

Spain

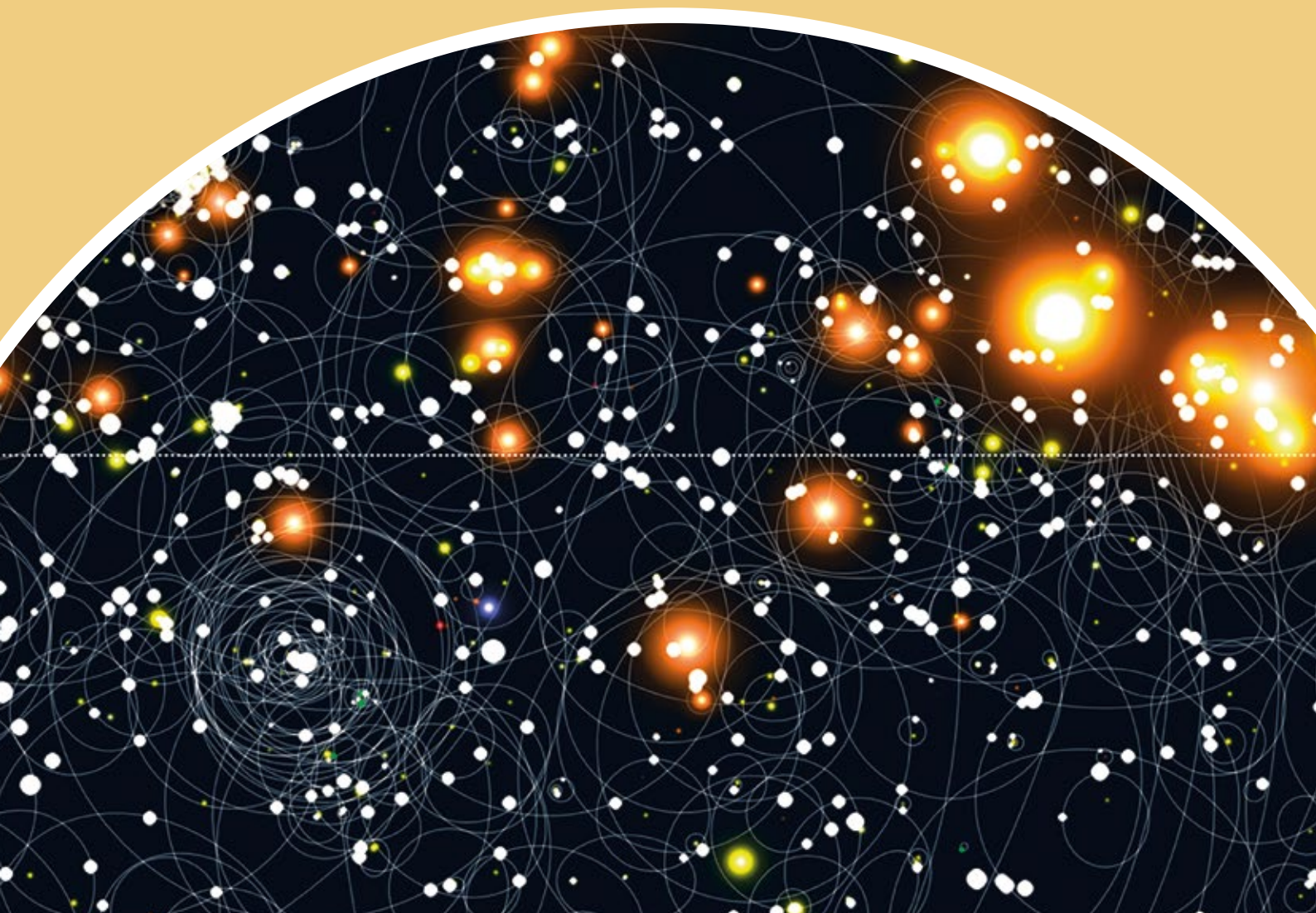


DETECCIÓN DE EXOPLANETAS
Escondidos en la luz

DE-P-01

En la zona Ricitos de Oro

Descubriendo un entorno habitable



SUMARIO

- 3** Datos básicos
- 4** Introducción
- 6** Actividad 1. Detección de planetas extrasolares mediante la medición del descenso de brillo
- 10** Actividad 2. Trazado de órbitas de los planetas del Sistema Solar y de otros sistemas solares
- 17** Actividad 3. Ni demasiado fría, ni demasiado caliente: en la zona de Ricitos de Oro
- 22** Fichas de trabajo para el alumnado
- 24** Anexos
- 31** Enlaces de interés

DE-P-01

En la zona Ricitos de Oro

Descubriendo un entorno habitable

5ª Edición. Mayo 2020

Guía para el profesorado

Ciclo
Primaria

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

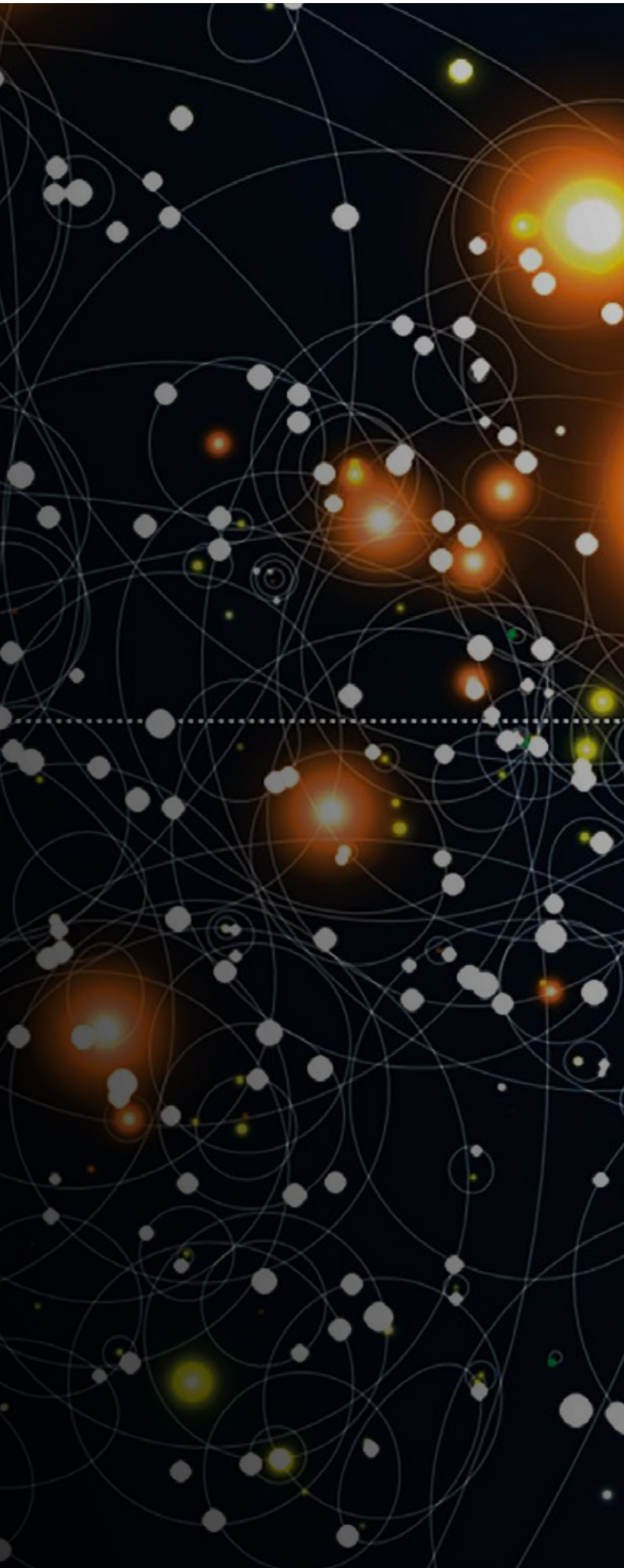
Traducción
Dulcinea Otero Piñeiro

Dirección
Parque de las Ciencias, Granada.

Créditos de la imagen de portada:
Goldilocks: Discover all known habitable-zone
ESA - European Space Agency

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

Basado en la idea original:
ARE WE ALONE?
The search for planets beyond our solar system
Oficina ESERO UK
Autores: Sue Andrews y colaboradores ESERO UK



Objetivos didácticos



Actividad 1

Detección de planetas extrasolares mediante la medición del descenso de brillo

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.

Actividad 2

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

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.

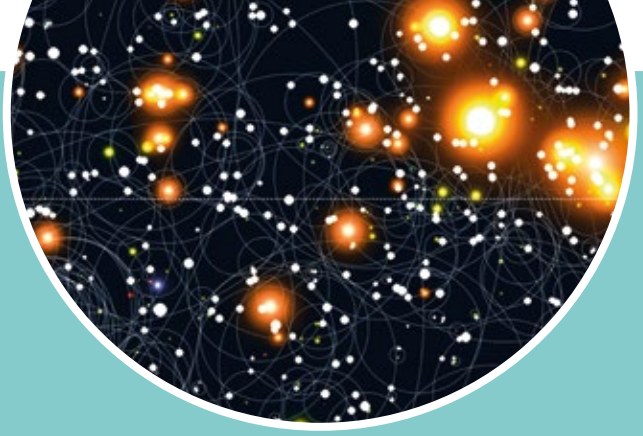
Actividad 3

Ni demasiado fría, ni demasiado caliente: en la zona de Ricitos de Oro

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.

Exoplanetas: escondidos en la luz



Introducción

- 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 conocemos 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 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 que va a medir desde el espacio la misión CHEOPS.

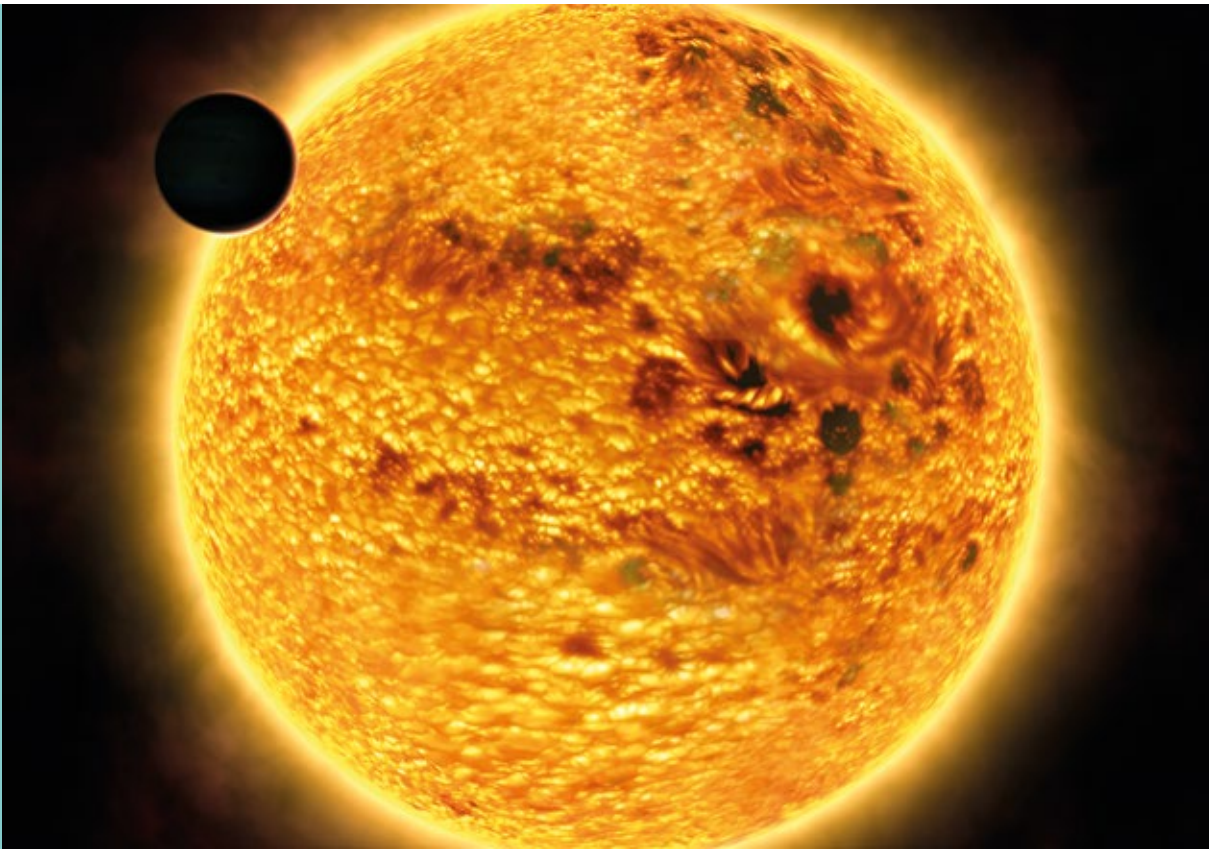
CHEOPS es un telescopio espacial de la Agencia Espacial Europea que será lanzado al espacio en el 2018. Será capaz de medir el radio de los exoplanetas con una precisión hasta ahora desconocida.

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

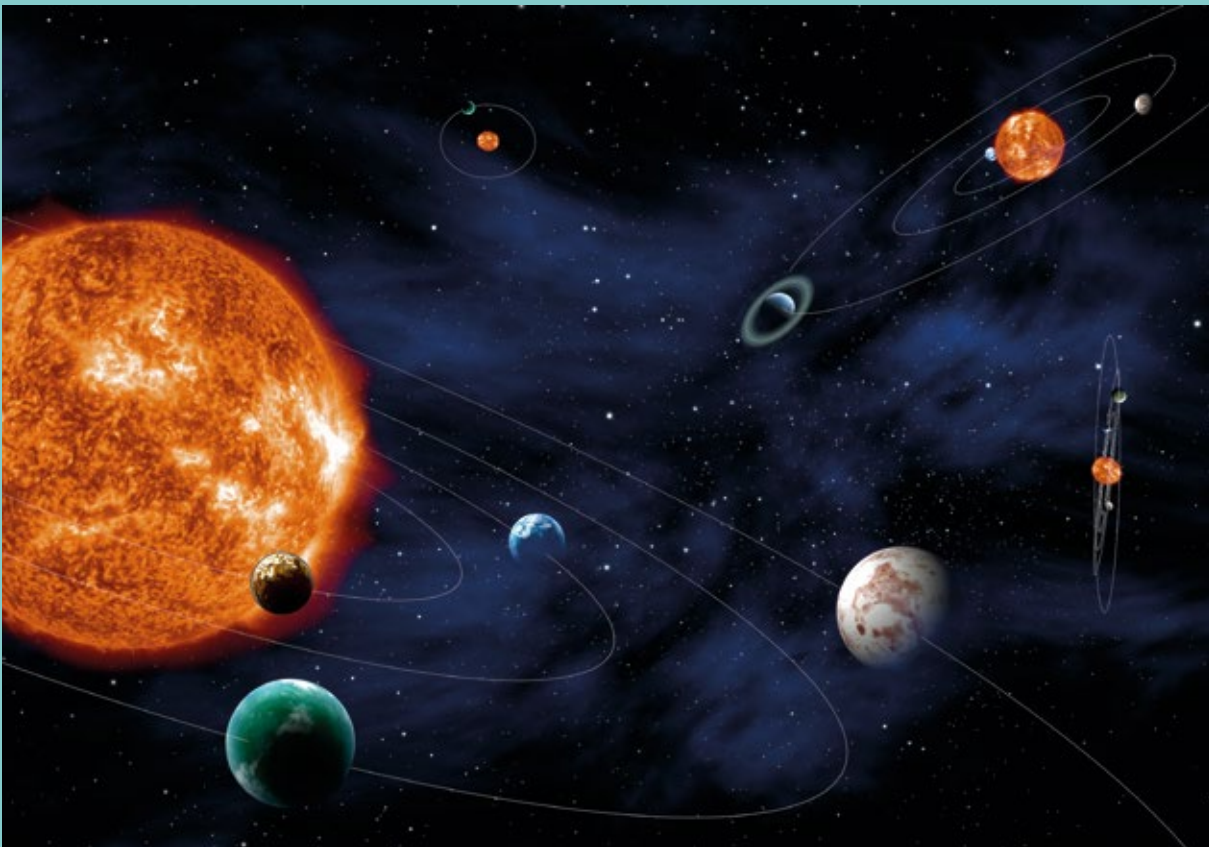
El primer exoplaneta descubierto se parece a lo que conocemos como "Júpiter caliente", un planeta gigante que orbita cerca de su estrella. Lo descubrió el profesor Michel Mayor de la Universidad de Ginebra en 1995. Entonces fue considerado una revolución para la astronomía. exoplanetas y el contador sigue activo

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 e investigadoras 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! ●



Tránsito de un exoplaneta (ESA/NASA/Geneva University Observatory. Frederic Pont)



La misión PLAnetary Transits and Oscillations of Stars (PLATO) identificará y estudiará miles de sistemas exoplanetarios, con énfasis en descubrir y caracterizar planetas y súper-Tierras del tamaño de la Tierra. También investigará la actividad sísmica en las estrellas, permitiendo una caracterización precisa del sol huésped de cada planeta descubierto, incluyendo su masa, radio y edad. Platón es la tercera misión científica de clase media de la ESA y está previsto su lanzamiento para 2026. (ESA/C. Carreau)

ACTIVIDAD 1

Detección de planetas extrasolares mediante la medición del descenso de brillo

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 el alumnado 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.



Ejercicios

1

MATERIAL



Fuente de luz, linterna o foco de LED



Pinchos de brochetas o palillos de madera



Fichas de actividades 1A y 1B (anexos)



Esferas de distintos tamaños



Esferas de poliestireno de distintos tamaños



Cartulina



Pizarra blanca o pared blanca para proyectar



Tijeras



Cinta adhesiva



Tarjetas identificativas con las profesiones de Fotometrista de tránsitos e Ingeniero/a de diseño



Caja cartón (tipo zapatos o tipo tóner de impresora)



Disco graduado



Encuadernadores



Palillos de dientes



Bolitas pequeñas de poliestireno o plastilina



Registrador de datos (data logger)

NECESARIO
COMPLEMENTARIO
OPCIONAL

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.

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.

EJERCICIO

Plantea estas preguntas:

- 1 ¿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?

.....

.....

- 2 Cada grupo de alumnos y alumnas recortará una pequeña figura de cartulina que deberá unir a una base de cartulina para que se mantenga en vertical. El alumnado 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 1A**. 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?

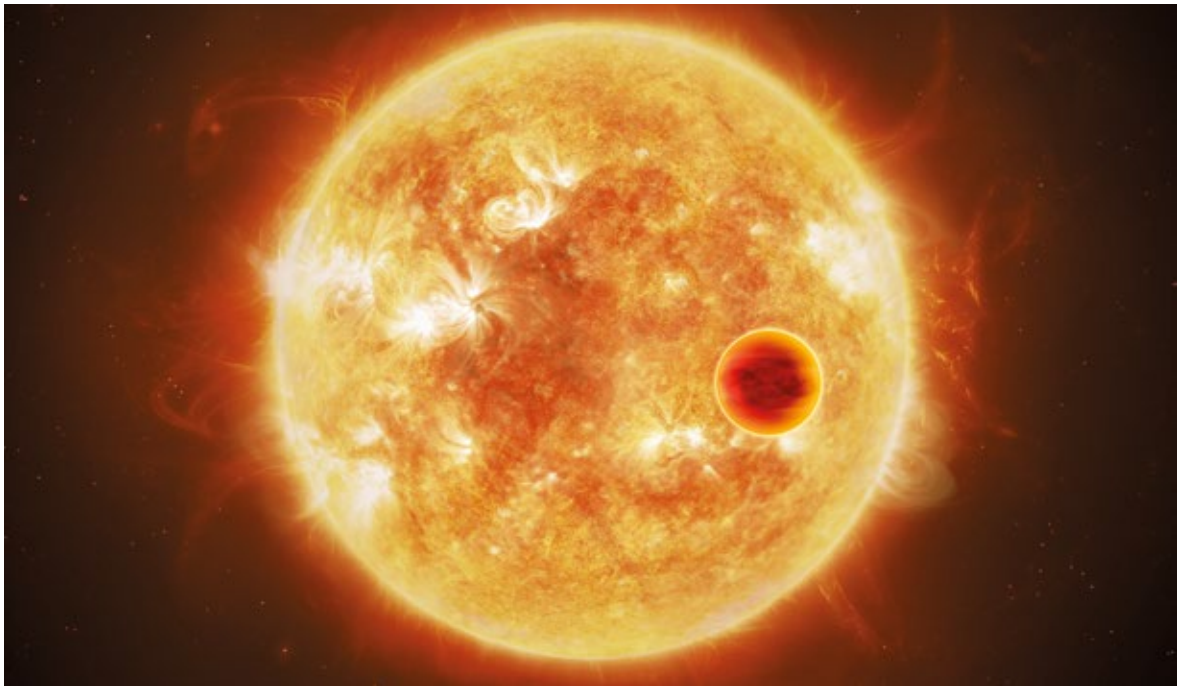
.....

¿Pueden usar los datos para trazar una gráfica que muestre el tamaño de la sombra frente a la distancia de la fuente de luz?

.....

A1

e1



Tránsito de un exoplaneta (ESA/ATG medialab, CC BY-SA 3.0 IGO)

- 3 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

TAMAÑO DE LA SOMBRA (cm)

DISTANCIA (cm)

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

- 4 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.
- 5 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.

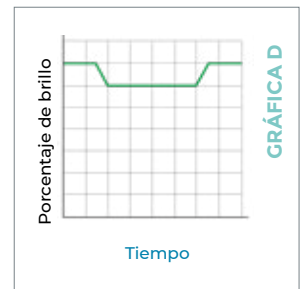
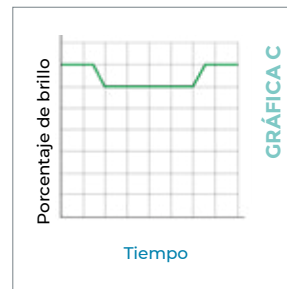
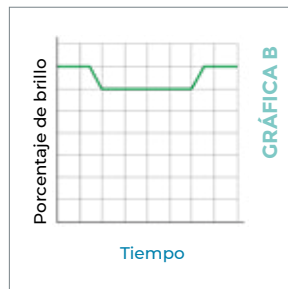
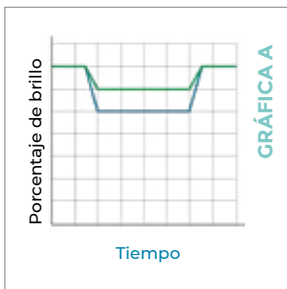
Muestra al alumnado la **ficha de actividades 1B** donde aparece una serie de gráficas con el nivel de luz registrado a medida que un exoplaneta orbita alrededor de su estrella. La gráfica a también ilustra qué aspecto tendría la gráfica si el planeta en órbita fuera más grande. ¿Serían capaces de trazar 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 1B**. ¿Sabes 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 a 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.

CURVAS DE LUZ DEL TRÁNSITO DE UN PLANETA

Estas son cuatro copias de la misma curva de luz (**fichas 1B y 1C**) 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.



ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

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 tableta colocado en el orificio por el que se mira y graba un vídeo con el paso del planeta mientras lo desplazas de un extremo al otro de la rendija.

Véase los anexos del documento de **Modelado de tránsitos de exoplanetas** de la colección de **Detección de exoplanetas: Escondidos en la luz**.

ACTIVIDAD 2

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

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 de 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.



Ejercicios

1

MATERIAL



Tablero 60x60 cm
(para cálculo de zona de habitabilidad)



Tizas y cordel
para trazar órbitas



Gometes redondos
(planetas)



5 fichas
con datos del Sistema Solar



7 fichas
con datos de planetas extrasolares



1 ficha
para calcular las zonas habitables del Sistema Solar y los 7 exoplanetas (para fotocopiar)



Plantilla con los planetas del Sistema Solar a escala de tamaño y de distancia



Calculadora



Papel



Lápices o bolígrafos



Trapo o bayeta para limpiar el tablero



Tarjetas identificativas con las profesiones de astrónomo/a galáctico/a y científico/a planetario/a



Cartulinas color negro y planchas de poliestireno o espuma (60x60 cm)



Tijeras y pegamento de barra



Plastilina de varios colores y palillos de cocina



Rotuladores opacos, tizas o lápices de colores

NECESARIO
COMPLEMENTARIO
OPCIONAL

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 *las cartas de roles*.

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.

Reparte entre el alumnado las fichas rellenables para el cálculo. Entrega también a cada grupo de alumnos y alumnas una ficha con los datos del Sistema Solar. Y junto a esta, reparte las fichas diferentes con información sobre planetas extrasolares entre los grupos. Todos los grupos deben tener además de la ficha del Sol y la del planeta extrasolar, la ficha del cálculo que les permita calcular las zonas de habitabilidad.

INTRODUCCIÓN

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 recree 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 y chicas 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:

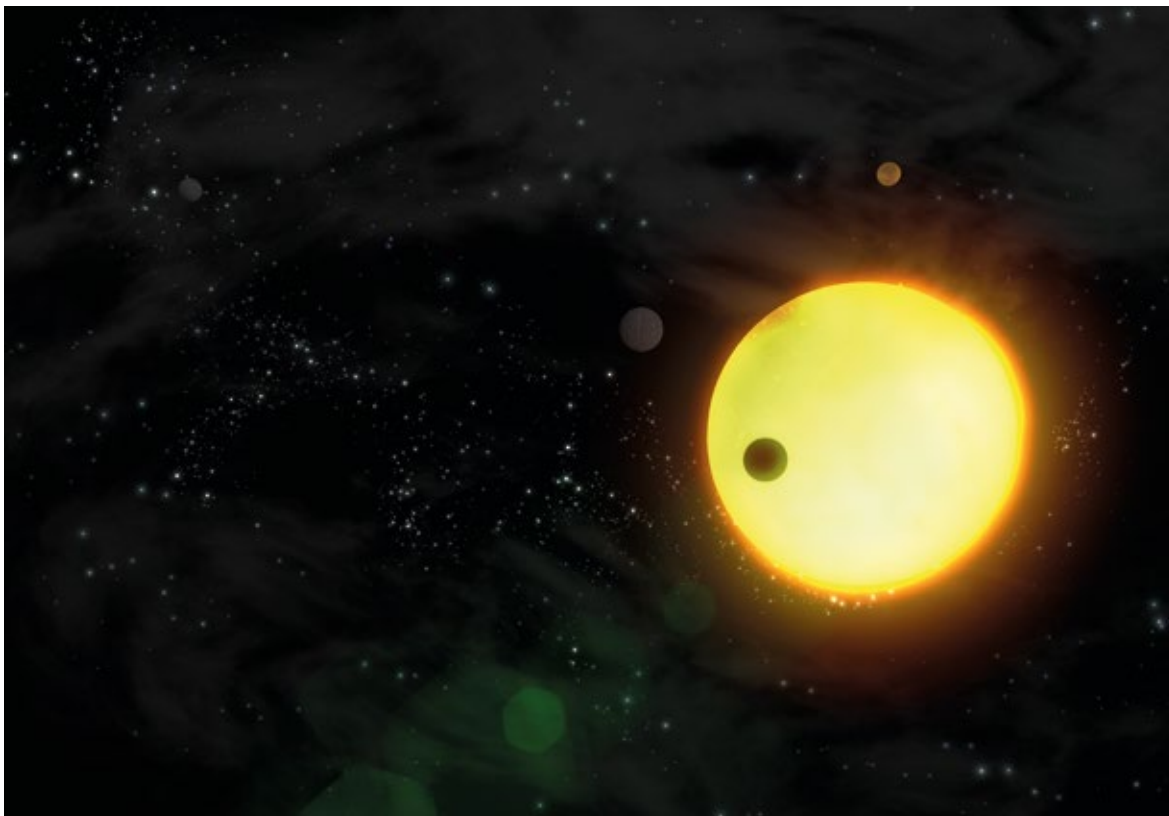
www.stem.org.uk/elibrary/resource/31649/fruit-solar-system

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 y alumnas 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.

A2

e1



ESA 2003. Ilustración de AOES Medialab.

EJERCICIO

La **ficha de actividades 2A** (ficha del Sol y su sistema de planetas) 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 2B**). 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.

- 1 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).

.....

.....

.....

- 2 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.

- 3 Después, 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 y chicas alguna idea de cuántas estrellas puede haber tan solo en nuestra Galaxia que estén orbitadas por planetas?

.....

.....

.....

.....

- 4 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 2A**) 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**.

- 5 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.

A2

e1



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

pc

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

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 y alumnas 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*

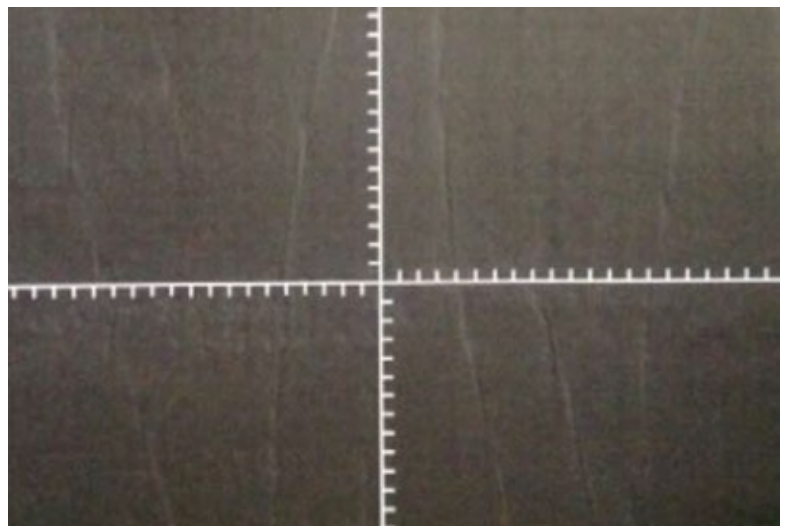
El telescopio espacial James Webb es el sucesor del telescopio espacial Hubble y supone una colaboración internacional de la Agencia Espacial Europea, la Agencia Espacial Canadiense y NASA. Portará en su interior un instrumento desarrollado en Reino Unido que permitirá tomar medidas espectroscópicas 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.

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!

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

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.



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

ACTIVIDAD 3

Ni demasiado fría, ni demasiado caliente: la zona Ricitos de Oro

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. 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.



Ejercicios

1

MATERIAL



Papel termocromático



Placa de Petri de plástico con tapa

Taza termo
(por ejemplo: taza para café con tapadera)

Varilla metálica



Termómetro



1 vela



Tablet o móvil

Variedad de materiales
y superficies

Cinta adhesiva



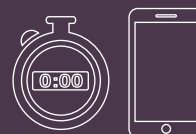
Cronómetro

Botella de bebida
de cola (2 litros)Tarjetas identificativas
con las profesiones
de astrofísico/a y
espectroscopista

2 latas



2 termómetros

Cronómetro
y tableta o móvil
(con app para tomar
imágenes térmicas)

WebCam

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).

EJERCICIO

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:
<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

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Infrared_Webcam_Hack_-_Using_infrared_light_to_observe_the_world_in_a_new_way_Teach_with_space_P15

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

Entrega a cada grupo varios cuadraditos de papel termocromático y deja que los chicos los manipulen para explorar sus propiedades. ¿Sabes qué ocurre? Explica brevemente cómo funciona este material. (Consúltase el apartado titulado «Información para el docente»). Ya en grupos, el alumnado seguirá 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 tiempo 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 conductores 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.

A3

pc

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.

i

INFORMACIÓN PARA EL DOCENTE

La energía calorífica se desplaza de los objetos calientes a los fríos por tres métodos: convección, 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 as-



NASA Ames/JPL-Caltech/Tim Pyle.



Telescopio espacial Spitzer.

trónomos y astrónomas 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.

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

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 tapanán los huecos que queden 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.

ACTIVIDAD 1

Detección de planetas extrasolares mediante la medición del descenso de brillo

e1

EJERCICIO

1 Nuestra pregunta es...

2 Predecimos que...

3 Cambiaremos...

4 Mediremos...

5 Dejaremos igual las condiciones siguientes...

.....

.....

.....

.....

6 Resultados obtenidos...

.....

.....

.....

.....

DISTANCIA A LA LUZ (en cm)	TAMAÑO DE LA SOMBRA (en cm)

LOS RESULTADOS OBTENIDOS REVELAN...

.....

.....

.....

.....

Anexo 1

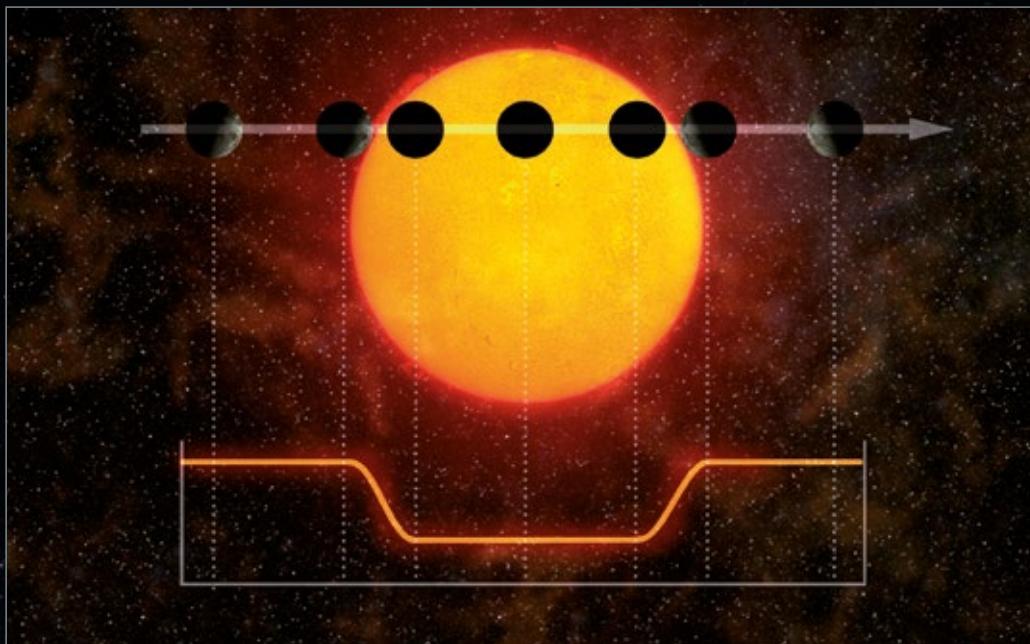
EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHA 1A (cara a)

Spain



TRÁNSITO DE UN PLANETA



Método del tránsito



Tránsito de Venus (*visto desde la ISS*)
6 de junio de 2012



Tránsito de Mercurio
9 de mayo de 2016

FICHA 1A

EN LA ZONA RICITOS DE ORO
PRIMARIA

Detección de Exoplanetas
COLECCIÓN Escondidos en la Luz

----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

Anexo 1

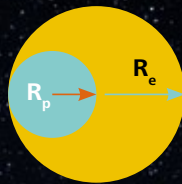
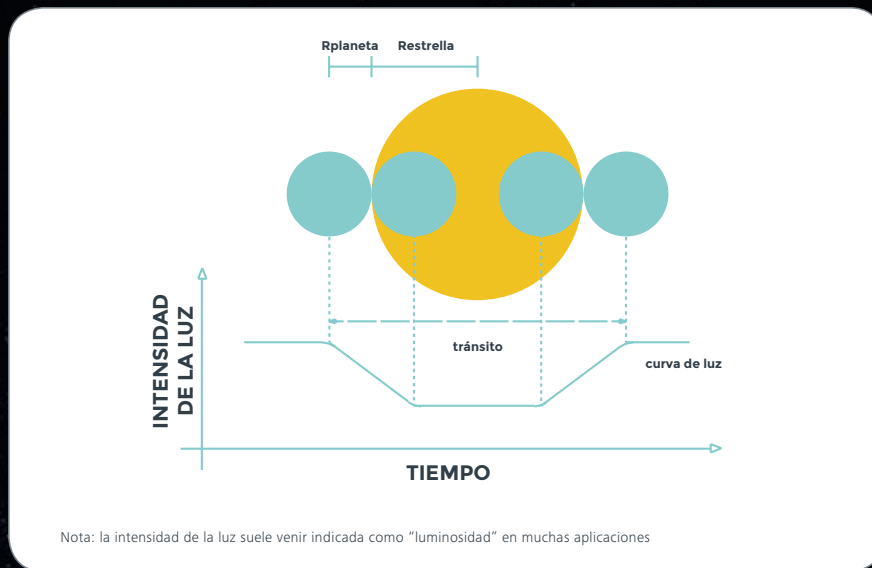
EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHA 1A (cara b)

Spain

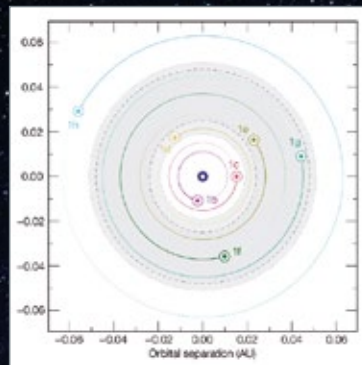
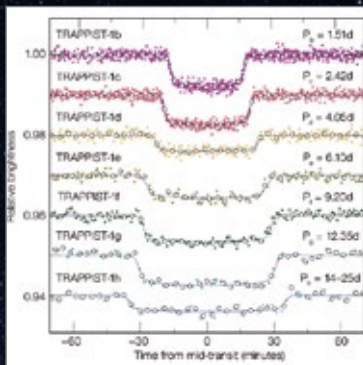


TRÁNSITO DE UN PLANETA



$$R_p^2 = \frac{\Delta \text{luminosidad}}{\text{luminosidad máx.}} \cdot R_e^2$$

Trappist-1: Tránsitos y órbitas de los planetas



IZQUIERDA:
Tránsito de los siete planetas del sistema TRAPPIST-1.

DERECHA:
Órbitas de los siete planetas del sistema TRAPPIST-1. El área gris marca la zona de habitabilidad.

----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

Anexo 1

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHA 1B

Spain

esero

Curvas de luz del tránsito de un planeta

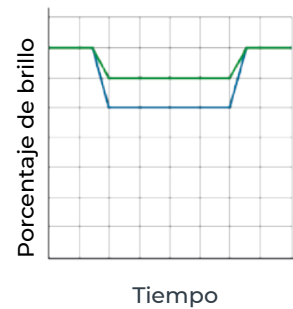
Estas son cuatro copias de la misma curva de luz registrada durante el tránsito de un planeta por delante de su estrella. La **gráfica A** también muestra la curva (en azul) que se obtiene cuando alrededor de la estrella orbita un planeta más grande.

Dibujá otra curva en las gráficas de la **ficha 1C** que muestre:
B un planeta más pequeño,
C un tránsito más veloz
D y un planeta más lento.

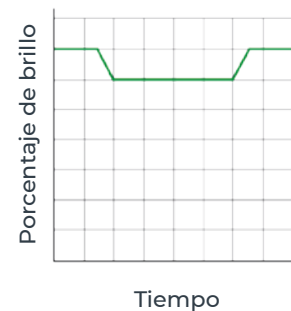
FICHA 1B

EN LA ZONA RICITOS DE ORO
PRIMARIA

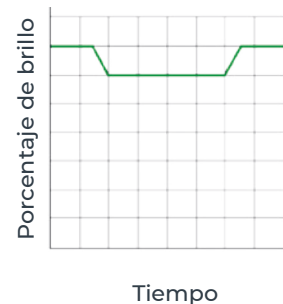
Detección de Exoplanetas
COLECCIÓN Escondidos en la Luz



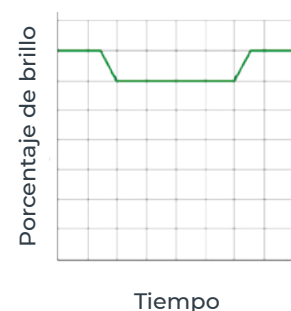
GRÁFICA A



GRÁFICA B



GRÁFICA C



GRÁFICA D

----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

Anexo 1

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHA 1C

Spain



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.

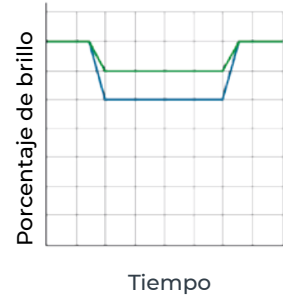
Dibuja otra curva en las gráficas que muestre:

- B** un planeta más pequeño,
- C** un tránsito más veloz
- D** y un planeta más lento.

FICHA 1C

EN LA ZONA RICITOS DE ORO
PRIMARIA

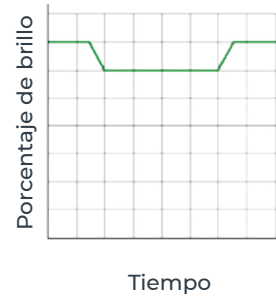
Detección de Exoplanetas
COLECCIÓN Escondidos en la Luz



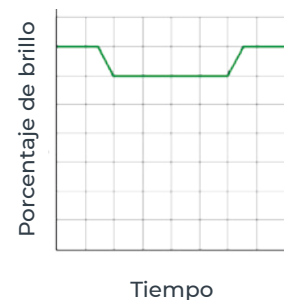
GRÁFICA A



GRÁFICA B



GRÁFICA C



GRÁFICA D

----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

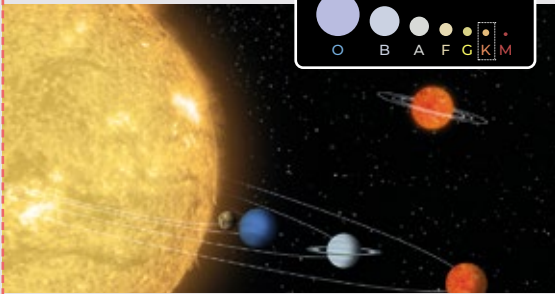
Anexo 2

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHAS DE ACTIVIDADES 2A. SOL Y SISTEMAS PLANETARIOS

Estrella 55 Cancri

TIPO ESPECTRAL K0 IV-V • Enana naranja




NASA, JPL • Caltech, T. Pyle (SSC)

Masa	1,015 M_{Sol}		
Distancia	40,25 años luz		
Luminosidad	0,57		
Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (días)
55 Cnc e	0,02	8,59	0,74
55 Cnc b	0,11	267*	14,65
55 Cnc c	0,24	-	44,37
55 Cnc f	0,77	-	260,91
55 Cnc d	5,45	-	4867

* Calculado a partir de Masa mínima.

Estrella 55 Cancri

Enana naranja



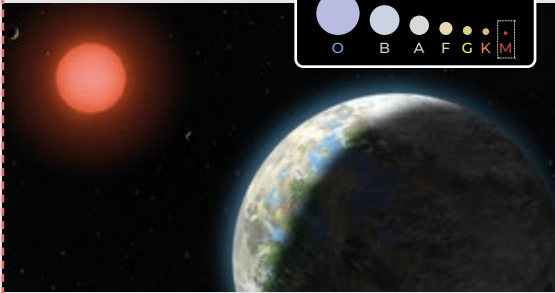
Spain **esero** CONSTELACIÓN Cáncer.

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
55 Cnc e	Tránsito primario	CONFIRMADO	CH ₄ , HCN, N
55 Cnc b	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
55 Cnc c	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
55 Cnc f	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
55 Cnc d	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA
FICHA 2A

Estrella Gliese 581

TIPO ESPECTRAL M2,5 V • Enana roja




Lynette Cook

Masa	0,31 M_{Sol}		
Distancia	20,25 años luz		
Luminosidad	0,002		
Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (días)
GJ 581 e	0,03	1,66*	3,15
GJ 581 b	0,04	15,20*	5,37
GJ 581 c	0,07	5,65*	12,92
GJ 581 d	0,15	3	36,65
GJ 581 d	0,22	6	66,8
GJ 581 f	0,76	7,3	433

* Calculado a partir de Masa mínima.

Estrella Gliese 581

Enana roja



Spain **esero** CONSTELACIÓN Libra

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
GJ 581 e	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
GJ 581 b	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
GJ 581 c	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
GJ 581 g	Default	NO CONFIRMADO	-
GJ 581 d	Default	NO CONFIRMADO	-
GJ 581 f	Default	NO CONFIRMADO	-

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA
FICHA 2A


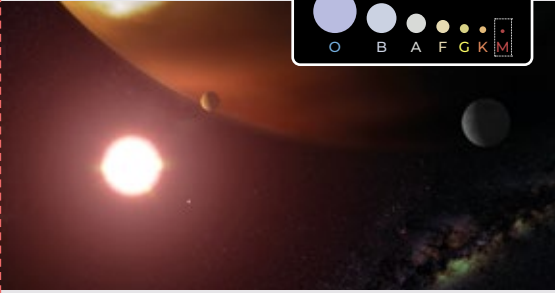
--- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

Anexo 2

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHAS DE ACTIVIDADES 2A. SOL Y SISTEMAS PLANETARIOS

Estrella Gliese 876
TIPO ESPECTRAL A5 V • Blanca

NASA y G. Bacon (STScI)

Masa	0,33 M_{Sol}		
Distancia	15,33 años luz		
Luminosidad	0,01		

Nombre	Distancia (au)	Masa (M _{Tierra})	Período (días)
GJ 876 d	0,02	7,1*	1,94
GJ 876 c	0,13	272,1*	30,23
GJ 876 b	0,21	615,8*	61,03
GJ 876 e	0,33	14,4*	124,69
GJ 876 f	-	7,9	10,01
GJ 876 g	-	37,5	15,04

* Calculado a partir de Masa mínima.

Estrella Gliese 876
Enana roja



Spain **esefo**


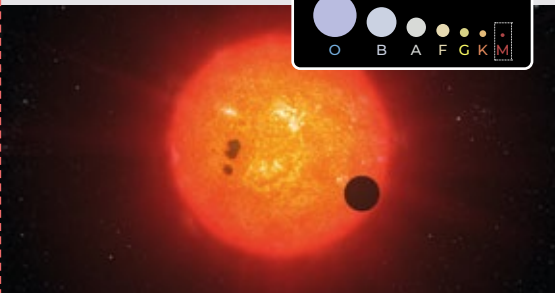
CONTELACIÓN Acuario

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA

FICHA 2A

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
GJ 876 d	Velocidad radial	CONFIRMADO	-
GJ 876 c	Velocidad radial	CONFIRMADO	-
GJ 876 b	Velocidad radial	CONFIRMADO	-
GJ 876 e	Velocidad radial	CONFIRMADO	-
GJ 876 f	Default	NO CONFIRMADO	-
GJ 876 g	Default	NO CONFIRMADO	-

Estrella Gliese 1214
TIPO ESPECTRAL M • Enana roja

ESO/L. Calçada

Masa	0,15 M_{Sol}		
Distancia	42,4 años luz		
Luminosidad	0,0033		

Nombre	Distancia (au)	Masa (M _{Tierra})	Período (días)
GJ-1214 b	0,014	6,46	1,59

Estrella Gliese 1214
Enana roja



Spain **esefo**

CONTELACIÓN Ofiuco

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA

FICHA 2A

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
GJ-1214 b	Tránsito Primario	CONFIRMADO	He



----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

Anexo 2

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHAS DE ACTIVIDADES 2A. SOL Y SISTEMAS PLANETARIOS

Estrella HD 189733
TIPO ESPECTRAL K1-K2 • Enana naranja

NASA, ESA & G. Bacon

Masa	0,8 M_{Sol}
Distancia	63 años luz
Luminosidad	0,27

Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (días)
HD 189733 b	0,03	368.8	2,22

Estrella HD 189733
Enana naranja






Spain **esefo** CONSTELACIÓN **Vulpécula**

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS
EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA

FICHA 2A

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
HD 189733 b	Tránsito Primario	CONFIRMADO	C, CH₄, CO, CO₂, H, H₂O, He, K, Na, O

Estrella HR 8799
TIPO ESPECTRAL A5 V • Blanca






NASA, ESA y G. Bacon

Masa	1,56 M_{Sol}
Distancia	128,51 años luz
Luminosidad	5,48

Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (días)
HR 8799 e	16,4	2924	18000
HR 8799 d	27	2638	41054
HR 8799 c	42,9	2638	82145
HR 8799 b	68	2225	164250

Estrella HR 8799
Blanca

Spain **esefo** CONSTELACIÓN **Pegaso**

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS
EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA

FICHA 2A

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
HR 8799 e	Imaging	CONFIRMADO	-
HR 8799 d	Imaging	CONFIRMADO	-
HR 8799 c	Imaging	CONFIRMADO	H₂O
HR 8799 b	Imaging	CONFIRMADO	CH₄, CO, H₂O

----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA



Anexo 2

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHAS DE ACTIVIDADES 2A. SOL Y SISTEMAS PLANETARIOS

Estrella **ípsilon Andromedae**

TIPO ESPECTRAL F8 V • Enana blanco-amarillenta

NASA y JPL-Caltech

Masa	1,27 M_{Sol}		
Distancia	43,93 años luz		
Luminosidad	3,58		

Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (días)
ups And (Titanwin) b	0,06	197	4,62 días
ups And (Titanwin) c	0,86	2908	240,94 días
ups And (Titanwin) d	2,55	7493	3.51 años
ups And (Titanwin) e	5,25	337*	10,54 años

* Calculado a partir de Masa mínima.

Estrella **ípsilon Andromedae**

ups And (Titanwin)
Enana blanco-amarillenta



Spain **esefo**

CONTELACIÓN **Andrómeda**



SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA

FICHA 2A

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
ups And (Titanwin) b	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
ups And (Titanwin) c	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
ups And (Titanwin) d	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-
ups And (Titanwin) e	Velocidad Radial	CONFIRMADO	-

Estrella **Kepler 62**

TIPO ESPECTRAL K2 V • Enana naranja

Comparativa del Sistema Kepler 62 con el Sistema Solar.

Masa	0,69 M_{Sol}		
Distancia	1200 años luz		
Luminosidad	0,29		

Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (días)
Kepler-62 b	0,0553	8,9*	5,71
Kepler-62 c	0,0929	4*	12,44
Kepler-62 d	0,12	14	18,16
Kepler-62 e	0,427	35,9	122,39
Kepler-62 f	0,718	35	267,29

* Calculado a partir de Masa mínima.

Estrella **Kepler-62**

Enana naranja



Spain **esefo**

CONTELACIÓN **Lira**

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA

FICHA 2A

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
Kepler-62 b	Tránsito primario	CONFIRMADO	-
Kepler-62 c	Tránsito primario	CONFIRMADO	-
Kepler-62 d	Tránsito primario	CONFIRMADO	-
Kepler-62 e	Tránsito primario	CONFIRMADO	-
Kepler-62 f	Tránsito primario	CONFIRMADO	-


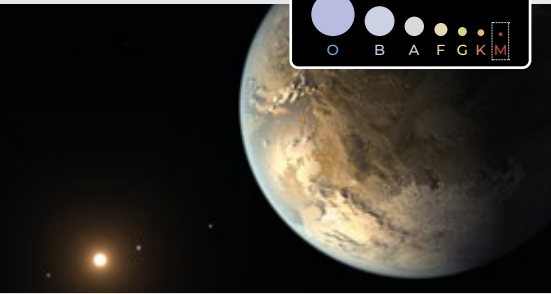
----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

Anexo 2

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHAS DE ACTIVIDADES 2A. SOL Y SISTEMAS PLANETARIOS

Estrella Kepler 186
TIPO ESPECTRAL M1V • Enana roja

NASA, Ames, SETI Institute y JPL - Caltech

Masa	0,48 M_{Sol}		
Distancia	492,5 años luz		
Luminosidad	0,027		
Nombre	Distancia (au)	Masa (M _{Tierra})	Período (días)
Kepler-186 b	0,04	-	3,89
Kepler-186 c	0,061	-	7,27
Kepler-186 d	0,091	-	13,34
Kepler-186 e	0,129	-	22,41
Kepler-186 f	0,356	-	129,95

Estrella Kepler 186
Enana roja






Spain **esefo** CONSTELACIÓN Cisne

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
Kepler-186 b	Tránsito primario	CONFIRMADO	-
Kepler-186 c	Tránsito primario	CONFIRMADO	-
Kepler-186 d	Tránsito primario	CONFIRMADO	-
Kepler-186 e	Tránsito primario	CONFIRMADO	-
Kepler-186 f	Tránsito primario	CONFIRMADO	-

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA
FICHA 2A

Estrella próxima Centauri
TIPO ESPECTRAL M5,5 • Enana roja

ESO/M. Kornmesser

Masa	0,12 M_{Sol}		
Distancia	4,2 años luz		
Luminosidad	5,06 x 10⁻⁵		
Nombre	Distancia (au)	Masa (M _{Tierra})	Período (días)
P. Centauri b	0,049	1,17*	11,22
P. Centauri C	1,48	5,79*	1894
P. Centauri d	-	0,29*	5,15

* Calculado a partir de Masa mínima.

Estrella próxima Centauri
Enana roja




Spain **esefo** CONSTELACIÓN Centauro

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
P. Centauri b	Velocidad radial	CONFIRMADO	-
P. Centauri C	Velocidad radial	CONFIRMADO	-
P. Centauri d	Velocidad radial	NO CONFIRMADO	-

SOL Y SISTEMAS EXOPLANETARIOS EN LA ZONA RICITOS DE ORO - PRIMARIA
FICHA 2A

----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

Anexo 2

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHAS DE ACTIVIDADES 2A. SOL Y SISTEMAS PLANETARIOS

Estrella Sol

TIPO ESPECTRAL G2V • Enana amarilla

ESA-Silicon Worlds

Masa	$1 M_{\text{Sol}}$		
Distancia	8 minutos luz		
Luminosidad	1		
Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (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	92	84 años
Neptuno	30	14	164,8 años
Planeta 9	200 - 700	5-10	20 000 años

Estrella Sol

Enana amarilla

SITUACIÓN EN LA VÍA LÁCTEA

Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (días)
Mercurio	Simple vista	CONFIRMADO	He, Na, K
Venus	Simple vista	CONFIRMADO	CO ₂ , N ₂ , H ₂ O
Tierra	-	CONFIRMADO	N ₂ , O ₂ , Ar
Marte	Simple vista	CONFIRMADO	CO ₂ , N ₂ , Ar
Júpiter	Simple vista	CONFIRMADO	H ₂ , He, CH ₄
Saturno	Simple vista	CONFIRMADO	H ₂ , He, CH ₄
Urano	Telescopio	CONFIRMADO	H ₂ , He, CH ₄
Neptuno	Telescopio	CONFIRMADO	H ₂ , He, CH ₄
Planeta 9	-	NO CONFIRMADO	-

Estrella TRAPPIST-1

TIPO ESPECTRAL M8 • Enana roja

NASA/JPL-Caltech

Masa	$0,08 M_{\text{Sol}}$		
Distancia	39,5 años luz		
Luminosidad	$3,78 \times 10^{-6}$		
Nombre	Distancia (au)	Masa (M_{Terra})	Período (días)
Trappist-1 b	0,01111	0,86	1,51
Trappist-1 c	0,01521	1,379	2,42
Trappist-1 d	0,02144	0,41	4,05
Trappist-1 e	0,02817	0,6	6,1
Trappist-1 f	0,0371	0,67	9,2
Trappist-1 g	0,0451	1,341	12,35
Trappist-1 h	0,063	0,331	20
Trappist-1 i	-	-	25,34

Estrella TRAPPIST-1

Enana roja

CONTELACIÓN Acuario

Nombre	Método de detección	Estado	Atmósfera
Trappist-1 b	Tránsito primario	CONFIRMADO	H ₂ O
Trappist-1 c	Tránsito primario	CONFIRMADO	H ₂ O
Trappist-1 d	Tránsito primario	CONFIRMADO	H ₂ O
Trappist-1 e	Tránsito primario	CONFIRMADO	H ₂ O
Trappist-1 f	Tránsito primario	CONFIRMADO	H ₂ O
Trappist-1 g	Tránsito primario	CONFIRMADO	H ₂ O
Trappist-1 h	Tránsito primario	CONFIRMADO	H ₂ O
Trappist-1 i	Default	NO CONFIRMADO	-

--- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

Anexo 2

EN LA ZONA RICITOS DE ORO

FICHA DE ACTIVIDADES 2B. FICHA RELLENABLE





PARQUE DE LAS CIENCIAS
ANDALUCÍA - GRANADA

Exoplanetas: escondidos en la luz

FICHA DE ACTIVIDADES RELLENABLE

FICHA 2B

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?

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 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. 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 e investigadores secunden los pasos de los pioneros.

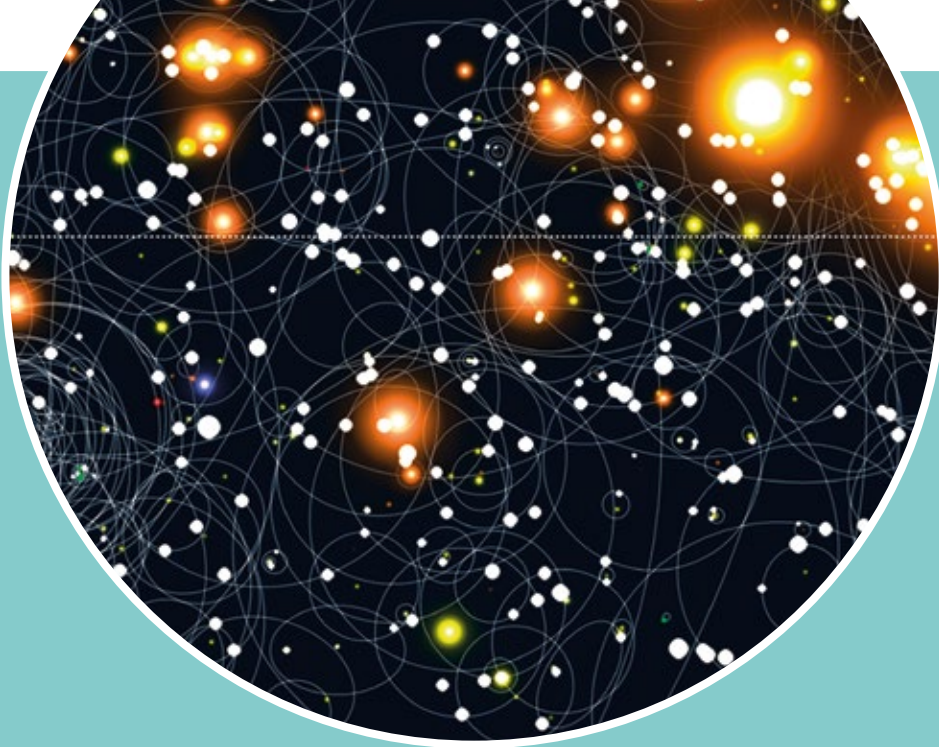
Desde gigantes gaseosos a pequeños planetas rocosos parecidos a la Tierra, se cree que nuestra Vía Láctea está poblada por miles de millones de exoplanetas, ¡y muchos miles de millones más en el Universo!

	Estrella TRAPPIST-1 Enana roja	Estrella próxima Centauri Enana roja	Estrella Gliese 1214 Enana roja	Estrella HD 189733 Enana naranja
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)	Para hallar su zona de habitabilidad (en au)
Frontera interior 0,035x 0,7 =	Frontera interior 0,04 x 0,7 =	Frontera interior 0,06 x 0,7 =	Frontera interior 0,52 x 0,7 =	Frontera interior 0,52 x 0,7 =
Frontera exterior 0,035 x 1,5 =	Frontera exterior 0,04 x 1,5 =	Frontera exterior 0,06 x 1,5 =	Frontera exterior 0,52 x 1,5 =	Frontera exterior 0,52 x 1,5 =

----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA

<p>Estrella 55 Cancri Enana naranja</p> 	<p>Para hallar su zona de habitabilidad (en au)</p> <p>Frontera interior $0,75 \times 0,7 =$</p> <p>Frontera exterior $0,75 \times 1,5 =$</p>	<p>Estrella Gliese 581 Enana roja</p> 	<p>Para hallar su zona de habitabilidad (en au)</p> <p>Frontera interior $0,11 \times 0,7 =$</p> <p>Frontera exterior $0,11 \times 1,5 =$</p>	<p>Estrella Gliese 876 Enana roja</p> 	<p>Para hallar su zona de habitabilidad (en au)</p> <p>Frontera interior $0,11 \times 0,7 =$</p> <p>Frontera exterior $0,11 \times 1,5 =$</p>	<p>Estrella HR 8799 Enana blanca</p> 	<p>Para hallar su zona de habitabilidad (en au)</p> <p>Frontera interior $2,34 \times 0,7 =$</p> <p>Frontera exterior $2,34 \times 1,5 =$</p>
<p>Estrella ípsilon Andromedae Enana blanco-amarillenta</p> 	<p>Para hallar su zona de habitabilidad (en au)</p> <p>Frontera interior $1,90 \times 0,7 =$</p> <p>Frontera exterior $1,90 \times 1,5 =$</p>	<p>Estrella Kepler 62 Enana naranja</p> 	<p>Para hallar su zona de habitabilidad (en au)</p> <p>Frontera interior $0,54 \times 0,7 =$</p> <p>Frontera exterior $0,54 \times 1,5 =$</p>	<p>Estrella Kepler 186 Enana roja</p> 	<p>Para hallar su zona de habitabilidad (en au)</p> <p>Frontera interior $0,45 \times 0,7 =$</p> <p>Frontera exterior $0,45 \times 1,5 =$</p>	<p>Estrella Sol Enana amarilla</p> 	<p>Para hallar su zona de habitabilidad (en au)</p> <p>Frontera interior $1 \times 0,7 =$</p> <p>Frontera exterior $1 \times 1,5 =$</p>

----- CORTA POR LA LÍNEA DISCONTINUA



Enlaces de interés

ACTIVIDAD 1

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/Interactives/HowKeplerDiscoversPlanetsElementary/flash.cfm>

Herramienta Lightgrapher

<https://kepler.nasa.gov/education/ModelsandSimulations/lightgrapher/>

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>

ACTIVIDAD 2

Para introducirse en el tema de los planetas extrasolares consúltese

http://www.esa.int/esaKIDSen/SEM3NFXPXP_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/>

ACTIVIDAD 3

El siguiente enlace ofrece más ejemplos de imágenes en luz visible e infrarroja

http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/image_galleries/shoe.html

Spain



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



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

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

Detección de exoplanetas

COLECCIÓN
ESCONDIDOS EN LA LUZ

Incluye, entre otros:

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

ESERO SPAIN

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

info@esero.es
www.esero.es

