas que contienen actividades prácticas basadas en la búsqueda de planetas más allá de nuestro sistema solar. Las actividades creativas orientadas para alumnado de 6-11 años de edad fomentan un enfoque investigativo y trabajo científico. Asumiendo el papel de especialistas en astronomía, ingeniería y matemáticas aprenderán sobre la amplia variedad de disciplinas relacionadas con el espacio que la industria espacial demanda. Cada actividad contiene instrucciones fáciles de seguir y utiliza recursos cotidianos para motivar e inspirar al alumnado.

Aunque se escondan en la luz, nuestros detectives de exoplanetas los encontrarán. //

- 02** Del espacio al aula
04 Exoplanetas: escondidos en la luz
08 Bloque 1
Actividades
10 Tema 1
Hasta el infinito y más allá

- 20** Tema 2
Signos de vida
28 Tema 3
La atmósfera
34 Tema 4
Ni demasiado fría,
ni demasiado caliente

Detective de exoplanetas

Escondidos en la luz
Modelado de tránsitos de exoplanetas

1ª Edición. Octubre 2018

Guía para el profesorado

Ciclo
Primaria

Imagen de portada
Ilustración de un planeta extrasolar
ESA/ NASA/ UCL (G. Tinetti)

Edita
ESERO Spain
Parque de las Ciencias. Granada

Esero Spain, 2018 ©

Dirección
Parque de las Ciencias, Granada.

ESERO Spain
Domingo Escutia Muñoz. Director Proyectos ESERO Spain
María del Carmen Botella Almagro. Técnica ESERO Spain

Autora
Sue Andrews

Las siguientes personas colaboraron en el desarrollo de este recurso y la autora agradece a todas ellas la ayuda y el asesoramiento que le brindaron.

Alex Brown. Responsable de ESERO, Reino Unido
Tom Lyons. Docente asociado de ESERO, Reino Unido
Rachel Jackson. Especialista en educación primaria de ESERO, RU

sumario

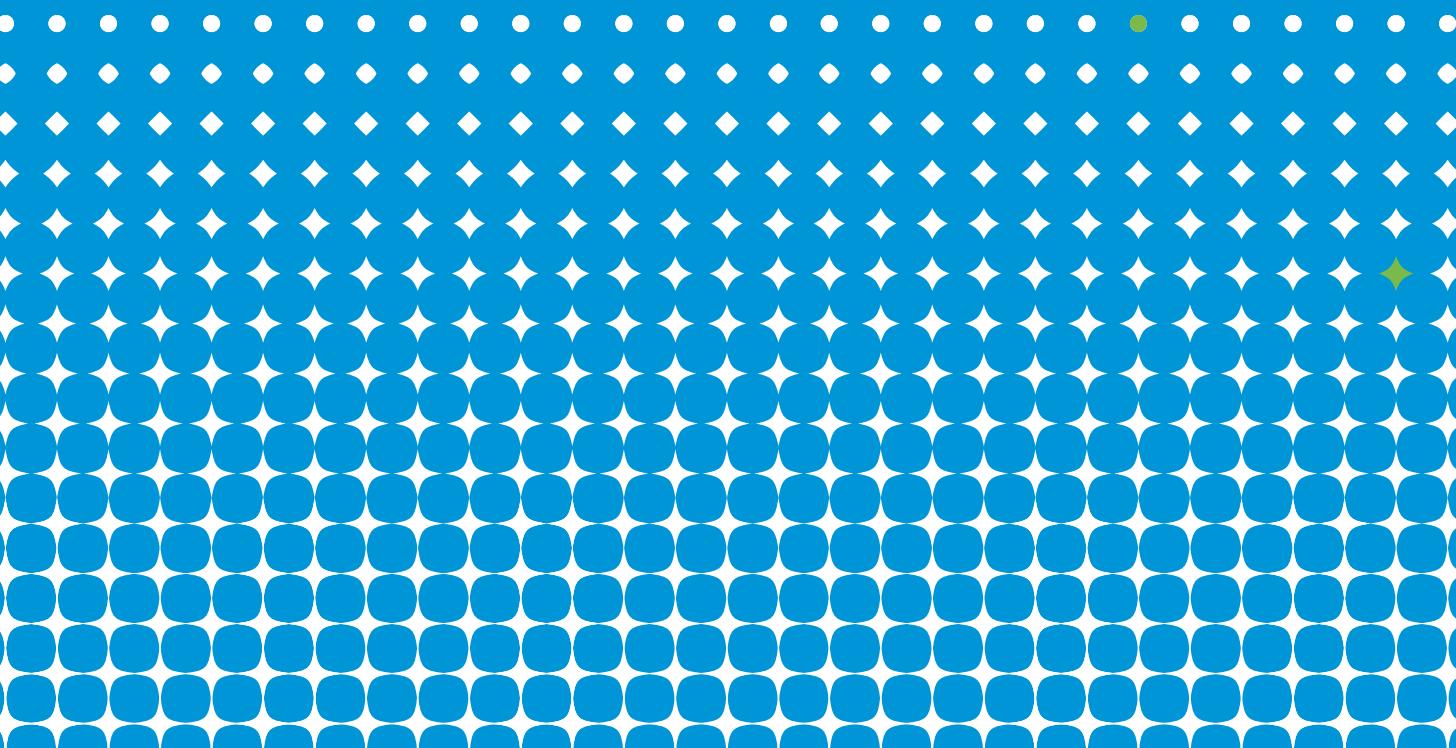
40 Tema 5
En tránsito

48 Tema 6
Que la fuerza te acompañe

54 Tema 7
¿Hay alguien a la escucha?

62 Tema 8
La música de los planetas
extrasolares

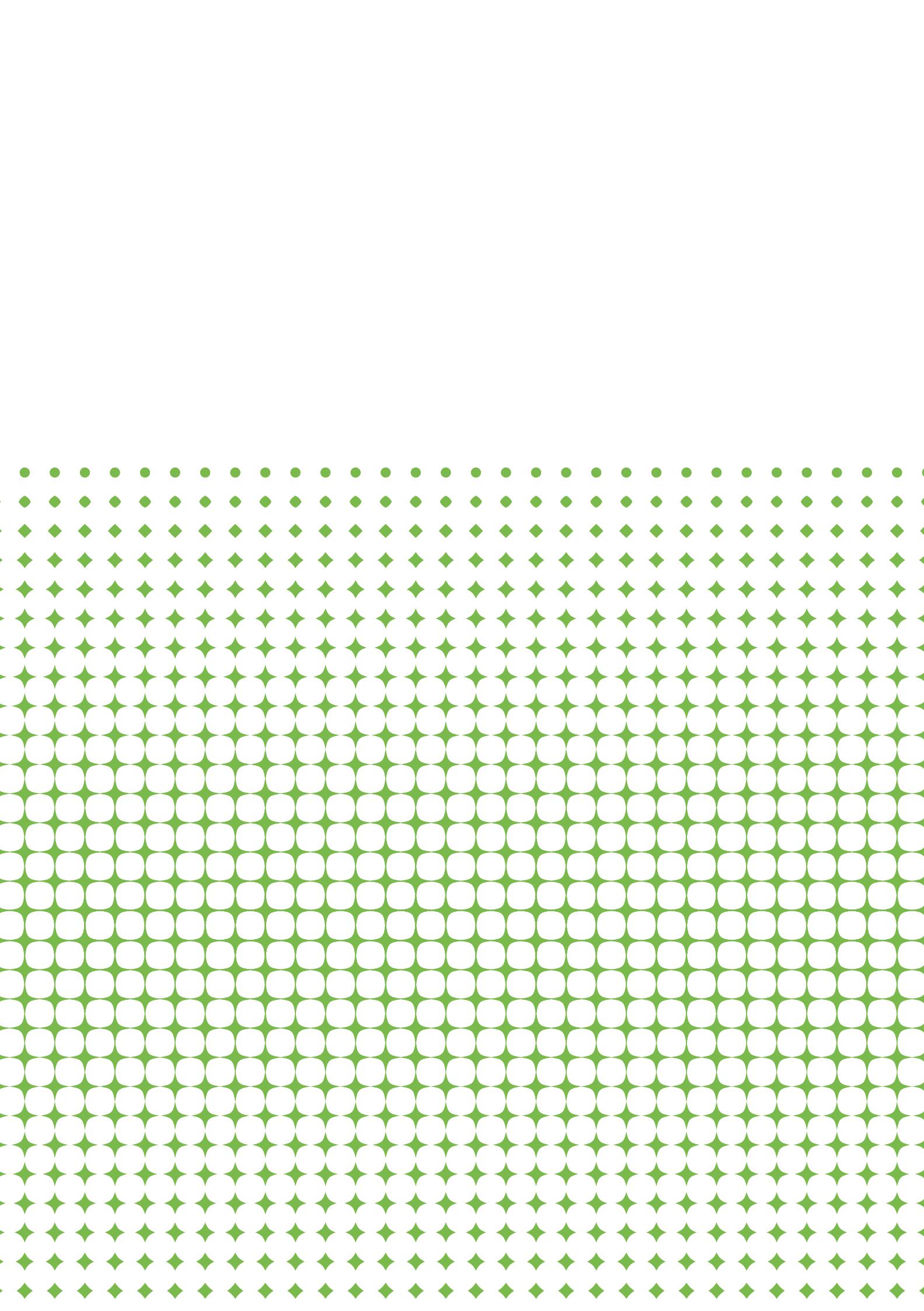
68 Tema 9
Agencia de viajes a planetas
extrasolares



Dave Gibbs. National STEM Centre, University of York, Reino Unido
Julie Wiskow. Rode Heath Primary School, Reino Unido
Yvonne Wright. Derbyshire County Council, Reino Unido
Taj Bhutta. Institute of Physics (IoP), Reino Unido
Sheila Kanani. Royal Astronomical Society (RAS), Londres, Reino Unido
Olivia Johnson. Science and Technology Facilities Council (STFC),
Royal Observatory Edinburgh (ROE), UK Astronomy Technology
Centre (UKATC), Reino Unido
Wendy Cotterill. Science and Technology Facilities Council (STFC),
Daresbury, Reino Unido
Phill Day. Science and Technology Facilities Council (STFC), Daresbury,
Reino Unido
Rebecca Barnes. European Space and Technology Centre (ESTEC)
José Miguel González Pérez. ESERO, Noruega
Domingo Escutia. ESERO, España
Katy McKay. Directora de marketing, STEM Learning
Cathy Callus y alumnado de 5º curso. Escuela de Enseñanza Primaria
Edisford, Clitheroe, Reino Unido

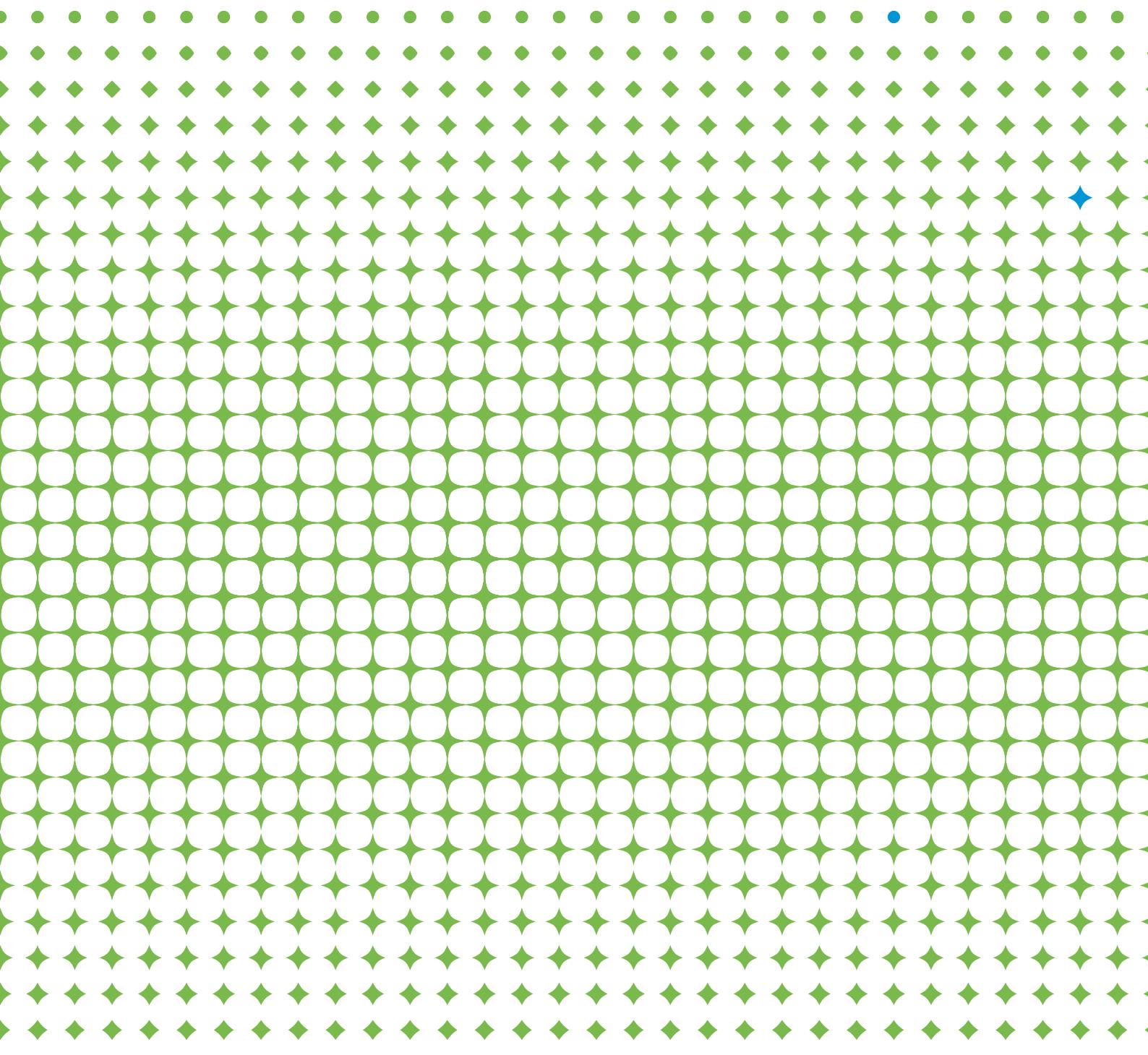
Material didáctico basado en las publicaciones:

- *Exoplanets detective*. Secundaria
Colección *Teach with space*. ESA Education
- *Are we alone?* Primaria
Sue Andrews y colaboradores ESERO UK
www.esero.org.uk



bloque 1

actividades



Contexto

Las distancias que median entre los planetas y las estrellas que orbitan se miden en unidades astronómicas o au. La Tierra dista 1 au de nuestra estrella, el Sol. La región en torno a la estrella que no es ni demasiado caliente ni demasiado fría como para que exista agua en estado líquido se denomina zona habitable, aunque también se conoce como «zona de Ricitos de Oro». En esta actividad, el alumnado traza la posición y las órbitas de la Tierra y el resto del planetas del Sistema Solar y después calcula la ubicación de la zona habitable. Con ello aprende que existen otros sistemas solares con planetas en órbita alrededor de estrellas distintas al Sol; al trazar las posiciones de esos planetas extrasolares distantes descubren cuáles podrían ser habitables. //

OBJETIVOS

Aprender:

- que nuestro Sistema Solar está formado por ocho planetas que orbitan alrededor de nuestra estrella, el Sol.
- que la Tierra orbita alrededor del Sol desde la zona habitable, también conocida como la «zona de Ricitos de Oro».
- que en el cosmos existen otros sistemas solares aparte del nuestro.
- a interpretar la información y las escalas y a usar decimales para trazar la distancia orbital de los planetas.



HASTA EL INFINITO
Y MÁS ALLÁ

tema 1

Trazado de las órbitas de los planetas del Sistema Solar y de otros sistemas solares.



Material necesario para cada grupo de cuatro personas



2 Cartulinas
de color negro de
60x60 cm



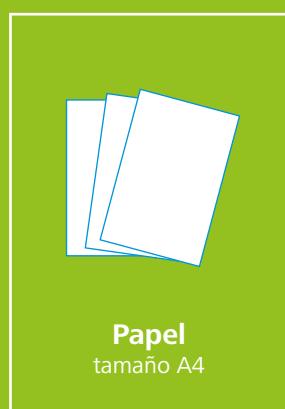
2 planchas
de poliestireno o
espuma de 60x60cm
(opcional)



Plastilina
varios colores
(opcional)



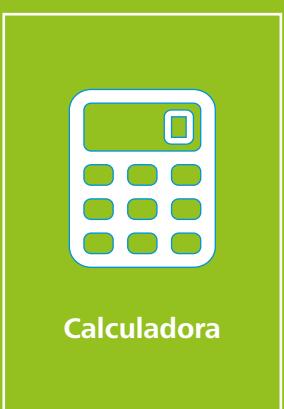
**Palillos de
cocina**
(opcional)



Papel
tamaño A4



**Rotuladores
opacos**, tizas o
lápices de colores



Calculadora



Tijeras



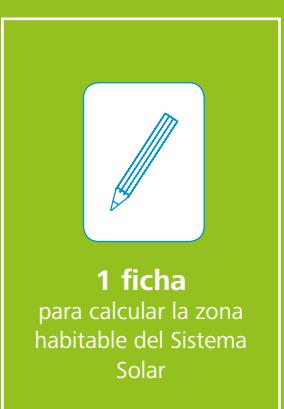
**Pegamento en
barra**



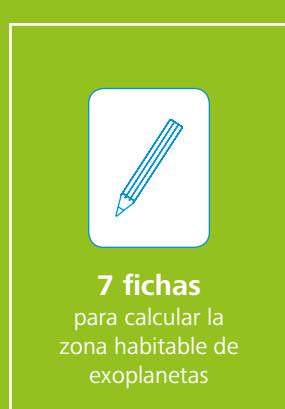
1 ficha
con datos del Sistema
Solar



7 fichas
con datos de planetas
extrasolares



1 ficha
para calcular la zona
habitable del Sistema
Solar



7 fichas
para calcular la
zona habitable de
exoplanetas



Plantilla
con los planetas del
Sistema Solar por
orden de tamaño

Para preparar con antelación

Todas las sesiones en el aula están pensadas para que el alumnado trabaje en grupos de cuatro personas. Antes de iniciar la actividad se pueden preparar varias etiquetas identificativas con la profesión de «astrónomo galáctico». Véase el anexo 1.

Dibuja los dos ejes sobre las cartulinas negras y márcalos a intervalos de 1 cm empezando por el punto en el que se cruzan ambos ejes antes de pegar las cartulinas sobre las planchas de material rígido. (Véase el diagrama en el apartado «Información para el docente»).

Las planchas rígidas se pueden utilizar por ambos lados para no tener que utilizar dos diferentes, si se pega una cartulina negra por cada uno de sus lados. Otra posibilidad consiste en recortar círculos de papel coloreados para confeccionar los planetas y pegarlos sobre sus órbitas trazadas previamente en la cartulina negra sin necesidad de fijarla después a la plancha de material rígido.

Fotocopia en cartulina blanca las fichas de actividades 1a y 1b, y recorta por la mitad para obtener dos fichas independientes. Entrega a cada grupo de alumnos una ficha con los datos del Sistema Solar. Además, prepara varias fichas diferentes con información sobre planetas extrasolares para repartirlas entre los grupos. Todos los grupos deben tener además la ficha que les permita calcular las zonas de habitabilidad.

Presentación de la actividad

Pregunta a los escolares si saben qué es un planeta. ¿Saben cuáles son los planetas del Sistema Solar? ¿Cuántos hay? ¿Saben en cuál de ellos vivimos y el nombre de nuestra estrella?

Muestra en clase una animación que recrea un sistema solar, por ejemplo, la de Paxi (la mascota de la ESA) y el Sistema Solar: <https://www.stem.org.uk/rx34sc>

Pide a los chicos que tracen por grupos las órbitas de la Tierra y la Luna alrededor del Sol. También pueden plasmar las órbitas de otros planetas del Sistema Solar. Si se dispone de ellos, el docente podrá mostrar al alumnado modelos tridimensionales de los planetas. Una actividad del Royal Observatory Greenwich utiliza piezas de fruta para ilustrar las masas relativas de los planetas colocadas por orden de distancia al Sol: www.stem.org.uk/elibrary/resource/31649/fruit-solar-system

Explica en clase que necesitamos agua para existir y que en nuestro planeta, repleto de agua, hay vida, pero que puede haber muchos planetas con agua y con unas condiciones favorables para la vida que no alberguen seres vivos. Cuántos de esos planetas habitables tienen vida sigue siendo un gran misterio sin respuesta ¡y apasionante! De momento tenemos la capacidad de efectuar observaciones que revelan qué planetas podrían albergar vida, pero solo eso no nos sirve para saber si realmente hay vida extraterrestre.

Los planetas demasiado próximos al Sol son demasiado tórridos para albergar agua líquida, porque se convertiría en vapor y se esfumaría, mientras que en un lugar alejado del Sol en exceso el agua se congelaría. La órbita de la Tierra es justo la idónea, ni demasiado caliente ni demasiado fría. Esta región se denomina zona habitable, o «zona de Ricitos de Oro». En esta actividad los alumnos se convertirán en astrónomos galácticos y usarán las matemáticas y una serie de datos para trazar las órbitas de la Tierra y de los planetas del Sistema Solar antes de pasar a representar las órbitas que recorren algunos planetas extrasolares alrededor de sus estrellas centrales.

Actividad

La ficha de actividades 1a ofrece información sobre la distancia de la Tierra y el resto de planetas al Sol en unidades astronómicas, o au. Entrega a cada grupo de la clase varias fichas con datos sobre el Sistema Solar y una cartulina de color negro unida a una plancha de material rígido en la que ya estén trazados dos ejes que se crucen en el centro y divididos en intervalos de un centímetro. Puede que el docente prefiera proporcionar al alumnado una cartulina negra sin más, sin fijarla a una plancha de material rígido. La escala puede darse ya trazada sobre cada eje, o también se puede optar por que la señale el propio alumnado, dependiendo de sus capacidades. La actividad permite trabajar con números de hasta dos decimales.

En un primer momento, el alumnado trabaja como un solo grupo formado por toda la clase mientras el docente expone la actividad. La posición del Sol se corresponde con el punto de la cartulina donde se cruzan ambos ejes. Conviene explicar que las distancias que median entre los planetas y el astro central se miden en unidades astronómicas o au. La Tierra dista 1 au de nuestra estrella, el Sol. Con un rotulador opaco o un lápiz de color se marcará la distancia que separa la Tierra del Sol en los puntos adecuados de los ejes, norte, sur, este y oeste, empezando a contar desde la intersección de ambos ejes. A continuación se unirán los cuatro puntos mediante una circunferencia para representar la órbita. Si se utiliza la plancha rígida se pinchará sobre ella un palillo de cocina con una pequeña bola de plastilina en uno de sus extremos que represente la Tierra situada sobre su órbita. Otra posibilidad consiste en colocar una pegatina o un círculo pequeño de papel coloreado para ilustrar la Tierra sobre la cartulina negra en algún punto de su órbita. El alumnado representará por sí solo la distancia y las órbitas del resto de los planetas. Por último deberá calcular y señalar la zona habitable usando la información que figura en la ficha correspondiente (ficha de actividades 1b). Recuérdese a los estudiantes que esta región se denomina zona habitable (o «zona de Ricitos de Oro») porque no es ni demasiado caliente ni demasiado fría.

Si se dispone de planchas de material rígido, se confeccionará un modelo de cada planeta por orden de masa con plastilina de un color adecuado de acuerdo con los rasgos que el alumnado conozca de cada planeta. Conviene recordarles que disponen de alguna información sobre los planetas (su masa y el tamaño de su órbita) que les servirán para decidir cómo representarlos.

— ¿Se parecen más a la Tierra (planetas rocosos) o a Júpiter (planetas gaseosos)? ¿Cuáles tienen más posibilidades de ser habitables? (los rocosos).

A continuación fijarán cada planeta de plastilina a un palillo de cocina y pincharán los palillos sobre la plancha de material rígido en el lugar que les corresponda sobre los anillos orbitales que hayan trazado en la cartulina. Los modelos de plastilina se pueden sustituir por círculos de papel o pegatinas que representen los planetas y se fijarán con pegamento sobre la cartulina negra.

A continuación los grupos necesitarán otra cartulina de color negro fijada sobre una plancha rígida que también tenga marcados de antemano ambos ejes y la escala formada por segmentos de 1 cm. Otra posibilidad consiste en retirar los planetas de plastilina de la plancha rígida utilizada en la actividad anterior y aprovechar su reverso para fijar sobre este otro lado la segunda cartulina negra, o incluso limitarse a usar la cartulina negra sin ningún soporte rígido.

— ¿Tienen los chicos alguna idea de cuántas estrellas puede haber tan solo en nuestra Galaxia que estén orbitadas por planetas?

Explícales que se han descubierto cientos de sistemas con más de un planeta y miles de estrellas con al menos un planeta a su alrededor tan solo en nuestra Galaxia, y que se calcula que puede haber decenas de miles de millones más. Cada grupo recibirá una ficha (ficha de actividades 1a) con los datos del sistema estelar de un planeta extrasolar para que, utilizando esa información, señale la distancia a la que se encuentra el planeta de la estrella central. Los planetas extrasolares de los que se proporcionan datos son 55 Cancri, HR 8799, Gliese 581, Gliese 876, Kepler 62, Kepler 186 e ípsilon Andromedae.

Por último se repartirán las fichas que muestran cómo calcular los límites interior y exterior de la zona de habitabilidad para cada una de esas estrellas. Cada grupo usará los cálculos para señalar esta zona sobre la cartulina donde hayan representado el sistema solar en cuestión, para ver si alguno de los planetas cae dentro de esta zona y podría ser habitable.



> Muestras del trabajo realizado por el alumnado de 5º curso.

Puesta en común

Los grupos compartirán sus resultados con el resto de la clase, los cuales podrán exponerse en la pizarra electrónica.

- ① ¿Qué grupos encontraron un planeta que orbita alrededor de su estrella central dentro de la zona habitable?
- ② ¿Por qué algunos de ellos no serían habitables? Recuérdales que tienen a su disposición gran variedad de información relevante sobre los planetas relacionada con este tema.
- ③ ¿Cuál de esos planetas sería demasiado caliente o demasiado frío para albergar vida?



Información para el docente

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Los grupos pueden efectuar una búsqueda de otros exoplanetas y estrellas descubiertos en nuestra Galaxia y preparar un mural o una presentación para exponer sus averiguaciones.

Unidad astronómica

Una unidad astronómica (símbolo au) es la distancia que media entre la Tierra y el Sol; esta distancia varía a medida que la Tierra recorre su órbita alrededor del Sol, la cual asciende a 149 597 870 700 metros.

Planeta

Un planeta se define como un objeto que gira alrededor de una estrella, que es lo bastante masivo como para que su propia gravedad le confiera forma esférica y que haya logrado «limpiar» su recorrido orbital de otros objetos menores.

Año-luz

Un año-luz (a-l) es la distancia que recorre la luz en un año, a una velocidad de unos 300 000 kilómetros/segundo.

Luminosidad

Luminosidad es una medida del brillo o la potencia de una estrella, la cantidad de energía que emite una estrella desde su superficie. Suele expresarse en vatios y se mide en relación con la luminosidad del Sol.

Exoplanetas en la zona habitable

La zona habitable, o «zona de Ricitos de Oro», es la región en torno a la estrella donde imperan temperaturas que no son ni demasiado calientes ni demasiado frías para que haya agua en estado líquido. Los límites más cercano y más alejado de la estrella donde puede haber agua líquida dependen, entre otras cosas, del tamaño y la temperatura de la estrella. Se cree que las estrellas ípsilon Andromedae, Gliese 581, 55 Cancri, Kepler 62 y Kepler 186 cuentan con planetas que las orbitan dentro de la zona habitable. Sin embargo, los datos sobre los sistemas planetarios extrasolares pueden variar a medida que se reúna más información. Los datos que se dan en las fichas son los correctos en el momento de su confección, pero deberán revisarse a medida que se logren nuevos hallazgos y los telescopios más modernos efectúen mediciones más precisas. Así es la ciencia.

Los alumnos más capaces disfrutarán calculando la distancia en au de la zona habitable de las estrellas que figuren en sus fichas de actividades utilizando la fórmula $0.7 \times \sqrt{\text{luminosidad}}$ de la estrella para hallar el borde interior de la zona habitable y $1.5 \times \sqrt{\text{luminosidad}}$ para el límite exterior de dicha zona. Nótese que la luminosidad se da en unidades solares o «soles», es decir, tomando como referencia la luminosidad de nuestro Sol.

Enana roja

Estrella pequeña, vieja y relativamente fría.

Enana marrón

Objeto celeste con una masa intermedia entre la de un planeta gigante gaseoso y una estrella pequeña que se cree que emite radiación infrarroja. Son de colores diversos a pesar de su nombre.



Enana naranja

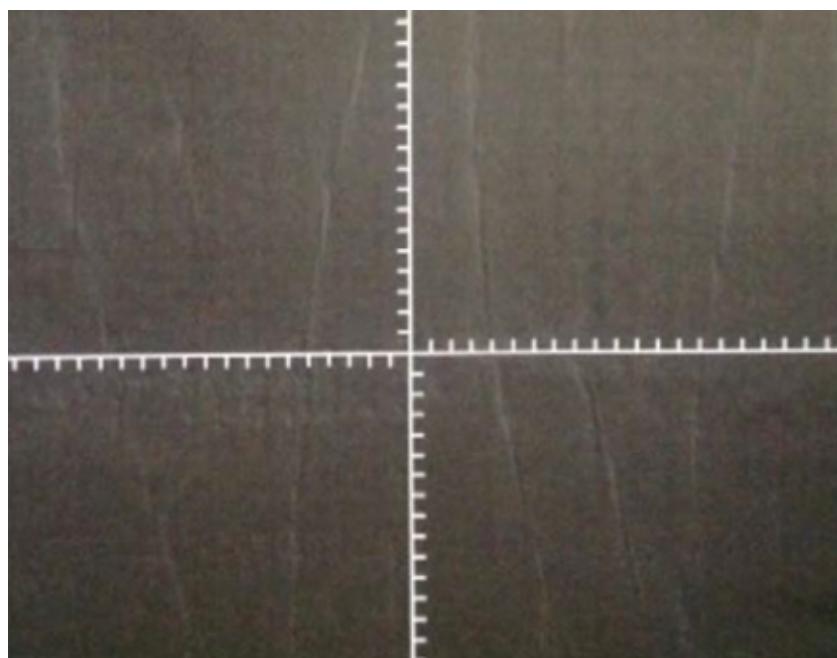
También conocida como estrella de tipo K de la secuencia principal (quema hidrógeno) o enana K. Tiene un tamaño intermedio entre una estrella roja de tipo M de la secuencia principal y una estrella amarilla de tipo G de la secuencia principal.

Enana amarilla

Nuestro Sol es una estrella enana amarilla. Estos astros tienen una masa similar a la del Sol. A medida que se van enfriando se los conoce como estrellas enanas blanco-amarillentas.

Telescopio espacial James Webb

El telescopio espacial *James Webb* es el sucesor del telescopio espacial *Hubble* y supone una colaboración internacional de la Agencia Espacial Europea, la Agencia Espacial Canadiense y NASA. Portará en su interior un instrumento desarrollado en Reino Unido que permitirá tomar medidas espectroscópicas que se espera que revolucionen el estudio de las atmósferas de planetas extrasolares. Este telescopio logrará observar las primeras galaxias que se formaron en el universo y estudiará sucesos y objetos distantes del cosmos que ahora son inaccesibles a los instrumentos instalados en la superficie terrestre. Otro de sus objetivos consiste en desentrañar cómo se forman las estrellas y los planetas, lo que incluirá imágenes directas de exoplanetas.



> Muestra del tablero de trazado de órbitas de exoplanetas con dos ejes que se cruzan en el centro.

ENLACES

Para introducirse en el tema de los planetas extrasolares consultese:

http://www.esa.int/esaKIDSen/SEM3NFXPX-PF_LifeinSpace_0.html

<https://exoplanets.nasa.gov/>

<http://eyes.jpl.nasa.gov/eyes-on-exoplanets.html>

<https://www.stem.org.uk/elibrary/resource/31030/exoplanets>

Para disponer de más información sobre el telescopio espacial James Webb véase:

<http://jwst-miri.roe.ac.uk>

<https://www.jwst.nasa.gov/>

Estrella	Intervalo espacial de la zona habitable	Planetas dentro de la zona
Sol	0.7–1.5	Tierra, Marte, Venus
Gliese 581	* 0.077–0.165 o 0.08–0.165	c, g o solo g
HR 8799	1.54–3.31	Ninguno
55 Cancri	0.5–1.125	f
Kepler 62	0.31–0.67	e
Kepler 186	0.04–0.33	b, c, d, e
Gliese 876	0.07–0.15	c
ípsilon Andromedae	1.32–2.83	d

- * Si se usa el valor real de 0.077, los planetas c y g caen dentro de la zona habitable; si el número se redondea a 0.08, entonces solo se encuentra en ella el planeta g. Esto puede originar un debate sobre cuándo es adecuado redondear un valor hasta dos decimales. ¡En este caso la diferencia entre ambos resultados es enorme!

Muestras de ficha con datos

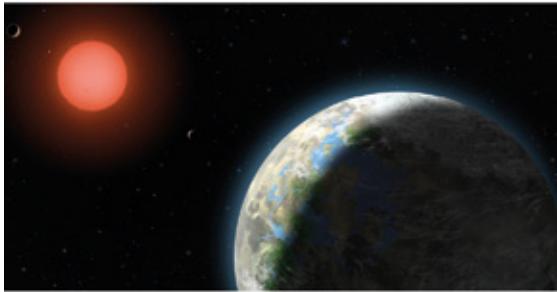
Estrella Sol
Enana amarilla



> ESA-Silicon Worlds

Distancia a la Tierra			
8 minutos-luz			
Masa			
332 946 tierras			
Luminosidad			
1			
Nombre	Distancia (au)	Masa (terrestre)	Orbita (días)
Mercurio	0.4	0.05	88 días
Venus	0.7	0.8	225 días
Tierra	1	1	365 días
Marte	1.5	0.1	687 días
Júpiter	5.2	317	11.9 años
Saturno	9.5	92	29.5 años
Urano	19.2	14	84 años
Neptuno	30	17	164.8 años

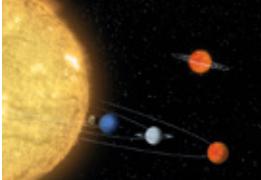
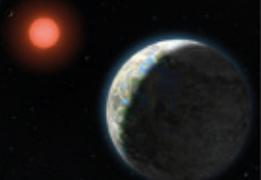
Estrella Gliese 581
Enana roja



> Lynette Cook

Distancia a la Tierra			
20.3 a-l			
Masa			
0.3 soles			
Luminosidad			
0.013 soles			
Nombre	Distancia (au)	Masa (terrestre)	Orbita (días)
a	0.03	1.7	3.15
b	0.04	15.8	5.37
c	0.07	5.5	12.91
g	0.13	2.2	32
d	0.22	6.98	66.8

Muestra de ficha rellenable

Estrella 55 Cancri Enana amarilla	Estrella Gliese 581 Enana roja	Estrella Gliese 876 Enana roja	Estrella HR 8799 Enana amarilla
			
Para hallar su zona de habitabilidad (en au)	Para hallar su zona de habitabilidad (en au)	Para hallar su zona de habitabilidad (en au)	Para hallar su zona de habitabilidad (en au)
Frontera interior: $0.75 \times 0.7 =$	Frontera interior: $0.11 \times 0.7 =$	Frontera interior: $0.1 \times 0.7 =$	Frontera interior: $2.21 \times 0.7 =$
Frontera exterior: $0.75 \times 1.5 =$	Frontera exterior: $0.11 \times 1.5 =$	Frontera exterior: $0.1 \times 1.5 =$	Frontera exterior: $2.21 \times 1.5 =$
Estrella Ípsilon Andromedae Enana blanco-amarillenta	Estrella Kepler 62 Enana naranja	Estrella Kepler 186 Enana roja	Estrella El Sol Enana amarilla
			
Para hallar su zona de habitabilidad (en au)	Para hallar su zona de habitabilidad (en au)	Para hallar su zona de habitabilidad (en au)	Para hallar su zona de habitabilidad (en au)
Frontera interior: $1.90 \times 0.7 =$	Frontera interior: $0.46 \times 0.7 =$	Frontera interior: $0.22 \times 0.7 =$	Frontera interior: $1 \times 0.7 =$
Frontera exterior: $1.90 \times 1.5 =$	Frontera exterior: $0.46 \times 1.5 =$	Frontera exterior: $0.22 \times 1.5 =$	Frontera exterior: $1 \times 1.5 =$

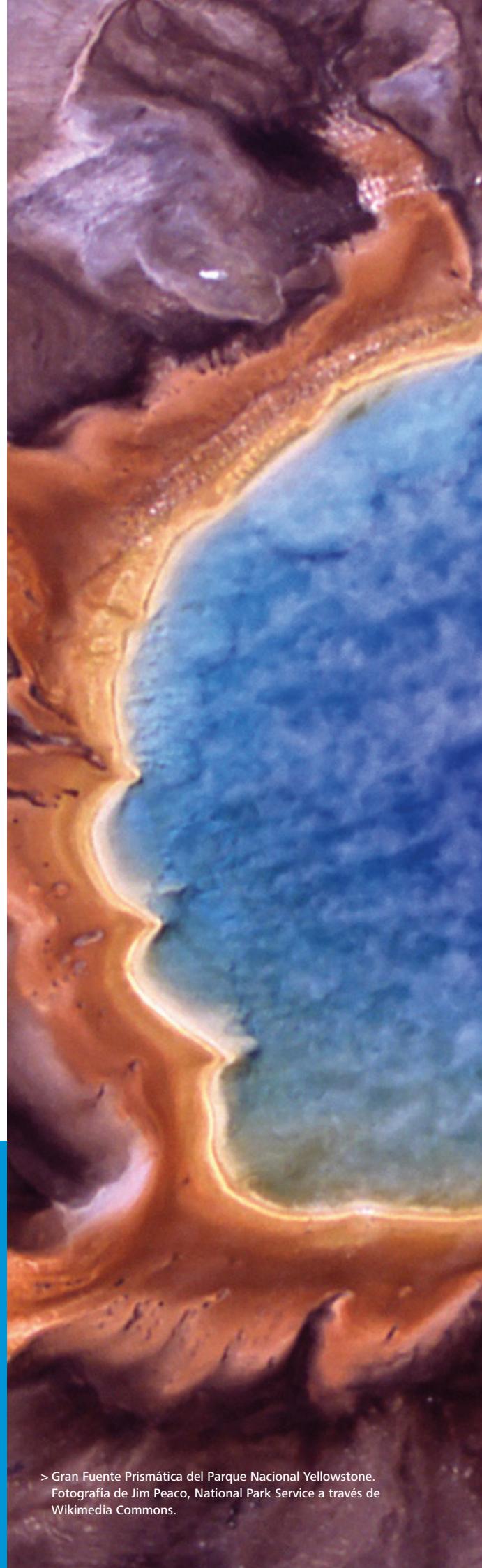
Contexto

La ciencia está descubriendo planetas en órbita alrededor de estrellas de nuestra Galaxia, y algunos de ellos podrían ser similares a la Tierra con unas condiciones adecuadas para la vida. Por tanto, ¿qué se busca cuando se estudian estos mundos lejanos? En este tema, el alumnado aprenderá que la detección de dióxido de carbono puede ser un signo de vida y para ello realizará una investigación para recolectar el dióxido de carbono que produce un organismo vivo, la levadura. //

[O B J E T I V O S]

Aprender:

- que los seres vivos producen dióxido de carbono.
- que se ha detectado dióxido de carbono en la atmósfera de planetas distantes.
- que la detección de dióxido de carbono puede ser un signo de que hay vida.
- a trabajar siguiendo un método científico.



> Gran Fuente Prismática del Parque Nacional Yellowstone.
Fotografía de Jim Peaco, National Park Service a través de
Wikimedia Commons.

The background image is a wide-angle aerial photograph of a desert landscape. The terrain is rugged and rocky, with deep orange and red canyons. A long, straight grey road cuts through the center of the frame, leading towards the horizon. In the distance, a small, dark figure of a person stands on the road, emphasizing the vastness of the scene. The sky above is a clear, pale blue.

SIGNOS DE VIDA

tema 2

En busca de vida en planetas extrasolares.

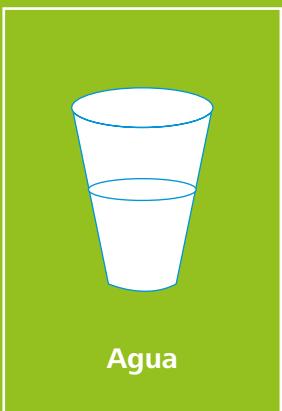
Material necesario para cada grupo de cuatro personas



Pajitas de refresco



4 vasos desechables



Agua



Vinagre
100 ml



1 comprimido
efervescente de Vit. C



Bicarbonato sódico
media taza



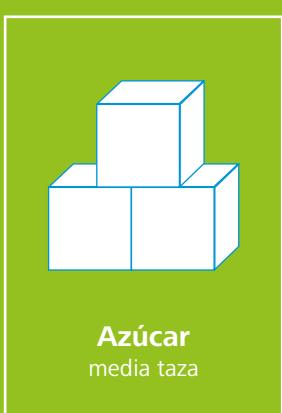
4 globos



Levadura en polvo
4 sobres



4 botellas de plástico
de 500 ml



Azúcar
media taza



Cucharilla



Aqua
temperatura entre 45° y 50°C



Termómetro



Fichas de actividades
2a y 2b

Para preparar con antelación

Inflar y desinflar varias veces los globos antes de iniciar el estudio de la levadura. Calentar el agua y guardarla caliente en un termo. Para trabajar este tema se pueden preparar etiquetas identificativas con la profesión de astrobiólogo.

Actividad

Introducción

La actividad se introducirá explicando que la humanidad está buscando signos de vida en planetas situados fuera del Sistema Solar. Para ello se utilizan telescopios muy potentes. En la pizarra electrónica se pueden mostrar imágenes obtenidas por el telescopio espacial *Hubble*, por el telescopio *COROT* de ESA y por el telescopio espacial *Spitzer*. (Consúltense los enlaces que figuran en el apartado titulado «Información para el docente»). Conviene explicar al alumnado que estos telescopios permiten reunir información sobre las atmósferas de las estrellas y los planetas distantes, aparte de la toma de imágenes espléndidas desde el espacio.

Actividad A

Explica al alumnado que los organismos vivos producen dióxido de carbono como material de desecho y que los especialistas que buscan signos de vida fuera del Sistema Solar usan telescopios especiales para detectar sustancias como dióxido de carbono en las atmósferas de planetas distantes. Se puede seguir gran variedad de procedimientos para crear burbujas de dióxido de carbono. Los chicos usarán las pajitas para soplar con ellas dentro del agua y formar burbujas; introducirán un comprimido efervescente de vitamina C en el agua y observarán las burbujas que aparezcan; o añadirán vinagre a una cucharilla llena de bicarbonato sódico y comprobarán que se forma espuma a medida que se produzca el dióxido de carbono.

- ☞ *El docente se asegurará de que los comprimidos efervescentes se usan tan solo para realizar el experimento, y advertirá a los alumnos de que no deben ingerirlos.*

Actividad B

En esta ocasión usaremos un organismo llamado levadura que produce dióxido de carbono a partir de un nutriente, el azúcar. Para ello se explicará a los chicos cómo hay que realizar la investigación:

- 1 Asegurarse de que el globo se ha estirado tras inflarlo y desinflarlo varias veces.
- 2 Verter el contenido de un sobre de levadura y una cucharilla de azúcar en un vaso con agua caliente (entre 45 y 50 °C) y remover la mezcla.
- 3 Asegurarse de que el azúcar y la levadura se han disuelto, y verter la mezcla en una botella. Deberían verse las burbujas de dióxido de carbono que formará la levadura a medida que se alimente con el azúcar.
- 4 Colocar y fijar la boca del globo en el cuello de la botella
- 5 Unos minutos después el globo debería inflarse.

Conviene explicar que la levadura es un organismo vivo y que, a medida que se alimenta con el azúcar, produce dióxido de carbono.



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

El alumnado podrá diseñar un extremófilo usando la información que figura en la ficha de actividades 2b y describir en qué condiciones vive y cómo se ha adaptado a ellas antes de concluir la actividad dándole un nombre. También pueden estudiar el telescopio espacial *Hubble* o el planeta extrasolar HD 189733b.



ENLACES

Para ampliar información sobre telescopios, véase:

http://hubble.stsci.edu/the_telescope/hubble_essentials

http://www.bbc.co.uk/science/space/universe/exploration/kepler_mission

[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Kepler_\(spacecraft\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Kepler_(spacecraft))

<http://www.spitzer.caltech.edu/>

http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/COROT_overview

Para más información sobre extremófilos véase:

<https://astrobiology.nasa.gov/>

La vida de los extremófilos, de Christopher Brooks, BBC Scotland:

<http://www.bbc.co.uk/nature/21923937>

— ¿Son capaces de averiguar los chicos qué condiciones afectan a la producción de dióxido de carbono por parte de la levadura?

A continuación cada grupo debatirá qué variables podrían alterarse en este experimento. Algunas de sus sugerencias podrían ser cambiar la cantidad de azúcar o de levadura, el tipo de azúcar o la temperatura del agua. Planificarán su investigación.

— ¿Qué quieren mantener igual? ¿Qué quieren medir? ¿Qué van a registrar? ¿Qué creen que ocurrirá y por qué?

También pueden tomar fotografías o vídeos de las distintas fases de expansión que experimenten los globos.

Puesta en común

El alumnado mostrará sus resultados en tabletas, gráficas, murales, vídeos o presentaciones de PowerPoint, explicará qué significan y justificará sus conclusiones. ¿Cómo proseguirían con la investigación? Conviene hacer hincapié en que la existencia de dióxido de carbono en la atmósfera de un planeta no demuestra que haya vida en él.

Demostración del docente

El docente explicará que una de las propiedades del dióxido de carbono es que es más pesado que el aire y que puede utilizarse para apagar una llama. Para demostrarlo se introducirán varias cucharadas de bicarbonato sódico en una jarra y se añadirá vinagre. Un par de minutos después se producirá una reacción que formará un gas. Entonces se «verterá» este gas (pero no el líquido ni la espuma) sobre una vela encendida dentro de un recipiente poco hondo y se observará que la llama se apaga. El docente explicará entonces que la llama necesita el oxígeno del aire para arder; como el dióxido de carbono es más denso

que el aire, se hunde hasta el fondo del recipiente, desplaza el aire y apaga la llama. ¿Hay alguna manera de demostrar qué gas se forma durante el experimento? Intenta «verter» con cuidado el gas que hay dentro de los globos cerca de una vela encendida y observa que la llama se apaga. Esta prueba no demuestra, por supuesto, que se trate de dióxido de carbono en lugar de cualquier otro gas más denso que el aire, pero sí revela una de las propiedades del dióxido de carbono. La demostración es visual y fomenta el razonamiento lógico.

Siempre hay que tener cuidado cuando se usan velas encendidas. Hay que advertir al alumnado de los peligros de tocar o acercarse demasiado a una llama.

Información para el docente

Astrobiología

La astrobiología estudia el origen, la evolución, la distribución y el futuro de la vida en el universo, tanto la vida extraterrestre, como la vida en la Tierra.

Levadura

Se conocen unas 160 especies de levadura. La levadura es un hongo, un organismo diminuto; un solo gramo contiene 25 000 millones de células. Es capaz de producir una cantidad inmensa de dióxido de carbono siempre que disponga de los azúcares que necesita para alimentarse. La levadura utiliza sus propias enzimas para descomponer azúcares más complejos, como azúcar granulado, y conferirle una forma en la que pueda consumirlo.

Extremófilos

Hasta donde sabemos, la Tierra es el único planeta que alberga vida y esta vida comenzó a existir hace al menos 3800 millones de años, cuando la Tierra se había enfriado lo bastante como para desarrollar una capa exterior de roca. Puede que surgiera en una laguna de roca o en el océano. Ninguna forma de vida de este planeta puede sobrevivir sin agua. Algunos especialistas creen que los ingredientes necesarios para la aparición de la vida pudieron llegar del espacio a lomos de cometas o asteroides. En todos los lugares donde se mire se encuentra vida de alguna clase. Antes se creía que las plantas y animales solo podían vivir cerca de la superficie terrestre, donde llega la luz del Sol. Pero hay bacterias que metabolizan minerales, y se han descubierto gases de origen biológico varios kilómetros por debajo de la roca sólida; algunos organismos viven en ambientes muy ácidos, en surtidores calientes situados en el fondo de los océanos más profundos, en charcas hidrotermales con agua hirviendo, en las estepas heladas de la Antártida, en entornos altamente radiactivos y hasta en burbujas de gas metano. Estos organismos supervivientes se denominan extremófilos y da la impresión de que la vida es capaz de sobrevivir en cualquier lugar donde haya agua. Como la vida es tan resistente, hay razones para pensar que en el cosmos puede existir algún tipo de vida extraterrestre. Uno de los indicadores de la vida lo constituye el dióxido de carbono, un gas generado por la vida y que las plantas expulsan y utilizan para crecer. El carbono es uno de los principales elementos químicos de la vida. En 2008 el telescopio espacial Hubble descubrió dióxido de carbono en la atmósfera del planeta HD 189733b, que orbita alrededor de una estrella distante con un tamaño similar al de Júpiter.

Ficha informativa



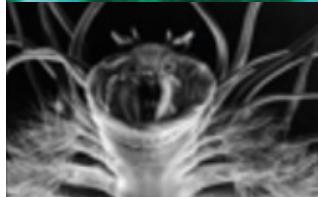
Tardígrados

Los tardígrados, u osos de agua, son animales diminutos que viven en el agua y pueden sobrevivir en entornos extremos. Por ejemplo, soportan unas temperaturas extremadamente altas y bajas, unos índices de presión y de radiación extremos que resultarían letales para la mayoría de los animales, y pueden sobrevivir sin alimento y sin agua durante más de diez años.



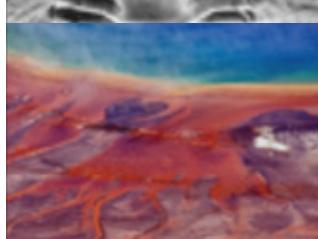
Deinococcus radiodurans

Este organismo unicelular soporta altas dosis de radiación, casi 3000 veces más que el ser humano.



Hesiocaeca methanicola, gusano de hielo

Especie de gusano poliqueto plano, rosáceo y de 5 cm de longitud que vive en depósitos de hielo de metano en los fondos oceánicos.



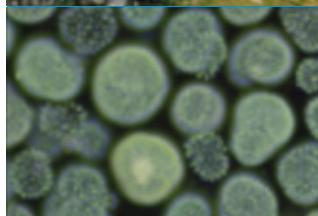
Termófilos

Conjunto de bacterias capaces de soportar el calor extremo y productoras de los vivos colores que se forman alrededor de los surtidores termales del Parque Nacional Yellowstone de EE UU. El agua de los géiseres y los surtidores de este parque alcanza temperaturas de hasta 70 °C.



Algas termófilas

Las algas termófilas son capaces de sobrevivir y proliferar a temperaturas extremadamente elevadas. Las algas verdes que aparecen en esta imagen del Parque Nacional Yellowstone viven en un agua que ronda los 50 °C.



Microcystis

Los organismos *Microcystis* son una clase de algas bacterianas que crecen en aguas con unos niveles muy elevados de pH, como el lago Mono de California. Estas cianobacterias suelen organizarse en colonias como la de la figura y producen y liberan toxinas nocivas.



Arenaria de mar

La *Honckenya peploides*, también conocida como arenaria de mar o hierba de la sal, es una planta halófila, lo que significa que puede vivir en unas condiciones de salinidad extrema, por lo que suele encontrarse cerca de las playas.



Microalgas *Dunaliella salina*

Las microalgas *Dunaliella salina*, amantes de entornos con una salinidad extrema, son las causantes del intenso color rosa que se ve en esta imagen aérea de una laguna hipersalina.



Tema 2

Cuaderno del profesorado
DETECTIVE DE EXOPLANETAS

Nuestra pregunta es...

Cambiaremos...

Mediremos...

Dejaremos igual las condiciones siguientes...

Resultados obtenidos...

Hemos descubierto...

Actividades

Contexto

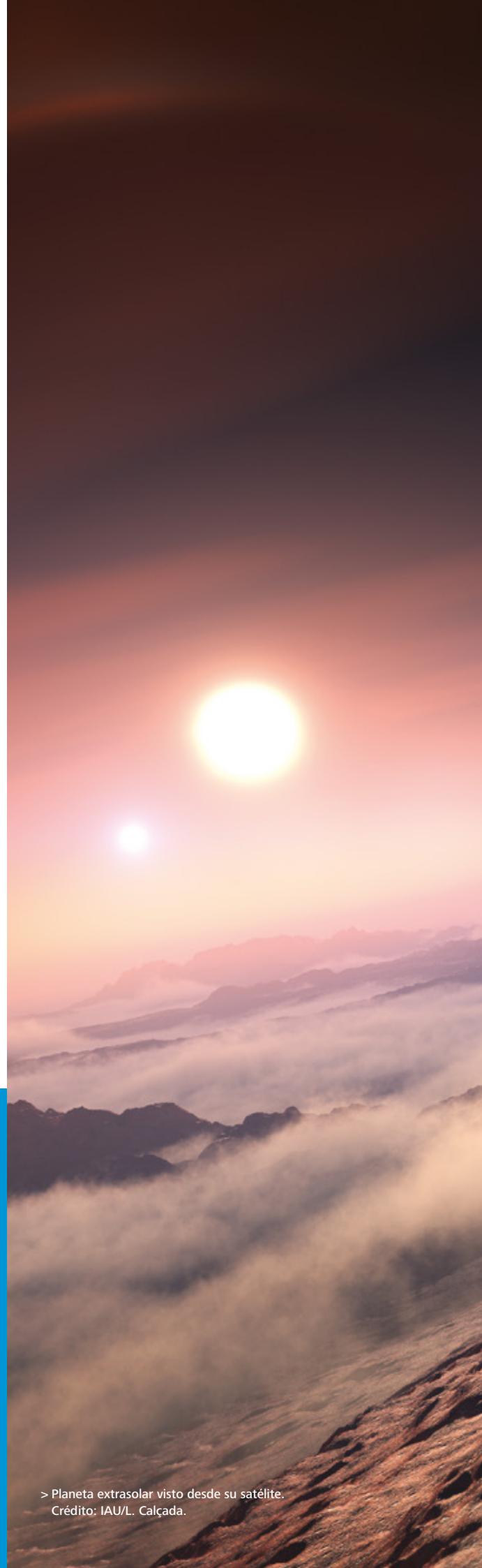
Se ha observado que varios planetas extrasolares poseen atmósfera. Cuando uno de estos planetas transita por delante de su estrella central no solo se puede medir su tamaño, sino que también se puede averiguar exactamente qué elementos químicos componen la atmósfera que lo envuelve mediante el empleo de un espectrógrafo para captar su espectro.

En esta actividad el alumnado averiguará cómo descomponer tintas de colores usando la cromatografía, cómo descomponer la luz blanca en los colores que la conforman recurriendo a un CD a modo de red de difracción, y cómo interpretar los espectros de planetas extrasolares para identificar elementos clave de sus respectivas atmósferas. //

[OBJETIVOS]

Aprender:

- que la luz se compone de diversos colores.
- que se pueden detectar ingredientes clave en la atmósfera de un planeta.
- que la detección de agua, dióxido de carbono u oxígeno en una atmósfera planetaria puede ser un signo de que alberga vida.
- a interpretar datos e identificar rasgos determinantes.



> Planeta extrasolar visto desde su satélite.
Crédito: IAU/L. Calçada.

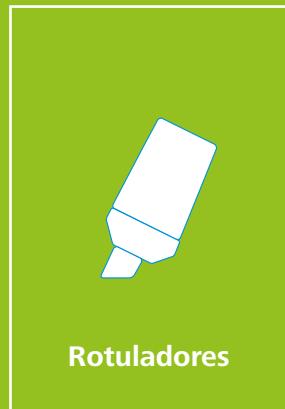
LA ATMÓSFERA

tema 3

La firma específica de un planeta.



Material necesario para cada grupo de cuatro personas



Rotuladores



Filtros
de papel



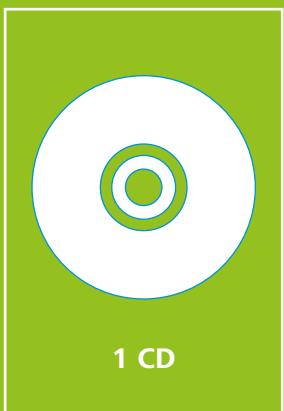
Pegatinas
de colores



Caramelos
Smarties o M&Ms



2 pipetas



1 CD



1 fuente de luz



1 hoja de papel
blanco



**Fichas de
actividades**
3a y 3b

Para preparar con antelación

Prepara algunos ejemplos de los patrones de color que se producen cuando se dejan caer gotas de agua sobre círculos de color pintados con rotulador sobre un trozo de filtro de papel.

Ten preparada una botella de plástico transparente de 500 ml de capacidad con tapón tipo sport y cerillas para crear una nube dentro de la botella. Conviene practicarlo con antelación.

Se pueden preparar etiquetas identificativas con la profesión de espectroscopista del apéndice 1 para usarlas cuando los chicos estudien los patrones de la luz.

Introducción

Explica al alumnado que la cromatografía es una técnica que se usa para separar mezclas. Muéstralas cómo se usa la cromatografía para separar pigmentos en tintes y tintas. Enseña en clase las muestras preparadas de patrones creados al verter gotas de agua sobre círculos de colores dibujados con rotulador en filtros de papel. Pide a los chicos que adivinen qué rotuladores crearon los patrones de cada una de las muestras. ¿Qué colores permanecen igual? ¿Cuáles se descomponen en distintos tonos?

Explica en clase que igual que algunas tintas de color consisten en muchos colores, las atmósferas que envuelven los planetas contienen muchos ingredientes diferentes. Los científicos reúnen información procedente del espacio para averiguar exactamente qué gases y qué otras sustancias rodean estos planetas. La detección de algunos de ellos, como el hidrógeno, el dióxido de carbono o el oxígeno, puede indicar que se trata de un planeta habitable en el que podría haber vida.

Actividad

El alumnado estudiará la técnica usando rotuladores de varios colores, incluido el color negro. Pegarán una pequeña pegatina de color en el centro de un trozo de filtro de papel para representar un planeta y a su alrededor pintarán un círculo con rotulador. Añadirán un par de gotas de agua al círculo recién pintado, esperarán y observarán qué efectos se producen. Los chicos podrán probar con distintos colores incluido el negro. ¿Qué ocurre? También pueden probar a verter gotas de agua sobre Smarties o cualquier otro tipo de caramelo recubierto de color colocados sobre un papel en blanco para observar qué pasa. Explícales que algunas tintas se componen de una mezcla de pigmentos que se mueven a un ritmo diferente por el papel, lo que permite observar diferentes colores.

Explícales que la luz también se puede descomponer en los colores de los que está formada. ¿Alguien ha visto alguna vez un arcoíris? Las gotas de lluvia curvan la luz que las atraviesa y dividen la luz visible en colores. Esto es lo que llamamos un espectro. Se puede usar un CD para descomponer la luz. El alumnado investigará este fenómeno o bien orientando un CD hacia la luz del Sol o bien encendiendo una linterna o cualquier otra fuente de luz frente a un CD para ver el espectro de la luz blanca. Deberían intentar captar el espectro en una hoja de papel blanco cambiando el ángulo del CD. Recuerda al alumnado que nunca hay que mirar directamente al Sol.

Explica al alumnado que las atmósferas planetarias contienen distintas sustancias químicas o «ingredientes» y que cada uno de estos ingredientes tiene un patrón de colores, o «espectro», único. Cuando la luz de una estrella atraviesa las atmósferas, los ingredientes absorben parte de esos colores de la luz, lo que se ve como líneas negras. A partir del patrón obtenido se puede saber qué ingredientes lo causaron.



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Los chavales afianzarán los conocimientos aprendidos recreando el espectro del hidrógeno a partir de la información disponible. Recuérdales que tienen el espectro completo de la luz blanca en la ficha de actividades 3a. Explícales que se ha detectado hidrógeno en la atmósfera del exoplaneta D. El hidrógeno absorbe algo de luz de color azul, violeta y azul oscuro del espectro. ¿Serían capaces de trazar el espectro del exoplaneta D?

Véase el apartado «*Información para el docente*» para saber más sobre el espectro del hidrógeno.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Se puede confeccionar un espectroscopio sencillo insertando un CD en una caja. Las instrucciones para esta actividad junto con otras relacionadas con la luz y el color se pueden consultar en el recurso educativo de la Agencia Espacial Europea titulado «The Magic of Light», consistente en ocho ejercicios de razonamiento inductivo para niños de 8 a 10 años de edad con la finalidad de estudiar la luz y el color usando espectroscopios y círculos cromáticos:

<https://www.stem.org.uk/elibrary/resource/120656>

Entrega a cada grupo las fichas de actividades 3a y 3b. La ficha 3a contiene información sobre cuatro exoplanetas, los espectros identificativos de ingredientes clave y el espectro de la luz blanca. La ficha de actividades 3b es un cuestionario. Porta una breve descripción de cada exoplaneta y del espectro de tres planetas: A, B y C. El espectro del planeta D se ha omitido a propósito para que se complete con las actividades complementarias. El alumnado deberá cotejar estos patrones espectrales con los que aparecen en la ficha de actividades 3a para identificar qué elementos coinciden con cada espectro. Una vez que el alumnado localice qué ingrediente hay en la atmósfera de un planeta, podrá proceder a asignar un nombre a cada exoplaneta.

Puesta en común

Cada grupo expondrá sus resultados ante el resto de la clase, identificará los planetas A, B y C, y explicará en qué se ha basado para llegar a sus conclusiones.

— ¿Qué ingredientes consiguió localizar cada grupo? ¿Cuál de los planetas podría albergar vida, si es que hubiera alguno? ¿Por qué? O ¿por qué no?

Demostración del docente

Es bastante sencillo crear una «atmósfera» o nube en el interior de una botella para simular de manera sencilla la atmósfera de un exoplaneta. Vierte 50 ml de agua caliente en una botella de plástico transparente con tapón de tipo *sport*, enciende una cerilla, apágala y absorbe el humo de la cerilla hacia el interior de la botella comprimiéndola y soltándola varias veces. Cierra el tapón. La compresión de la botella aumenta la presión en su interior, eleva la temperatura y convierte las moléculas de agua en vapor. Cuando se libera la presión, la temperatura desciende lo que permite que las moléculas de agua se condensen alrededor de las partículas de humo y formen una «nube». Tal vez sea necesario practicar el experimento antes de realizarlo ante el alumnado.

Información para el docente

La luz está formada por radiación electromagnética de distintas longitudes de onda. Las sustancias que emiten luz tienen un espectro de emisión. Además, cada elemento absorbe ciertas longitudes de onda de la luz y crea un espectro de absorción. Cuando un elemento o compuesto químico se calienta, emite energía en forma de luz. Esos espectros de frecuencias de radiación electromagnética se pueden ver mediante un instrumento llamado **espectrómetro**. Cada elemento químico se identifica porque posee espectro único que es como su huella dactilar. Los primeros espectroscopios usaban prismas para desviar la luz, pero los modelos posteriores usan sistemas de rendijas denominados **red de difracción** a través de la cual pasa la luz. La luz se descompone entonces en distintas longitudes de onda. Los CD tienen pequeñas crestas en su superficie que reflejan la luz en distintas direcciones. Funciona como una red de difracción que descompone la luz visible, o luz blanca, en los colores del arcoíris.

La misión EUCLID de la Agencia Espacial Europea consiste en un satélite que usa un espectroscopio para estudiar por qué se está expandiendo el universo: <http://sci.esa.int/euclid/>

El exoplaneta A se corresponde con HD 189733b, un gigante gaseoso. En su atmósfera se ha detectado hierro. El exoplaneta B es HD 209458b, un júpiter caliente con sodio en la atmósfera. El exoplaneta C es el objeto 55 Cancri e, en cuya atmósfera se ha detectado helio entre otros elementos químicos. El exoplaneta D es Gliese 436b, un neptuno caliente cuya atmósfera contiene hidrógeno.

En esta actividad se han utilizado los espectros del helio, el hierro y el sodio, y la detección de estos elementos en una atmósfera no debe considerarse un indicador de vida, a diferencia de lo que podría ocurrir con el hidrógeno. El hidrógeno es una fuente de energía química para algunos microbios terrestres que habitan cerca de los surtidores hidrotermales de los fondos oceánicos. La detección de una fuente de hidrógeno en la atmósfera de un exoplaneta supone un hallazgo apasionante que implica que la existencia de vida extraterrestre en ese lugar no es imposible.

Un **espectroscopio** es un instrumento que mide el espectro de la luz.

Un **espectrógrafo** es un instrumento que descompone la luz en un espectro de frecuencias y registra la señal mediante una cámara.

Los especialistas que usan espectroscopios se denominan **espectroscopistas** y se dedican a investigar y medir el espectro de los patrones que se forman cuando ciertas sustancias o «materias» emiten radiación electromagnética o interaccionan con ella.

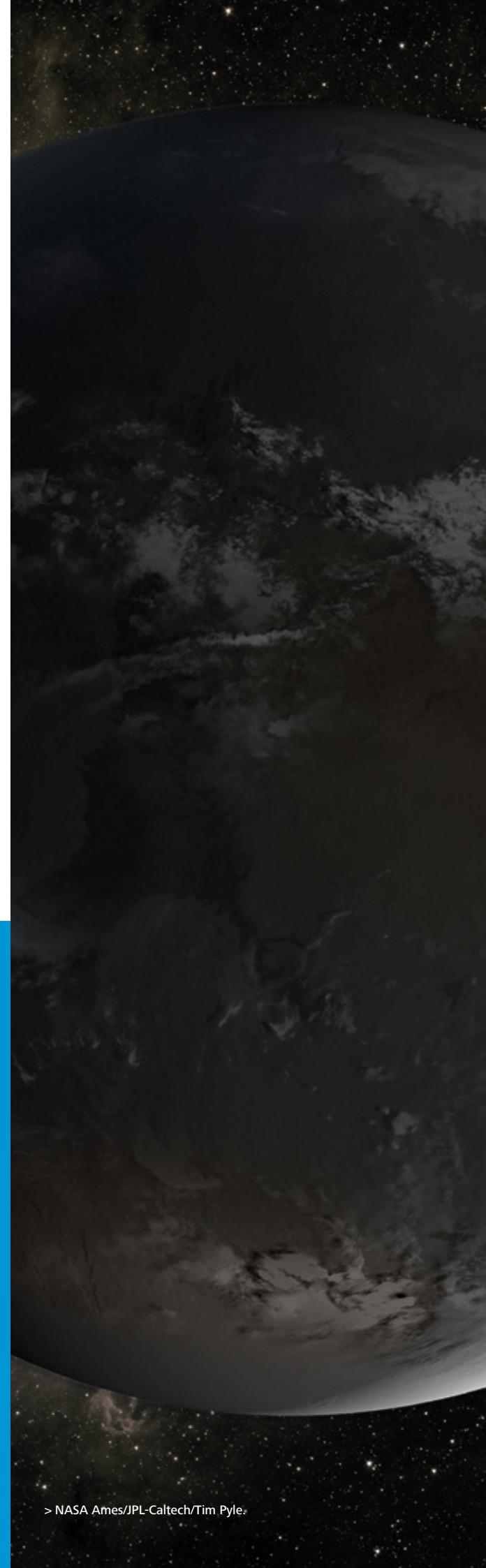
Contexto

La luz infrarroja es una forma de radiación electromagnética, pero no es luz visible. A veces percibimos sus efectos térmicos en la piel. Todo lo que está caliente también emite radiación infrarroja, y eso incluye planetas, estrellas y personas. Cuando se transfiere energía desde una fuente de calor, esta se dispersa por un área cada vez mayor. Eso significa que cuanto más lejos se encuentra un objeto, más cuesta detectarlo. Los astrónomos que buscan planetas extrasolares usan telescopios de infrarrojos para captar el tenue fulgor de los objetos del espacio exterior; con ellos detectan objetos muy fríos y, por tanto, demasiado tenues para observarlos en luz visible. En este tema el alumnado usará registradores de datos (data loggers) para medir temperaturas a distancia y usará papel termocromático para medir el ritmo al que se transfiere energía entre distintos materiales. //

[OBJETIVOS]

Aprender:

- que el planeta Tierra orbita alrededor del Sol en la zona habitable (o «zona de Ricitos de Oro»), donde la distancia y la temperatura son idóneas.
- que los planetas extrasolares son muy calientes o muy fríos dependiendo de la distancia que los separe de su estrella central.
- que en astronomía se usan telescopios especiales de infrarrojos para detectar estos objetos tan distantes.
- que la energía se transfiere de lo caliente a lo frío y que su intensidad decrece a medida que aumenta la distancia a la fuente.
- a trabajar siguiendo el método científico formulando predicciones, observando, registrando y usando datos para extraer conclusiones.





NI DEMASIADO FRÍA,
NI DEMASIADO CALIENTE

tema 4

La zona de Ricitos de Oro.

Material necesario para cada grupo de cuatro personas



Tablet o móvil
con app para tomar
imágenes térmicas
(opcional)



**Papel
termocromático**
cortado en cuadrados



**Variedad de
materiales y
superficies**



Placa de Petri
de plástico con tapa



Cronómetro



Taza termo
p.e. taza para café con
tapadera



**Pincho de
ensartar**
de metal o cuchara



Cinta adhesiva



2 latas
(opcional)



2 termómetros
(opcional)

Para preparar con antelación

- ① Seleccionar imágenes normales y en infrarrojos para mostrar en clase: <https://spaceplace.nasa.gov/ir-photo-album/en/>
- ② Registradores de datos (data loggers) y ordenador portátil para las demostraciones.
- ③ Retirar las etiquetas de dos latas. Pintar una de color negro con pintura acrílica mate o cubrirla con papel negro. Si es necesario, preparar un lote para cada equipo.
- ④ Agua caliente (a una temperatura máxima de 50 °C).

Actividad

Introducción

Muestra en la pizarra electrónica de clase algunas imágenes de telescopios que contengan información sobre el espacio. Algunos de estos instrumentos, como el telescopio espacial *Spitzer* reúnen información sobre la temperatura de planetas, estrellas y polvo, y se denominan telescopios de infrarrojos. Otro ejemplo lo ofrece el telescopio espacial *James Webb*, cuyo lanzamiento está previsto para 2021.

👁️ Véase <http://jwst-miri.roe.ac.uk> o <https://www.jwst.nasa.gov/>

Proyecta en la pizarra electrónica el juego de <https://spaceplace.nasa.gov/ir-photo-album/en/>. Al pasar la «lente de la cámara» sobre las imágenes el alumnado comprobará cómo se vería el mundo si la vista humana pudiera detectar la radiación infrarroja. Explica al grupo que algunos teléfonos móviles y tabletas cuentan con tecnología para detectar radiación infrarroja. El alumnado podrá investigar cómo utilizar las aplicaciones para móviles y tabletas que permiten tomar imágenes térmicas o infrarrojas para detectar diferencias de temperatura. ¿Se les ocurre alguna utilidad que pueda ofrecer esta tecnología para la vida cotidiana?

Demostración del docente

Coloca una vela encendida detrás de una botella de cola de 2 litros de manera que la vela no se vea. Sitúa la cámara de un teléfono móvil hacia el centro de la botella; ahora debería verse con claridad el fulgor de la vela en la pantalla del teléfono. La parte infrarroja más cercana del espectro de la luz se sitúa a continuación de la luz roja que el ojo humano es capaz de detectar. Las cámaras fotográficas de algunos teléfonos móviles no cuentan con un filtro para el infrarrojo cercano, sobre todo en la cámara frontal. Esto nos permite ver algo de la radiación electromagnética (luz) que emiten los objetos calientes. Un ejemplo de ello lo ofrece la contemplación de la llama de una vela a través de una botella llena de refresco de cola. La llama se ve mucho más al usar la cámara que a simple vista. Otra posibilidad consiste en modificar una cámara web para despojarla del filtro infrarrojo.

👁️ Véase <http://www.instructables.com/id/Infrared-IR-Webcam/>

En el siguiente enlace aparecen más ejemplos de imágenes en luz visible y en luz infrarroja:
http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/image_galleries/shoe.html



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Para ilustrar que los metales conducen energía: cada grupo llenará de agua caliente (a un máximo de 50 °C) hasta la mitad una taza termo. Introducirá en ella un pincho o una cuchara de metal y volverá a cubrir la taza con su tapadera, de manera que un extremo del metal quede bajo el agua y el otro extremo asome por el orificio de la tapadera que sirve para beber y taparán los huecos que quedan alrededor del metal con cinta adhesiva. El alumnado deberá emitir una predicción sobre qué pasará con la temperatura del extremo de metal que sobresale por fuera de la taza. Un miembro del grupo sujetará el extremo del metal al mismo tiempo que otro pone en marcha el cronómetro, e informará al grupo cuando detecte que aumenta la temperatura; entonces tomarán nota del tiempo. Los grupos cotejarán y discutirán después sus resultados. Si se dispone de registradores de datos (data loggers) se podrán usar los sensores de temperatura para detectar cambios de temperatura en los pinchos o las cucharas; el docente podrá conectar entonces el registrador de datos a un ordenador portátil para mostrar a la clase una gráfica con las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo a partir de los datos recopilados.



ENLACES

El siguiente enlace ofrece más ejemplos de imágenes en luz visible e infrarroja:
http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/image_galleries/shoe.html

Entrega a cada grupo varios cuadraditos de papel termocromático y deja que los chicos los manipulen para explorar sus propiedades. ¿Saben qué ocurre? Explica brevemente cómo funciona este material. (Consúltese el apartado titulado «Información para el docente»). Ya en grupos los alumnos seguirán investigando las propiedades del papel termocromático. Pueden probar a colocar el papel en distintas superficies o a sostenerlo con manos frías y calientes para observar sus cambios de color.

Tras examinar los cambios de color, planificarán una investigación para comparar la eficacia de distintos materiales como conductores del calor. Calentarán el papel termocromático colocando los cuadraditos sobre la tapadera de una placa de Petri llena hasta la mitad de agua caliente (a un máximo de 50 °C). En cuanto el papel cambie de color deberán colocar los cuadraditos sobre los materiales que quieran comprobar. El alumnado podrá investigar la conductividad térmica de diversos materiales y superficies emitiendo una predicción previa antes de medir cuánto tarda el papel en perder el calor y recuperar el tono inicial. Deberán decidir qué método seguirán para anotar los resultados de sus mediciones, como una tabla o gráfica, donde aparezcan los materiales ordenados de acuerdo con su conductividad térmica.

Puesta en común

Los resultados de cada grupo se pueden cotejar y debatir en la pizarra electrónica para exponerlos después en forma de gráfica.

- ¿Qué material fue más eficaz conduciendo el calor?
- ¿Qué material no fue un buen conductor térmico?
- ¿Qué utilidad tendrían estos resultados? ¿Se les ocurre algún uso práctico para los materiales termocromáticos?

Explica en clase que la energía siempre procede de una fuente y viaja a través de un material; cuanto más lejana esté la fuente, menor será la temperatura. Algunos materiales, como los metales, son buenos con-

ductores del calor y permiten que el calor pase a su través, mientras que otros son aislantes, lo que significa que no son muy eficaces dejando pasar el calor a través de ellos. En el espacio, la energía calorífica viaja por el vacío del espacio mediante un proceso denominado radiación.

Para demostrar la radiación calorífica

El docente podrá optar por utilizar este apartado como una demostración en clase o para que cada grupo realice su propio experimento. Vierte el mismo volumen de agua fría en dos latas de metal idénticas, pero con una de ellas pintada con pintura acrílica negra mate o envuelta en papel negro, e introduce en cada una un termómetro o una sonda de temperatura de un registrador de datos. Pon ambas latas al sol o bajo una fuente de calor, como un foco. Al cabo de un tiempo, el agua de la lata negra debería estar más caliente que la de la otra lata. La lata sin pintar absorbe poco calor porque refleja gran parte de la energía calorífica. En cambio, la superficie negra absorbe bien el calor radiante, y la temperatura del agua aumenta.

Información para el docente

La energía calorífica se desplaza de los objetos calientes a los fríos por tres métodos: convención, conducción y radiación. De todos ellos, la radiación es el único que no requiere contacto. En el espacio no hay medio material por el que circular y la energía calorífica solo puede viajar en forma de radiación. El infrarrojo es un tipo de luz que cae justo fuera del rango de la luz visible en el espectro electromagnético. Las ondas de luz portan energía; las longitudes de onda más cortas tienen más energía, mientras que las longitudes de onda más largas tienen menos energía. Los objetos más fríos brillarán con longitudes de onda más largas, mientras que los objetos calientes brillarán con longitudes de onda más cortas. En este proceso no interviene ninguna partícula, a diferencia de cuando se produce la conducción, así que la radiación puede darse en el vacío del espacio. Los astrónomos que buscan exoplanetas utilizan telescopios de infrarrojos para detectar el tenue fulgor de objetos situados en el espacio exterior. Los exoplanetas se detectan con más facilidad cuando son grandes y completan una órbita alrededor de su estrella cada pocos días. 51 Pegasi b es un ejemplo y se considera un Júpiter caliente. Estos planetas alcanzan temperaturas muy elevadas porque se encuentran muy cerca de sus estrellas y fulguran con intensidad en luz infrarroja. *Spitzer* fue el primer telescopio espacial que permitió detectar la luz de estos Júpiter calientes.

El **papel termocromático** contiene pigmentos sensibles a la temperatura. Cambian de color al calentarse o enfriarse. Los materiales termocromáticos se pueden utilizar para comprobar la «conductividad térmica», o la capacidad para conducir el calor, de un material.

Los **metales** son materiales de una conductividad extrema. La conducción permite que los átomos calientes, energéticos, choquen con átomos más fríos y alejados del metal, lo que los vuelve más energéticos. De este modo, la energía calorífica se va desplazando por el objeto.

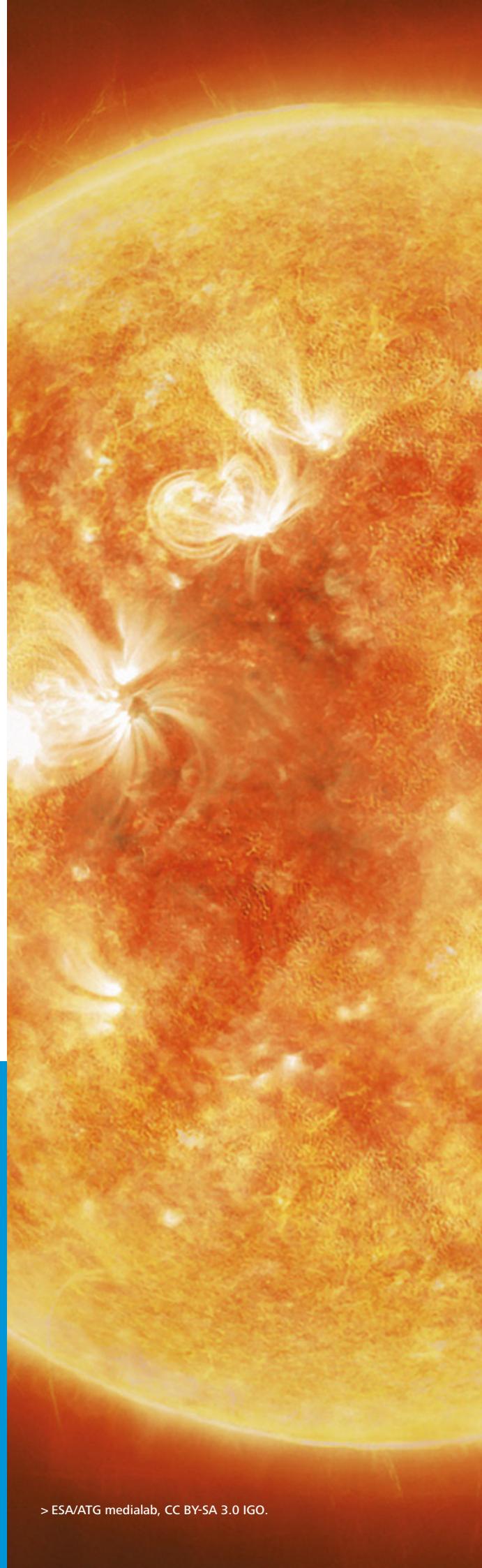
Contexto

A medida que un planeta orbita su estrella, puede situarse entre ese astro y la Tierra, lo que eclipsa para nosotros parte de la luz de la estrella. Esto recibe el nombre de tránsito. La medición de la intensidad de la luz durante un periodo de tiempo permite detectar planetas distantes y sus estrellas. En esta actividad los alumnos aprenderán cuestiones relacionadas con la luz y las sombras, el tránsito de planetas extrasolares ante sus estrellas centrales, las estrellas como objetos que emiten luz y la absorción de la luz. //

[OBJETIVOS]

Aprender:

- que cuando un objeto opaco o translúcido bloquea la luz de una fuente, se produce una sombra.
- que cuanto más cerca se encuentra el objeto de la fuente de luz, mayor es la sombra que produce.
- que las estrellas emiten luz.
- que a medida que los planetas orbitan alrededor de su estrella, bloquean parte de su luz.
- que los planetas absorben y reflejan luz.



EN TRÁNSITO

tema 5

Detección de planetas extrasolares mediante la medición del descenso de brillo.



Material necesario para cada grupo de cuatro personas



Pinchos de brochetas
o palillos de madera



Cartulina



Tijeras



Cinta adhesiva



Esferas de poliestireno
3 tamaños distintos
(o, en su defecto,
círculos de cartulina)



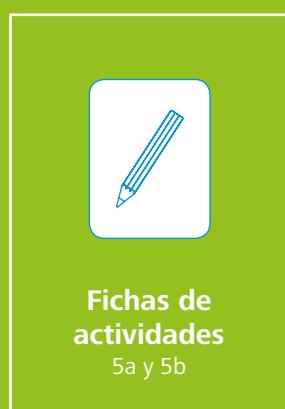
Fuente de luz
linterna o foco LED



Pizarra blanca



Registrador de datos (data logger)
y un ordenador portátil (opcional)



Fichas de actividades
5a y 5b

Para preparar con antelación

Prepara varias esferas de distintos tamaños, como un balón de fútbol, una pelota de espuma y una pelota de tenis. Se pueden preparar etiquetas identificativas con la profesión de fotometrista de tránsitos.

Actividad

Introducción

Pregunta en clase qué ocurre cuando un objeto opaco pasa por delante de una fuente de luz. Haz una demostración pasando un objeto por delante del foco del proyector de la clase y mostrando su sombra en la pizarra blanca. Como alternativa, usa una linterna o un foco y proyecta la sombra contra una cartulina blanca o la pizarra blanca del aula.

Plantea estas preguntas:

— ¿Qué le pasa al tamaño de la sombra cuando se acerca o se aleja el objeto de la fuente de luz?
¿Qué harías para averiguarlo?

Cada grupo de alumnos recortará una pequeña figura de cartulina que deberá unir a una base de cartulina para que se mantenga en vertical. Los alumnos planearán la investigación, emitirán predicciones y realizarán la actividad tomando mediciones meticulosas y tomando registros de los resultados. Tal vez quieran usar para sus registros el ejemplo que aparece en la ficha de actividades 5a. Los grupos pondrán en común sus hallazgos y explicarán sus conclusiones.

— ¿Qué han descubierto? ¿Qué pasó con el tamaño de la sombra al acercar o alejar la figura de la fuente de luz? ¿Cómo se aseguraron de que no hubiera desviaciones cada vez que realizaban la prueba? ¿Pueden usar los datos para trazar una gráfica que muestre el tamaño de la sombra frente a la distancia de la fuente de luz?

👁 Muestra en clase esta animación (titulada «Transiting Exoplanet Graph») con la simulación de la curva de luz que surge a medida que un planeta orbita alrededor de su estrella: http://youtu.be/OX_QWa_v5rw



ENLACES

Muestra en clase este interesante vídeo de animación donde se explica el trabajo de la misión *Kepler* y cómo opera este telescopio para detectar planetas:

<https://kepler.nasa.gov/multimedia/Interactive/HowKeplerDiscoversPlanetsElementary/flash.cfm>

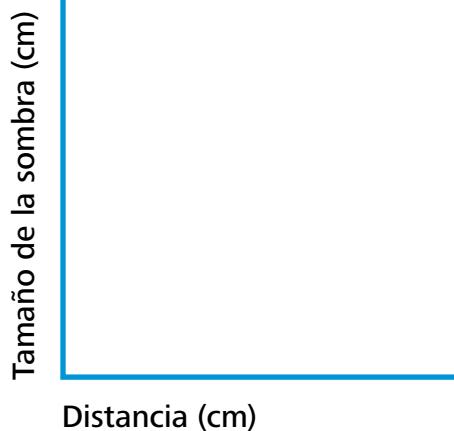
Herramienta Lightgrapher:

<https://kepler.nasa.gov/education/Modelsand-Simulations/lightgrapher/>



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Con una caja de zapatos se puede fabricar una caja de luz. Haz un orificio en uno de sus lados con la finalidad de iluminarla a través de él con algún tipo de foco, como una linterna led. En el lado opuesto practica otro orificio que quede justo en frente de la fuente de luz. Recorta una rendija semicircular en la tapadera de la caja cerca del extremo en el que se encuentre la fuente de luz. Introduce por este orificio un palillo que en uno de sus extremos porte una bola de plastilina que represente el planeta; asegúrate de que el haz de luz incide directamente sobre el planeta. Desplaza el palillo con el planeta desde un extremo de la rendija semicircular hasta el otro extremo simulando parte de la órbita. En lugar de mirar la luz directamente, usa un teléfono móvil o iPad colocado en el orificio por el que se mira y graba un video con el paso del planeta mientras lo desplazas de un extremo al otro de la rendija.



> Gráfica para ilustrar el tamaño de la sombra frente a la distancia de la frente de luz (en cm)

Recrea el tránsito de un planeta ante su estrella usando la pizarra blanca y el proyector de la clase a modo de estrella central. La clase debería percibir la sombra en la pantalla cuando dos alumnos lancen una pelota desde un lado de la pantalla hasta el otro. Prueba a usar pelotas de distintos tamaños.

El alumnado confeccionará por grupos una maqueta del tránsito de un planeta ante su estrella usando esferas de poliestireno (o círculos de cartulina) para representar los exoplanetas y los palillos o brochetas de madera para sostenerlos. Una fuente de luz, como una linterna o un foco led, hará las veces de estrella. Si se conecta un registrador de datos (data logger) a un ordenador portátil para medir la intensidad de la luz, se apreciará un descenso en la luz registrada cuando el planeta pase por delante de la fuente de luz.

Muestra al alumnado la ficha de actividades 5b donde aparece una serie de gráficas con el nivel de luz registrado a medida que un exoplaneta orbita alrededor de su estrella. La gráfica a también ilustra qué aspecto tendría la gráfica si el planeta en órbita fuera más grande. ¿Serían capaces de trazar una línea en los diagramas b, c y d que ilustre la gráfica resultante si cerca de la estrella orbitara un planeta más pequeño, más veloz o más lento?

Puesta en común

Insta a cada grupo a crear un modelo a partir de una de las curvas de luz que aparecen en la ficha de actividades 5b. ¿Saben explicar por qué cambia la curva de luz con la velocidad del tránsito o con el tamaño del planeta que orbita alrededor de la estrella? Aprovecha las actividades prácticas para comentar los detalles de conocimiento más relevantes. Recuerda al alumnado que la observación minuciosa del brillo de una estrella al lo largo de un periodo de tiempo permite detectar un descenso minúsculo en la cantidad de luz que vemos de esa estrella. Los científicos pueden medir ese brillo y representarlo en una gráfica que se conoce como curva de luz. Los planetas suelen ser pequeñísimos comparados con sus estrellas centrales, así que los descensos de luz que provocan en ellas son extremadamente leves. Los planetas del tamaño de la Tierra son especialmente difíciles de detectar. Los exoplanetas más grandes son fáciles de divisar, sobre todo cuando se detectan varias órbitas.



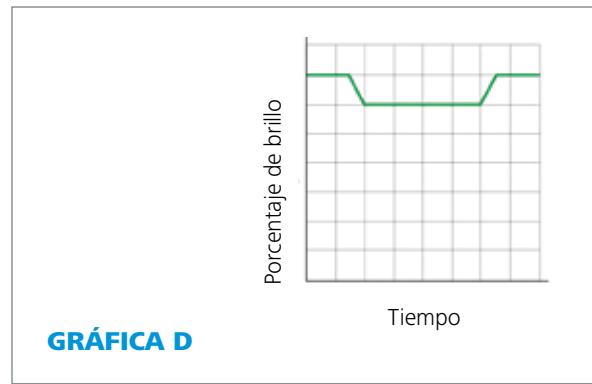
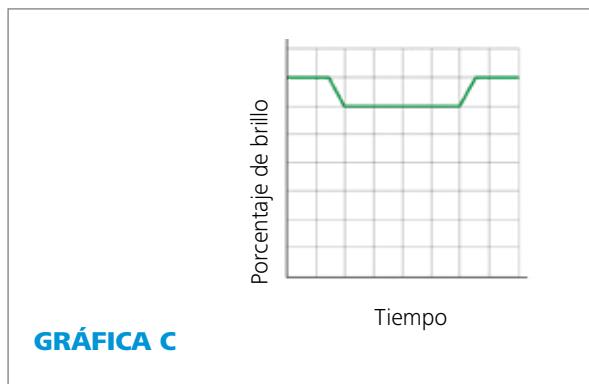
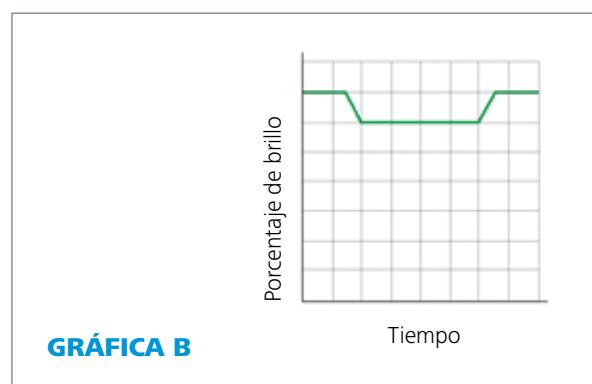
ENLACES

La misión Kepler de la NASA dedicó años a observar el mismo trozo de cielo, casi 100 000 estrellas, con la esperanza de captar tránsitos:

<https://kepler.nasa.gov/index.cfm>

Curvas de luz del tránsito de un planeta

Estas son cuatro copias de la misma curva de luz registrada durante el tránsito de un planeta por delante de su estrella. La gráfica a) también muestra la curva (en azul) que se obtiene cuando alrededor de la estrella orbita un planeta más grande. Dibuja otra curva en las gráficas que muestre: b) un planeta más pequeño, c) un tránsito más veloz, y d) un planeta más lento.



Cuaderno del profesorado
DETECTIVE DE EXOPLANETAS

Tema 5



Nuestra pregunta es...

Predecimos que...

Cambiaremos...

Mediremos...

Dejaremos igual las condiciones siguientes...

Resultados obtenidos...

actividades



Tema 5

Cuaderno del profesorado
DETECTIVE DE EXOPLANETAS

Resultados obtenidos:

Distancia a la luz (en cm)	Tamaño de la sombra (en cm)

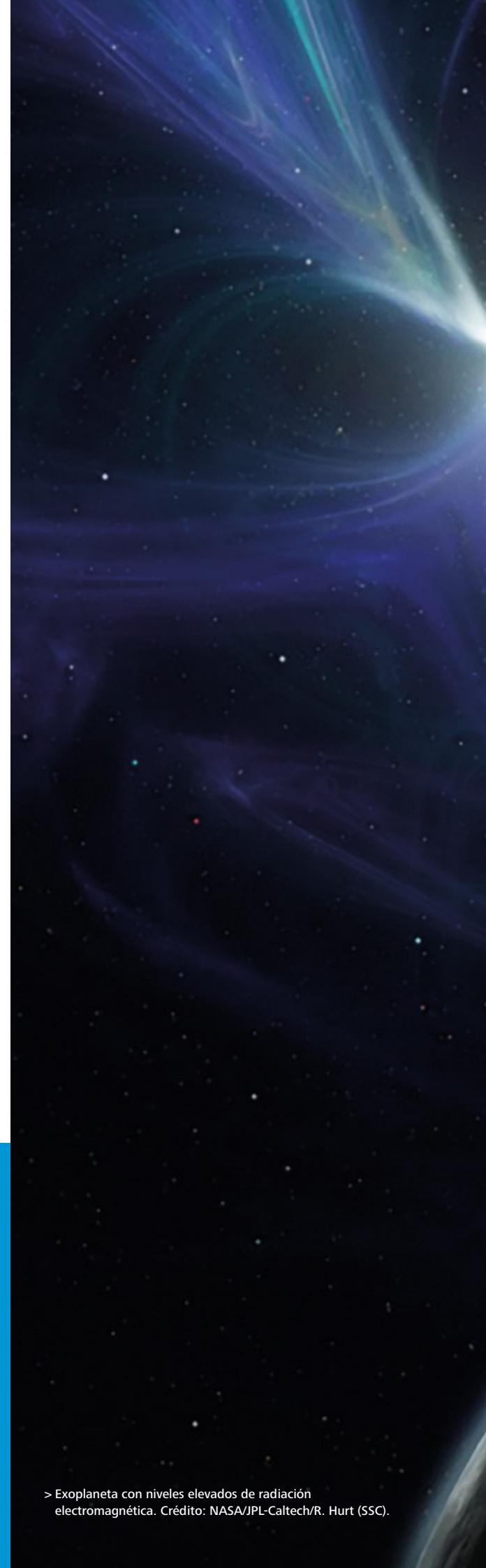
Los resultados obtenidos revelan...

actividades

Contexto

El descubrimiento del planeta extrasolar Proxima b, un posible mundo similar a la Tierra que orbita alrededor de Proxima Centauri (la estrella más cercana al Sol), suscitó diversas cuestiones relacionadas con su capacidad para albergar vida. Este exoplaneta está bombardeado por cantidades inmensas de radiación procedente de su estrella. Como se encuentra más cerca de su estrella que la Tierra del Sol, necesitaría contar con un campo magnético muy intenso para que la vida sobreviviera en él. Aquí en la Tierra, el campo magnético que rodea el planeta protege a todos los seres vivos de los peligrosos rayos cósmicos.

En esta actividad el alumnado estudiará los imanes, fabricará un electroimán sencillo e investigará sus propiedades. //



OBJETIVOS

Aprender:

- que los polos magnéticos se dan por pares.
- que los polos opuestos se atraen y que los polos iguales se repelen.
- que los imanes atraen algunos materiales.
- que una corriente eléctrica en un cable crea un campo magnético.

> Exoplaneta con niveles elevados de radiación electromagnética. Crédito: NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC).

QUE LA FUERZA
TE ACOMPAÑE

tema 6

Fabricación de un electroimán.



Material necesario para cada grupo de cuatro personas



2 imanes
alargados, circulares o
de herradura



**Contenedor de
plástico**
para el resto de
materiales



**Cable con
aislamiento**
Al menos 2 metros



Pelacables



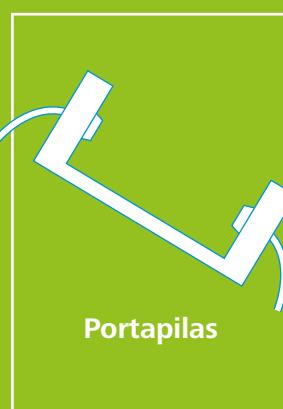
**2 clavos de
hierro**
grandes (uno fino y
otro grueso)



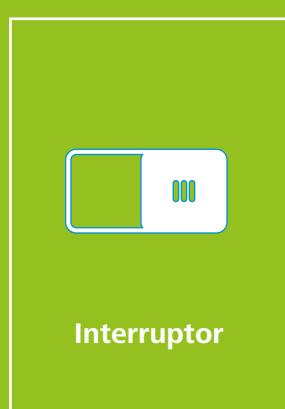
**Clips de
papelería**



3 pilas
tipo AA



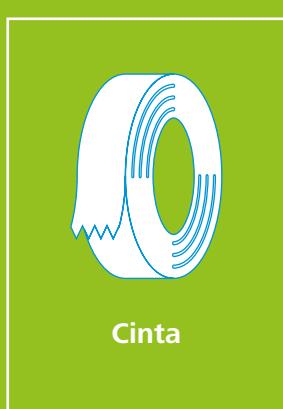
Portapilas



Interruptor



**2 cables de
conexión**
con pinzas de
cocodrilo



Cinta



Tijeras

Para preparar con antelación

El docente podrá preparar interruptores eléctricos simples con el alumnado si no dispone de interruptores comerciales.

👁 Véanse las instrucciones en el apartado titulado «*Información para el docente*».

Para esta actividad se pueden preparar etiquetas identificativas con la profesión de astrofísico.

Conviene confeccionar y probar un electroimán antes de realizar la actividad en clase. La fuerza del imán dependerá del número de espiras con que se construya.

Actividad

Introducción

Muestra en clase una imagen del exoplaneta Proxima b y explica que se trata de un planeta distante que orbita alrededor de una estrella llamada Proxima Centauri que es la más cercana al Sol. Aunque la órbita que sigue el planeta alrededor de su estrella está dentro de la zona habitable, soporta vientos descomunales 2000 veces más fuertes que los que imperan en la Tierra y recibe un bombardeo intenso de radiación. El planeta necesitaría contar con un campo magnético potente para proteger cualquier tipo de vida que pudiera albergar.

En esta actividad los alumnos investigarán por su cuenta qué tipos de imanes hay, comprobarán la atracción y repulsión entre sus polos y la fuerza magnética; asimismo estudiarán que los imanes atraen algunos materiales. Tras discutir sus resultados, explicarán que la electricidad se puede usar para construir un imán y lo que se obtiene se denomina electroimán.

Cada grupo usará los materiales que hay dentro del recipiente para fabricar un electroimán. Primero comprobará su eficacia usando clips de papelería. Después los grupos debatirán qué materiales les gustaría someter a su electroimán antes de reunir una serie de materiales.

Averiguaciones

- ¿Cuántos clips de papelería atraerá el electroimán?
- ¿Varía la fuerza del imán si se cambia la cantidad de espiras de alambre con que se construye?
- ¿Hay alguna relación entre el número de espiras del electroimán y la cantidad de clips de papelería que consigue atraer?

- ¿Puedes añadir un interruptor para activar y desactivar el paso de la electricidad y, por tanto, el imán?
- ¿Cómo afecta al imán un incremento del voltaje con una pila más potente o añadiendo más pilas?
- ¿Repercute en el imán el empleo de un clavo más largo, más corto, más grueso o más fino?
- ¿Qué materiales se pueden levantar usando la atracción de un imán?

Los datos recopilados durante la investigación de la relación entre el número de espiras y la cantidad de clips de papelería atraídos se puede plasmar después en gráficas. El alumnado deberá exponer sus hallazgos en forma de presentación o de mural.

Número de espiras

Número de clips de papelería

Puesta en común

Cada grupo elige un método para informar de sus hallazgos al resto de la clase y resumirá sus resultados en la pizarra electrónica. ¿Encontraron los grupos alguna conexión entre el número de espiras de alambre y la fuerza del electroimán? ¿Lograron aumentar la potencia de su imán? ¿Cómo? ¿Qué materiales atrajo el imán? ¿Coincidieron en sus conclusiones todos los grupos?

Información para el docente

Se cree que el campo magnético de nuestro planeta se genera en las profundidades del núcleo terrestre. A medida que la Tierra gira, se arremolinan los materiales fundidos situados en el núcleo del planeta. El hierro líquido conduce la electricidad y genera corrientes eléctricas que a su vez crean campos magnéticos. Los científicos han desarrollado un método para calcular el campo magnético de un planeta extrasolar distante que orbite alrededor de una estrella distinta de la nuestra. El método consiste en utilizar el telescopio espacial Hubble para observar el paso de un planeta por delante de su estrella y, entonces, estudiar la absorción de la radiación de la estrella por parte de la atmósfera del planeta para, por último, estimar el tamaño de los campos magnéticos que actúan alrededor del planeta.

Los campos magnéticos se producen cuando todos los electrones de un objeto de metal giran en la misma dirección. Un electroimán es un tipo de imán que usa electricidad y un material magnético, como el hierro, para crear campos magnéticos. Los campos magnéticos no se ven, pero sí se pueden medir sus efectos.

Para construir un electroimán simple

- Pela los extremos de un cable para despojarlos del aislamiento de plástico que los recubre
- Coloca los materiales dentro de un contenedor de plástico que no conduzca la electricidad
- Sujeta el cable de unos 20 cm de largo por uno de sus extremos, colócalo en la cabeza de un clavo de hierro y enróllalo a lo largo de él sin que se superponga en ningún lugar hasta la punta del clavo
- Asegúrate de que enrollas el cable en el clavo dando las vueltas siempre hacia el mismo lado para que la electricidad fluya en un solo sentido
- Conecta los extremos del cable a los dos lados (el positivo y el negativo) de la pila sujetándolo a ellos con un trozo de cinta aislante para que no dejen de hacer contacto.
- Cuando hayas conectado el segundo extremo del cable, la pila empezará a conducir electricidad por las espiras de alambre y el clavo quedará imantado
- Si permutas las conexiones también cambiarás la polaridad del campo magnético creado
- Prueba el electroimán colocándolo cerca de un clip de papelería o cualquier otro metal.



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Los alumnos investigarán el exoplaneta HD 209458b, apodado Osiris, un júpiter caliente que viene a ser una tercera parte más grande y más brillante que Júpiter. También podrían investigar Proxima b, para lo que podrán apoyarse en la información que encontrarán aquí:

https://en.wikipedia.org/wiki/Proxima_Centauri_b

<https://www.nasa.gov/content/goddard/hubbles-new-shot-of-proxima-centauri-our-nearest-neighbor/>



CONFECCIÓN DE UN INTERRUPTOR SIMPLE

Clava dos puntillas pequeñas en un taco pequeño de madera y ensarta en cada una de ellas un clip de papelería. Sujeta los cables a la cabeza de cada puntilla con pinzas de cocodrilo. El circuito se cierra al desplazar los clips para que estén en contacto. Usa este enlace para consultar las instrucciones para hacerlo y otros ejemplos de interruptores simples:

<http://homeschoolandthings.blogspot.co.uk/2013/03/making-simple-switch-for-electrical.html>

Contexto

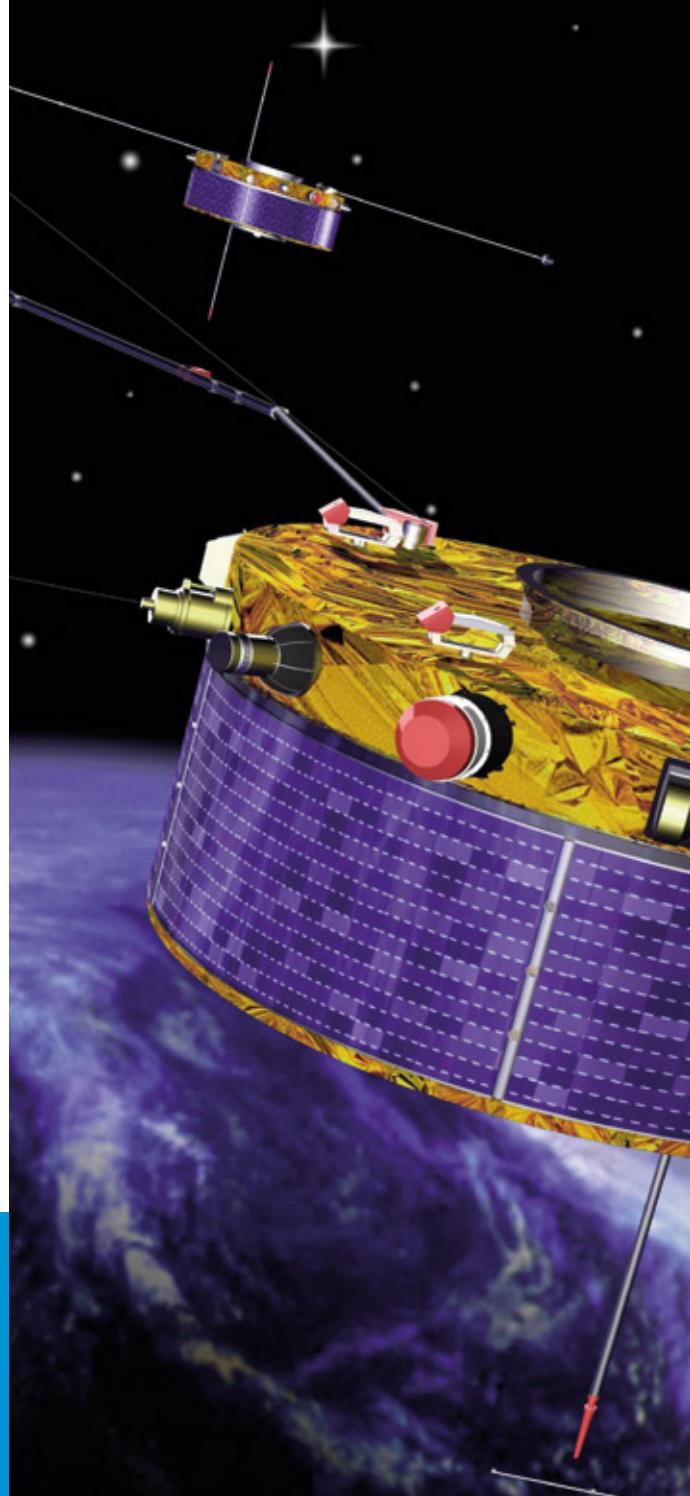
Los cuatro satélites *Cluster* de ESA han descubierto que la Tierra y otros planetas con campos magnéticos, como Júpiter y Saturno, emiten señales de radio que viajan por el espacio en un haz delgado. Estas emisiones solo se pueden detectar e interpretar usando radiotelescopios de gran tamaño.

En esta actividad el alumnado recreará diversos sistemas para enviar mensajes a distancia, incluido el recorrido de las ondas de radio por el espacio, usará el método científico para estudiar los teléfonos con cuerda y escuchará los sonidos naturales de la Tierra. //

[OBJETIVOS]

Aprender:

- que las ondas electromagnéticas viajan por el espacio.
- que los científicos captan esas ondas usando radiotelescopios.
- que esas ondas se traducen entonces a sonidos.
- a trabajar siguiendo el método científico mediante la formulación de predicciones, la realización de experimentos sin sesgos, y la recopilación e interpretación de datos.

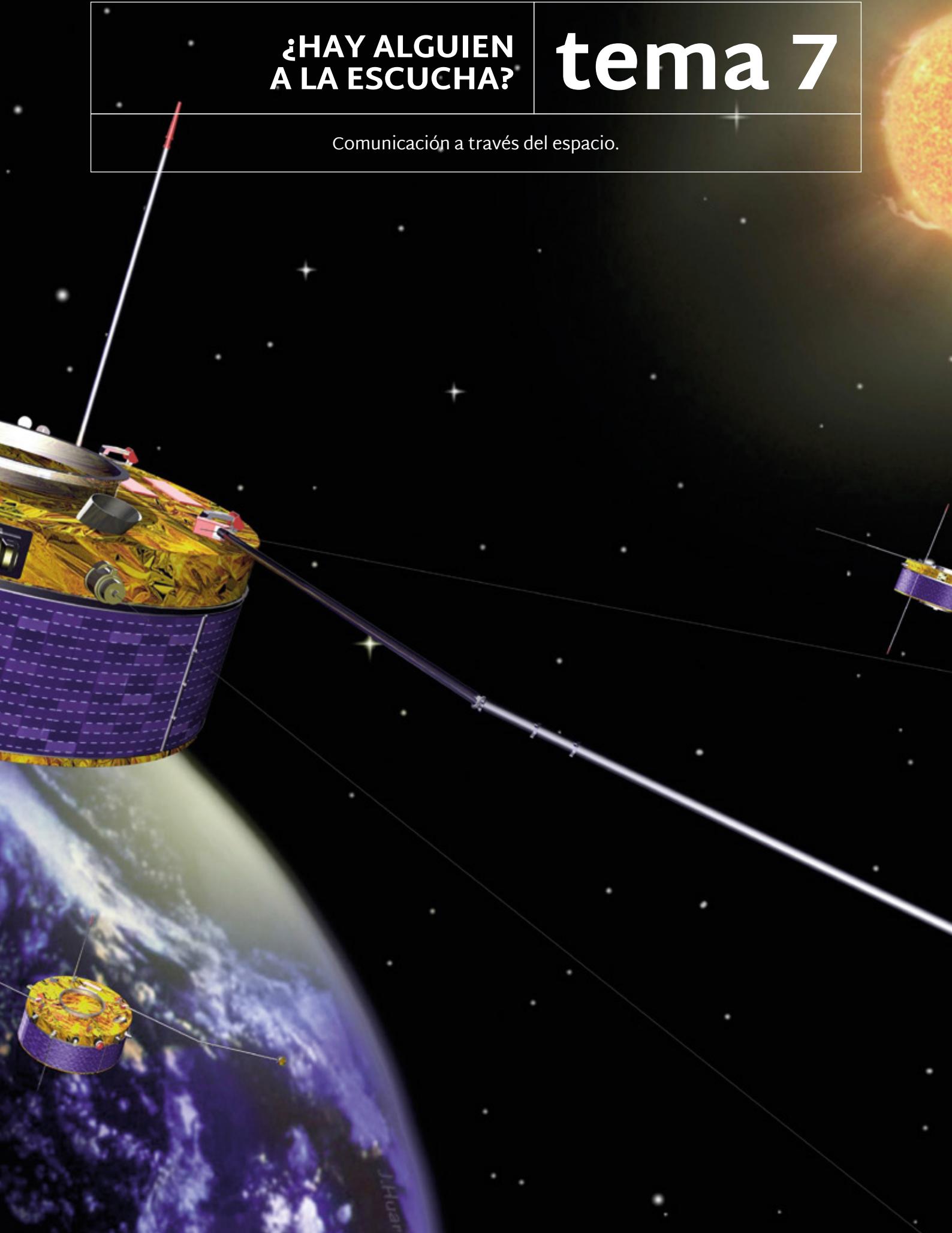


> Representación artística de los satélites *CLUSTER*.
Copyright: NASA

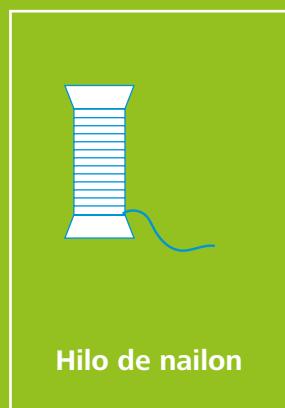
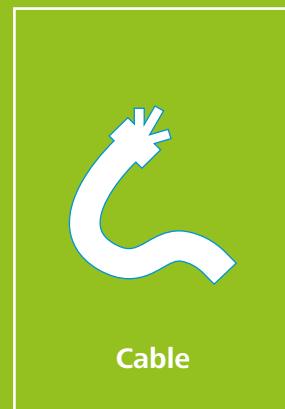
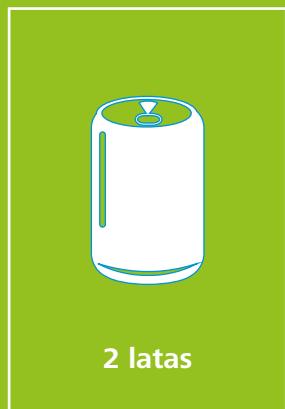
¿HAY ALGUIEN
A LA ESCUCHA?

tema 7

Comunicación a través del espacio.



Material necesario para cada grupo de cuatro personas



Materiales de apoyo para la demostración del docente



El bazuca de aire se puede conseguir por Internet o se puede construir con una caja de cartón si no se puede comprar uno (consultese el apartado titulado «Información para el docente»).

Ten a mano una radio analógica.

Practica un orificio en la base de cada lata y de cada vaso.

Para esta investigación se pueden preparar etiquetas identificativas con la profesión de radioastrónomo.

Actividad A

Averiguar maneras de enviar mensajes a distancia

Introducción

Comienza el tema con una demostración para despertar la imaginación del alumnado. Tiende una cuerda por el aula y cuelga de ella un trozo de papel de aluminio, o pide a alguien de la clase que lo sostenga en alto. Utiliza un bazуca de aire para lanzar una onda de aire a través del aula que haga vibrar el papel de aluminio. Luego, pide que un par de voluntarios se coloquen los vasos de poliestireno en la cabeza. Apunta con el bazуca hacia cada uno de los vasos y dispara. Los vasos se tambalearán y se caerán. Pregunta en clase qué creen que pasa.

- ☞ *También se pueden chocar dos platillos para demostrar que el aire que desplazan apaga la llama de una vela.*

Explica a la clase que, aunque no vemos el aire moverse hasta el papel de aluminio o los vasos, sí vemos o percibimos las consecuencias de ese desplazamiento. De manera análoga, las ondas de radio que recorren distancias inmensas por el espacio no se ven, pero sabemos que están ahí al capturarlas y transformarlas en sonido.

Pregunta en clase si se les ocurre alguna manera de enviar mensajes a distancia aquí en el planeta Tierra. Deja que debatan sus propuestas. Enseña en clase dos objetos sencillos (vasos de papel y cuerda) que podrían utilizarse para enviar un mensaje. ¿Se le ocurre a alguien cómo? Anímalos a comprobar sus propuestas. A continuación los chicos probarán por parejas a usar vasos de papel y cuerda para mandar mensajes. Organizados ya por grupos deberán identificar qué variables pueden cambiarse y cómo planificarían la investigación. Tal vez quieran apoyarse en la ficha de actividades 2a (del tema 2) para planificar la resolución de interrogantes como:

- ¿Afecta la longitud de la cuerda o el tipo de cuerda al sonido recibido?
- ¿Qué pasa cuando la cuerda está tensa o floja?
- ¿Tiene alguna repercusión el material del que está hecho el vaso?
- ¿Funcionaría el teléfono de cuerda doblando una esquina?
- El alumnado recopilará y anotará los datos y compartirá los resultados con la clase.

- ¿Qué tipo de cuerda o vaso recomendarían y por qué?

Puesta en común

Explica en clase que los sonidos se generan mediante vibraciones que se desplazan a través del aire, de sólidos y de líquidos. Las vibraciones que se producen al hablar dentro del vaso viajan por la cuerda hasta llegar al otro vaso; el aire que hay dentro del vaso y los huesos que hay en el cráneo vibran, y esas vibraciones llegan hasta los oídos y, entonces, el cerebro descifra esa información en forma de sonidos reconocibles.

👁 Para afianzar estos conocimientos se puede utilizar este video:

<https://www.youtube.com/watch?v=HMXoHKwWmU8>

Actividad B

Estudio de las ondas de radio

Introducción

Haz hincapié en que las ondas de radio son muy diferentes de las ondas del sonido. Explica que las ondas electromagnéticas pueden viajar por el espacio sin necesidad de que haya aire. Algunas de estas ondas se denominan ondas de radio. Los científicos han descubierto una manera de captar ondas de radio y convertirlas en señales que viajan hasta nuestro oído.

Actividad C

A continuación el alumnado reproducirá en clase el viaje que siguen las ondas electromagnéticas por el espacio hasta llegar al radiotelescopio. Varios voluntarios se colocarán en un extremo del aula con pelotas de espuma de diferentes colores que lanzarán hacia el «radiotelescopio», un paraguas abierto que otro voluntario sujetará desde el lado opuesto del aula de manera que la parte cóncava mire hacia la clase. Alguien decidirá qué colores representarán las ondas de radio útiles. Cuando se hayan lanzado todas las pelotas solo se conservarán las pelotas de los colores elegidos que haya atrapado el paraguas, mientras que el resto se desechará. Explica en clase que las estrellas (representadas por los alumnos voluntarios) emiten un montón de radiación (representada aquí por todas las pelotas de diferentes colores) que viaja por el espacio; el radiotelescopio (representado por el paraguas) capta toda esa radiación, pero este instrumento solo podrá utilizar la radiación de ciertas longitudes de onda, las denominas ondas de radio, las cuales transformará en señales comprensibles para nosotros.

Demostración del docente

Utiliza una radio analógica para que el alumnado perciba el sonido que se oye cuando no está sintonizada ninguna emisora, mientras que al sintonizar alguna el sonido se vuelve nítido. De forma análoga, seríamos incapaces de atribuir un sentido a las ondas de radio si su energía no se transformara en vibraciones que percibimos en forma de sonidos.

Explica en clase que la Tierra y otros planetas tienen una manera de gritarle al resto de la Galaxia: «¡Estoy aquí!». Lo que ocurre es que ese mensaje solo se percibe y se entiende mediante radiotelescopios de gran tamaño.

- ☞ *En este enlace escucharás una grabación con los «sonidos naturales de la Tierra:*
- http://www.esa.int/esaKIDSen/SEM5QPSHKHF_LifeinSpace_0.html

A .-	J .---	S ...	1 .----
B -...	K -.-	T -	2 ...---
C -.-.	L .-..	U ..-	3 ...--
D -..	M --	V ...-	4-
E .	N -.	W .--	5
F ..-.	O ---	X -..-	6 -....
G ---.	P .---.	Y -.-	7 ---..
H	Q ---.-	Z ---..	8 ----..
I ..	R .-.	O -----	9 -----.

> Tabla con el código Morse.



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

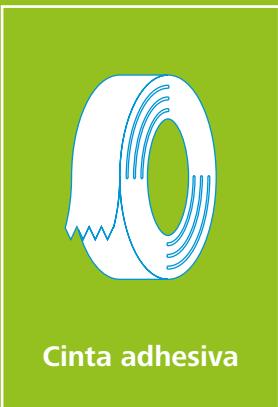
Los más entusiastas podrían construir o comprar un transmisor que permita al alumnado enviar mensajes. Los chicos también podrían realizar su propia grabación de radio.

También podría estudiarse el código Morse. Existe una aplicación para teléfonos móviles llamada Morse-It que traduce textos a pitidos en código Morse. Una lámpara led podría sustituirse por un timbre. Otra alternativa sería utilizar una linterna para enviar mensajes con patrones de haces de luz. Explica que la luz se puede usar de este modo para enviar información.

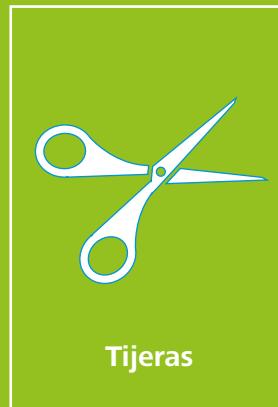
Material necesario para construir un **bazuca de aire**



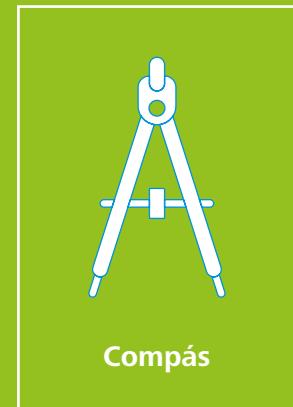
Una caja
de cartón



Cinta adhesiva



Tijeras



Compás



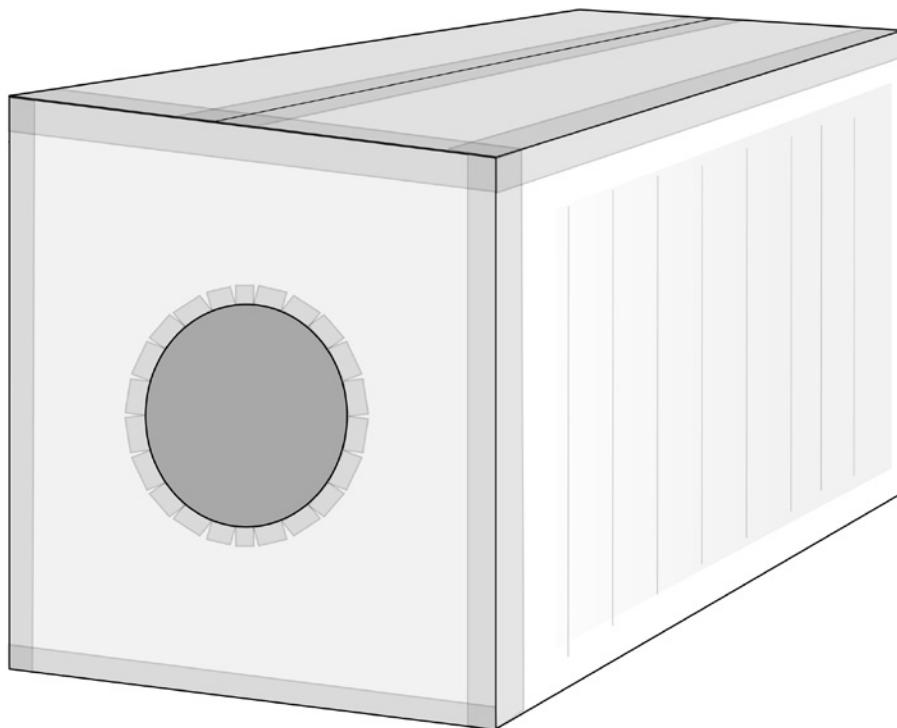
Bolígrafo

Información para el docente

Los objetos que pueblan el espacio, como planetas, exoplanetas, estrellas, polvo y gas, emiten ondas electromagnéticas de diferentes longitudes de onda. Parte de la luz que emiten tiene longitudes de onda muy largas, algunas de hasta kilómetro y medio de longitud. Estas ondas largas reciben el nombre de ondas de radio y son parte de una serie más grande de ondas denominadas en su conjunto espectro electromagnético. Como las ondas de radio son tan largas, para captarlas se utilizan telescopios especiales llamados radiotelescopios. Estos son mucho más grandes que los telescopios que se usan para captar la luz visible. Estos instrumentos inmensos se apuntan hacia las estrellas o planetas y permiten conocer su estructura, movimiento y composición a partir del estudio de las ondas de radio que provienen de esos objetos. En astronomía se utilizan ciertos instrumentos para convertir las ondas de radio en imágenes y sonidos.

Construcción de un bazuka de aire

- ① Sella por completo todos los bordes de la caja con la cinta adhesiva.
- ② Traza un círculo en el centro de uno de sus lados, recórtalo y sella los bordes de este orificio con cinta.
- ③ Golpea con las manos simultáneamente dos lados opuestos de la caja, de manera que el aire que hay en su interior se vea forzado a salir por el orificio circular.
- ④ Dirige el aire saliente hacia el objetivo, como un montón de vasos de papel, para intentar tumbarlos con la ráfaga.



Contexto

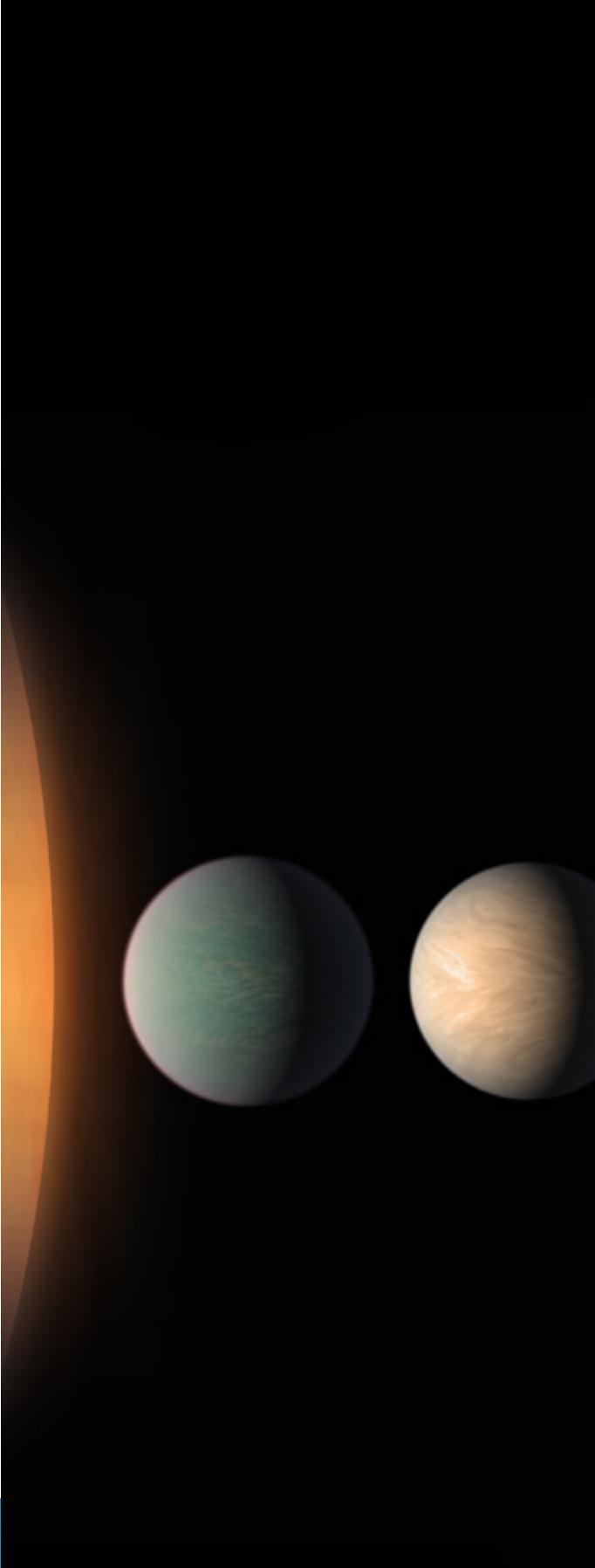
El telescopio espacial *Spitzer* reveló hace poco que alrededor de la estrella TRAPPIST-1 orbitan siete planetas similares a la Tierra cuyo nombre astronómico es b, c, d, e, f, g y h. Los planetas se detectaron debido a sus tránsito por delante de la estrella, lo que eclipsa periódicamente una parte minúscula de la luz estelar. Los planetas orbitan esta estrella siguiendo un patrón.

En este tema el alumnado usará materiales cotidianos para confeccionar instrumentos sencillos, como flautas de pan a partir de pajitas de refrescos, y producir con ellos siete notas que combinarán al antojo de su imaginación para crear melodías. //

[OBJETIVOS]

Aprender:

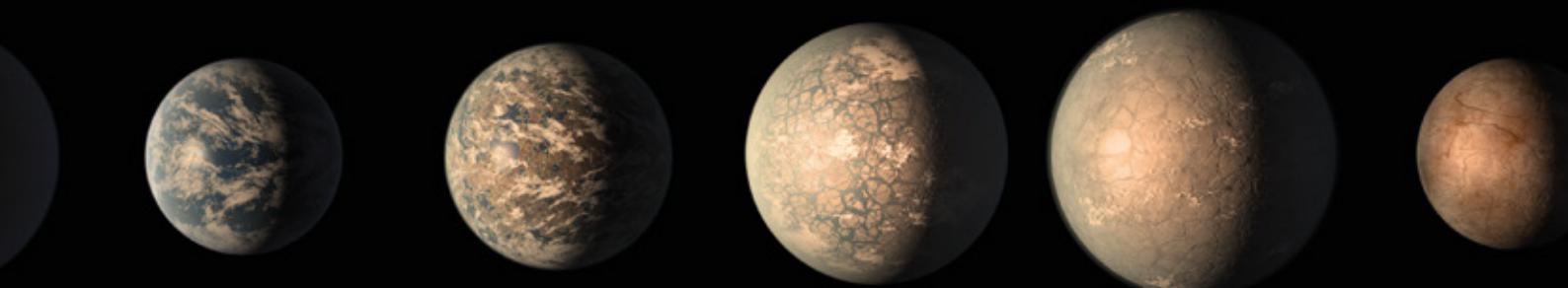
- que los sonidos se producen por vibraciones.
- que el tono de un sonido se puede cambiar.
- que los exoplanetas pueden transitar ante el disco de sus estrellas siguiendo un patrón regular.



LA MÚSICA DE LOS PLANETAS EXTRASOLARES

tema 8

Sonidos del espacio.



Material necesario para cada grupo de cuatro personas



Pajitas
de refrescos
(preferiblemente
de papel)



2 tijeras



Botellas o jarras
llenas de agua hasta
distintas alturas



2 baquetas
de tambor



Gomillas
elásticas
de varios tamaños



Caja de pañuelos
vacía



2 reglas
de plástico

Para preparar con antelación

Para esta actividad se pueden preparar etiquetas indentificativas para la profesión de ingeniero de sonido.

Actividad A

Introducción

Explica en clase que el telescopio espacial Spitzer descubrió la estrella TRAPPIST-1 y sus siete planetas.

- 👁 Muestra la imagen de TRAPPIST-1.
http://cdn.sci-news.com/images/enlarge3/image_4728e-TRAPPIST-1.jpg

Reproduce en clase la animación de los tránsitos ante TRAPPIST que aparece en el siguiente vídeo. Las órbitas se han acelerado para que el vídeo dure un solo minuto.

<http://www.spitzer.caltech.edu/explore/blog/371-Making-Music-from-Exoplanets>

Explica que usando los patrones de los tránsitos de estos siete planetas similares a la Tierra ante el disco de su estrella ha inspirado a un músico a componer una melodía basada en los tiempos en los que se producen esos tránsitos. Asignó al tránsito de cada planeta una nota musical acorde con su nombre (en inglés, b es la nota si; c es do; d es re; e es la nota mi; f es fa; g es sol; y h no se corresponde con ninguna nota musical) y añadió al conjunto una instrumentación sencilla de fondo y el ritmo de un tambor.

- 👁 Pon ejemplos de algún otro sistema planetario extrasolar, como Gliese o Kepler, con una cantidad diversa de planetas en órbita alrededor de la estrella central.
<https://exoplanets.nasa.gov/resources/174/>
<https://www.nasa.gov/ames/kepler/kepler-186-and-the-solar-system>

El alumnado cortará las pajitas de papel para construir siete «flautas de pan» de distintas longitudes. Todas ellas deberán tener uno de sus extremos aplanado de manera que al soplar por él se produzca una nota o vibración diferente. ¿Son capaces los alumnos de usar las flautas por turnos para crear una melodía? Organizados en grupos los chicos usarán esas siete notas para crear una melodía básica a la que añadirán la música que deseen.

Ya han compuesto una música basada en los tránsitos de TRAPPIST. ¿Podrán crear ahora una melodía basada en otros sistemas? Podrían probar a llenar botellas o jarras con agua hasta distintas alturas, a tamborilear con las baquetas, a hacer vibrar reglas sobre el borde de una mesa o a hacer vibrar gomillas elásticas tensadas a lo ancho de una caja de pañuelos vacía.

— ¿Sería capaz algún grupo de componer un rap para acompañar sus melodías?



Puesta en común

Cada grupo interpretará su composición para toda la clase. ¿Se les ocurre alguna aportación para mejorar las piezas musicales?

En el tema 7 el alumnado aprendió que los planetas con un campo magnético producen señales que se pueden detectar mediante radiotelescopios. Si una raza alienígena captara las señales de radio naturales que emite la Tierra oiría una serie de chasquidos y silbidos ¡parecidos a los de R2-D2, el robot de Star Wars!

- 👁 Vuelve a oír los chasquidos y silbidos de la Tierra en el sitio ESA Kids:
http://www.esa.int/esaKIDSen/SEM5QPSHKHF_LifeinSpace_0.html

Oíd en clase un corte de Star Wars, la firma de cinco notas de la película Encuentros en la tercera fase, o cualquier otra música relacionada con el espacio.

El programa Scratch

Cada uno de los planetas de Trappist-1 tarda un tiempo diferente en completar una órbita alrededor de su estrella central. Las leyes de Kepler dicen que cuanto más lejos se encuentra un planeta de su estrella, más tarda en recorrer su órbita.

En este proyecto en Scratch, el periodo de cada órbita es proporcional a los periodos orbitales reales de los planetas de Trappist. Cada vez que un planeta completa una órbita, el modelo emite un sonido diferente.

- 👁 <https://scratch.mit.edu/projects/153216618/>

Los sonidos están asignados de la siguiente manera, pero es fácil cambiar esto dentro del modelo:

B – Chomp	C – Boing	D – Cricket
E – Meow	F – Alien Creak2	G – Bass Beatbox
H – Goose		

El tiempo que dura cada órbita se puede encontrar en el programa Scratch y se da en segundos.

El cursor proporcional del modelo se puede utilizar para obtener múltiplos de cada periodo orbital. Por ejemplo, si la proporción se establece en 2, entonces el periodo de Trappist-1b ascenderá a 3.02 segundos, y el de Trappist-1h será de 40 segundos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

El alumnado podría iniciarse en el empleo de un programa informático para crear sus propias composiciones musicales basadas en los patrones orbitales de los planetas de TRAPPIST-1. Beatwave es una aplicación interesante que se puede usar con teléfonos móviles y que ofrece la posibilidad de crear ritmos simples, melodías, melodías paralelas y de añadir instrumentos de fondo.

Actividad B

- 1 Pulsa la flecha: identifica los distintos sonidos que se oyen.
- 2 Ordénalos por periodos (del más corto al más largo). Pulsa stop para detener los sonidos.
- 3 Cronometra cada uno: crea una tabla con los periodos orbitales (en segundos).
- 4 Pulsa en cada planeta para comprobar que cada sonido se reproduce por separado. Los datos reales de los planetas se pueden encontrar en Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/TRAPPIST-1#/media/File:-PIA21425_-_TRAPPIST-1_Statistics_Table.jpg



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Usar los datos del periodo orbital para crear una composición musical similar para nuestro Sistema Solar y compara los dos sistemas.

Crear una animación con Scratch para ilustrar la rotación de los planetas del sistema TRAPPIST-1 en torno a su estrella.

El alumnado podría recrear las órbitas intentando cronometrar sus períodos mientras caminan en torno a una «estrella» de manera que siempre pasen por el mismo punto cada vez que oigan el sonido de su planeta. Esta recreación física de las órbitas con alumnos representando cada uno de los planetas orbitando alrededor de una estrella central podría ayudar al grupo a entender la distancia a la que se encuentra cada planeta de la estrella y la velocidad a la que se desplaza en relación con los demás planetas del sistema. Asimismo podría ayudarles a entender qué hicieron en realidad durante la actividad con el programa Scratch: que cada sonido representa una órbita completa. Tendrían que poner a escala la distancia de las órbitas, porque si no algunos tardarían días en completar una vuelta, de modo que un ejercicio matemático útil consistiría en crear una escala adecuada que pudiera representarse dentro de la clase. Para ello deberán asumir que las órbitas son circulares. Si juegan con el cursor proporcional del modelo encontrarán la mejor opción para que todos los planetas completen sanos y salvos sus órbitas respectivas. Deberán calcular la longitud del periodo de su sonido particular, y luego lo comprobarán.

Quien tenga habilidad programando podrá ampliar el ejercicio introduciendo las órbitas de los planetas en el modelo.

- 👁 En este enlace se puede encontrar un ejemplo de movimiento circular en Scratch:
<https://scratch.mit.edu/projects/11439426/>

Contexto

En esta actividad el alumnado recopilará información sobre planetas extrasolares y, basándose en ella, usará la imaginación y trabajará de manera creativa para diseñar y describir un nuevo exoplaneta. Para ello tendrá en cuenta rasgos clave y las adaptaciones que necesitarían desarrollar los seres vivos para sobrevivir en las condiciones ambientales de ese planeta. //

[OBJETIVOS]

Aprender:

- que los planetas extrasolares y sus estrellas se encuentran a millones de años-luz de distancia del Sistema Solar.
- que las condiciones ambientales que se dan en esos planetas son diversas .
- que los seres vivos experimentan adaptaciones a lo largo del tiempo para sobrevivir en las condiciones ambientales que existen en cada momento.
- que en otros sistemas planetarios podría haber formas de vida diferentes a las de la Tierra.

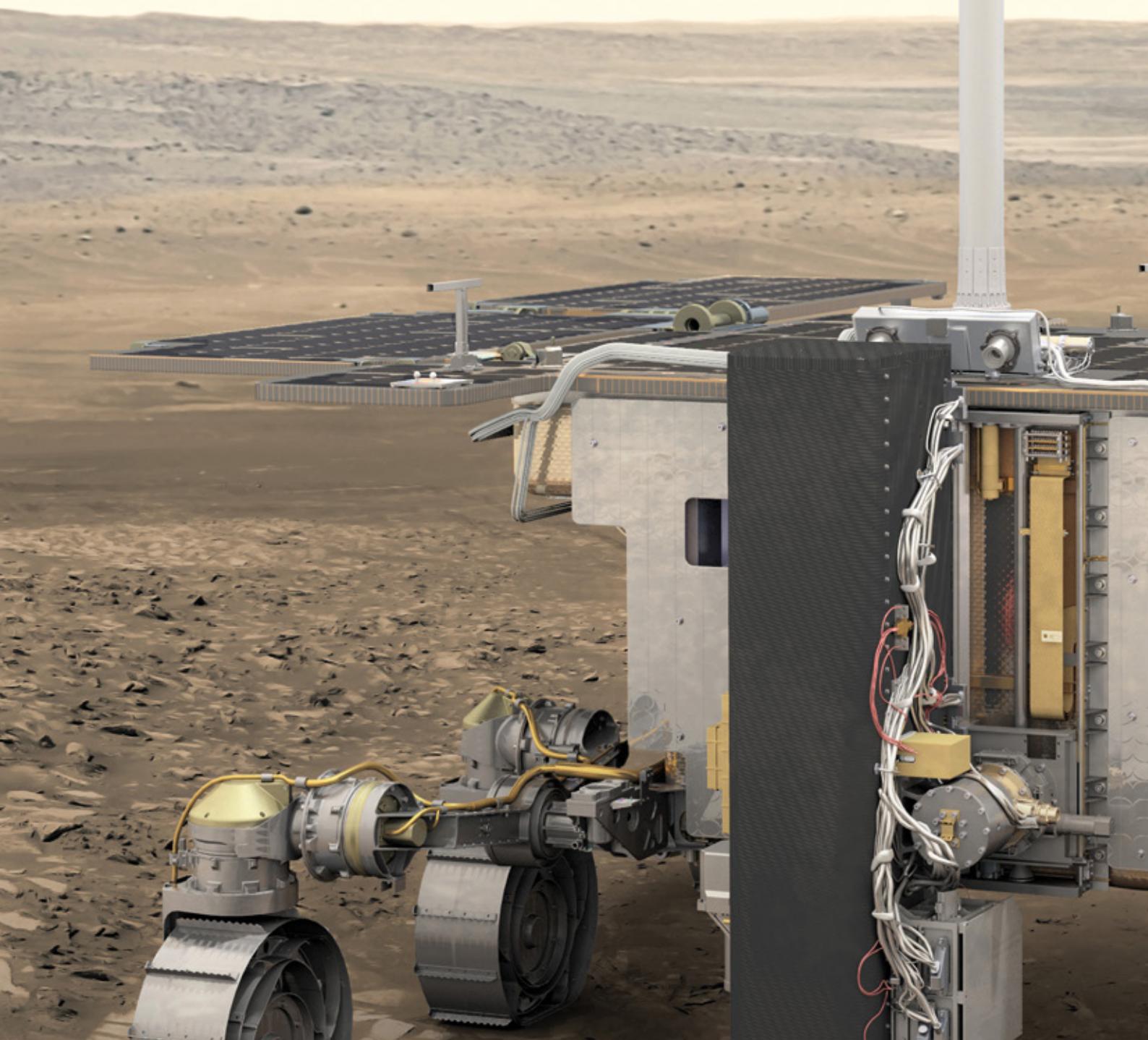


> ExoMars Rover.
ESA/ATG medialab

AGENCIA DE VIAJES A PLANETAS EXTRASOLARES

tema 9

Exploración de mundos alienígenas.



Material necesario para cada grupo de cuatro personas



Papel



Rotuladores
y lápices de
colores



Libros, tabletas
u ordenadores
de consulta

Para preparar con antelación

Para esta actividad se pueden preparar etiquetas identificativas para las profesiones de astrónomo extra-galáctico y astrobiólogo

Introducción

Explica en clase que en este tema deben actuar en primer lugar como astrónomos extragalácticos para estudiar y diseñar un planeta extrasolar distante. Despues harán las veces de astrobiólogos para estudiar y diseñar alguna forma de vida alienígena única y tendrán que describir cómo se ha adaptado a las condiciones ambientales que imperan en su lejano mundo.

Empieza la actividad con un emocionante viaje a mundos distantes usando la herramienta interactiva:
<http://eyes.jpl.nasa.gov/eyes-on-exoplanets.html>

Muestra en clase las imágenes del sitio en Internet de la NASA:
<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/exoplanet-travel-bureau/>

En este sitio encontrarás una selección de carteles con gran variedad de exoplanetas que ilustran los rasgos únicos de cada uno de ellos.

- TRAPPIST-1_Planet hop from TRAPPIST-1 (de planeta en planeta desde TRAPPIST-1)
- PSOJ3188.5-22 _Where the night life never ends (Donde la vida nocturna nunca cesa)
- HD4037G_Experience the gravity of a super earth (Experimenta la gravedad de una supertierra)
- KEPLER-16B_Where your shadow always has company (Donde tu sombra siempre tiene compañía)
- 51 Pegasi-b_Greetings from your first exoplanet (Saludos desde tu primer exoplaneta)
- KEPLER-186F_Where the grass is always redder (Donde la hierba siempre es más roja)

El tamaños de estos exoplanetas va desde las supertierras hasta los minineptunos; algunos son rocosos, otros son áridos como desiertos; los hay volcánicos, achicharrantes, gélidos; unos son asolados por potentes vientos, otros son bombardeados por radiación intensa.



Actividad A

Cada grupo estudiará varios sistemas de planetas extrasolares y, con la información obtenida, creará una descripción detallada del mundo distante inventado por ellos. A continuación diseñarán un cartel en el que figuren los principales rasgos de ese planeta.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Si fuera posible, ¿a cuál de esos exoplanetas viajarían los chicos o enviarían una sonda para estudiarlo y por qué? El docente hará hincapié en que es imposible viajar a estos exoplanetas distantes debido a las inmensas distancias que nos separan de ellos. ¿Cómo sería ese lugar? Si pudieran elegir sus características, ¿cuáles creen que serían las ideales para vivir felices y con bienestar?

Puede que los grupos quieran componer una música para acompañar su mural. También podrían diseñar, confeccionar y decorar una maqueta para ilustrar los rasgos principales del mundo distante que han elegido. Esta actividad podría relacionarse con otros temas interdisciplinares del currículo, como dibujo, teatro, tecnología, ingeniería, geografía, lectoescritura e informática.

Actividad B

Si en ese mundo pudiera haber vida, ¿qué forma tendría? ¿Qué clase de adaptaciones tendrían que desarrollar los seres vivos para sobrevivir en las condiciones ambientales de este planeta? La astrobiología aspira a descubrir cuáles son las condiciones necesarias para la vida y qué formas puede adoptar la vida? Los alumnos asumirán el papel de astrobiólogos para estudiar los entornos extremos que hay en la Tierra y las adaptaciones que han desarrollado los seres vivos para sobrevivir en ellos. Usarán esta información para describir la clase de vida alienígena que podría existir en el nuevo mundo que han imaginado. Dibujarán y pondrán nombre a esta nueva forma de vida y señalarán sus rasgos principales.

Puesta en común

Los grupos presentarán sus diseños ante su clase o ante otra clase y describirán con detalle el mundo alienígena que han inventado. Expliquerán qué adaptaciones han desarrollado los seres vivos para adaptarse a ese entorno.

Voyager

En 1977 se lanzaron las dos sondas gemelas Voyager 1 y 2 para explorar regiones del espacio a las que ningún otro artefacto terrestre había llegado jamás. Ambas están más lejos del Sol que Plutón, y a través de los datos que siguen enviando a la Tierra los científicos confían en conocer mejor el espacio que media entre las estrellas, llamado espacio interestelar. La nave lleva a bordo un disco de cobre chapado en oro de unos 30 cm con sonidos e imágenes seleccionados para retratar la diversidad de la vida y la cultura en la Tierra.

- ¿Qué pondrían los chicos en un disco así para enviar en una misión con destino a un planeta distante situado fuera de los confines de nuestra propia Galaxia?
- ¿Cómo describirían a los seres humanos?
- ¿Qué los hace felices?
- ¿Qué cualidades consideran deseables en un ser humano?
- ¿Qué aficiones, animales, accidentes geográficos o música incluirían en el disco?
- Si tuvieran que escribir una carta a un ser alienígena, ¿qué le dirían?



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

El alumnado podría grabar un vídeo o un mensaje de voz, composiciones musicales, programas informáticos, robots, creaciones artísticas o fotografías. Esta actividad ofrece muchas posibilidades para seguir un planteamiento interdisciplinar amplio atractivo para todas las edades y todo tipo de capacidades.

Otros cuadernos didácticos

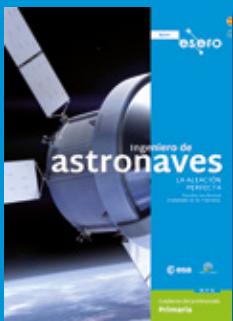
Consulta todos los disponibles
y descárgalos de la web www.esero.es



Detective de exoplanetas

ESCONDIDOS EN LA LUZ
Modelado de tránsitos de exoplanetas.

PRIMARIA



Ingeniero de astronaves

LA ALEACIÓN PERFECTA
Descubre las distintas propiedades de los materiales.

PRIMARIA



Lanzador de cohetes

TECNOLOGÍA ESPACIAL
Calcula y diseña tu propio lanzamiento.

PRIMARIA



Observador de la tierra

CENTINELA INCANSABLE
Recogida y análisis de información para comprender mejor nuestro planeta.

PRIMARIA



Detective de exoplanetas

ESCONDIDOS EN LA LUZ

Modelado de tránsitos de exoplanetas.

SECUNDARIA Y BACHILLERATO



Ingeniero de astronaves

LA ALEACIÓN PERFECTA

Descubre las distintas propiedades de los materiales.

SECUNDARIA Y BACHILLERATO



Lanzador de cohetes

TECNOLOGÍA ESPACIAL

Calcula y diseña tu propio lanzamiento.

SECUNDARIA Y BACHILLERATO

Colaboradores ESERO Spain. Octubre 2018

ANDALUCÍA. Consejería de Educación de la Junta de Andalucía

ARAGÓN. Fundación Centro Astronómica Aragonés
Espacio 0.42

Fundación Ibercivis

ASTURIAS. Consejería de Educación y Cultura del Gobierno
del Principado de Asturias

CANARIAS. Consejería de Educación
y Universidades del Gobierno de Canarias

CATALUÑA. CESIRE (Centre de Recursos Pedagògics Específics
de Suport a la Innovació i la Recerca Educativa).
Departament d'Ensenyament. Generalitat
de Catalunya

GALICIA. Consellería de Cultura, Educación e Ordenación
Universitaria de la Xunta de Galicia

MADRID. Consejería de Educación e Investigación
de la Comunidad de Madrid

Grupo de Investigación en Nutrición, Ejercicio
y Estilo de Vida Saludable. INEF. Universidad
Politécnica de Madrid

MURCIA. Consejería de Empleo, Universidades
y Empresa Región de Murcia

NAVARRA. Pamplonetario

VALENCIA. Ciutat de les Arts i les Ciències.
Generalitat Valenciana



DE-P-01

Cuaderno del profesorado
Primaria

Detective de
exoplanetas
ESCONDIDOS EN LA LUZ
Modelado de tránsitos de exoplanetas.