

La Vía Láctea contiene al menos un planeta por estrella, lo que da como resultado entre 100 y 400 mil millones de planetas.

Radial Velocity 913

Transit 3846

Imaging 58

Microlensing 129

Year: 2022

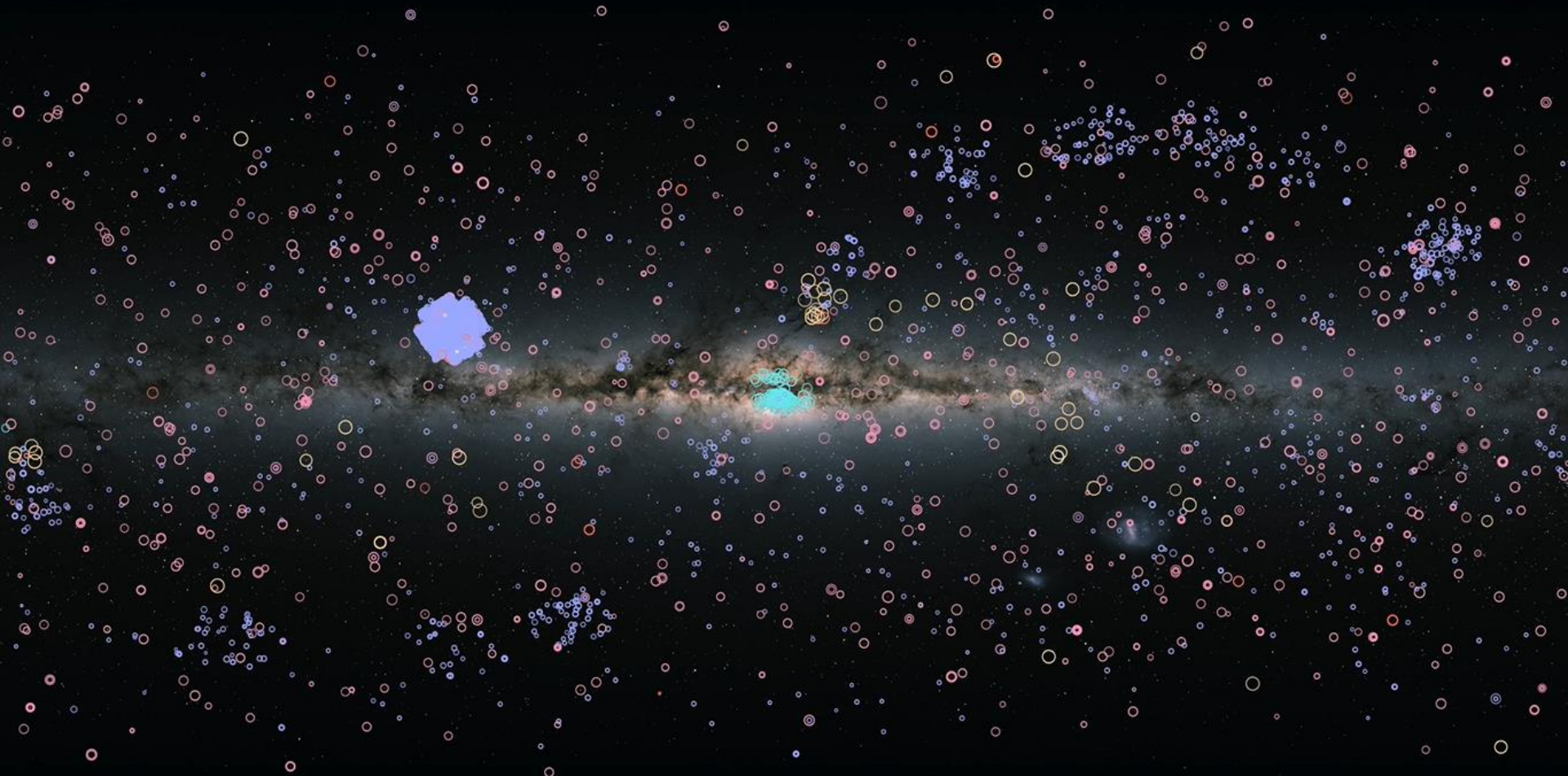
Exoplanets: 5005

48 Timing Variations

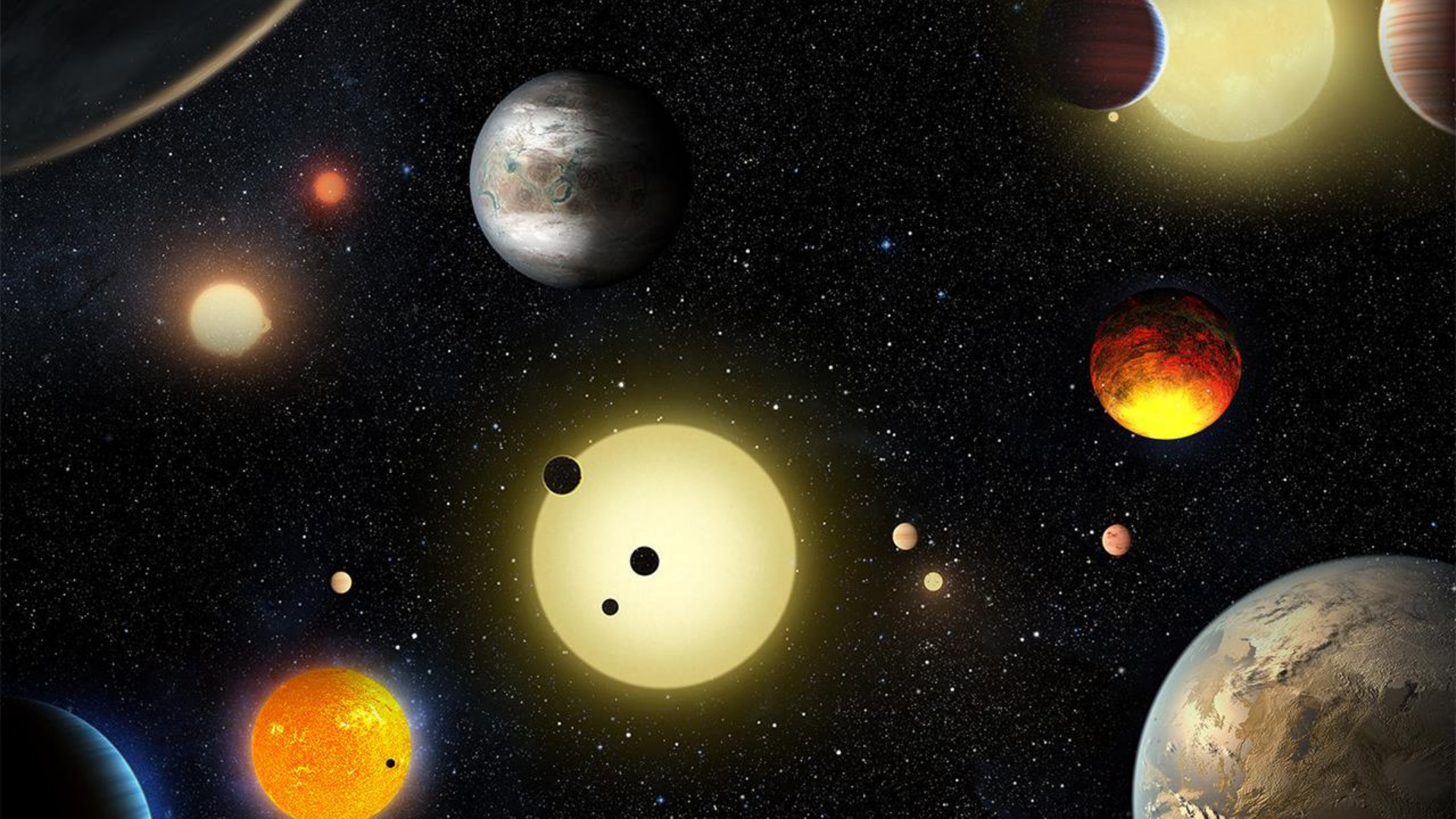
9 Orbital Brightness Modulation

1 Astrometry

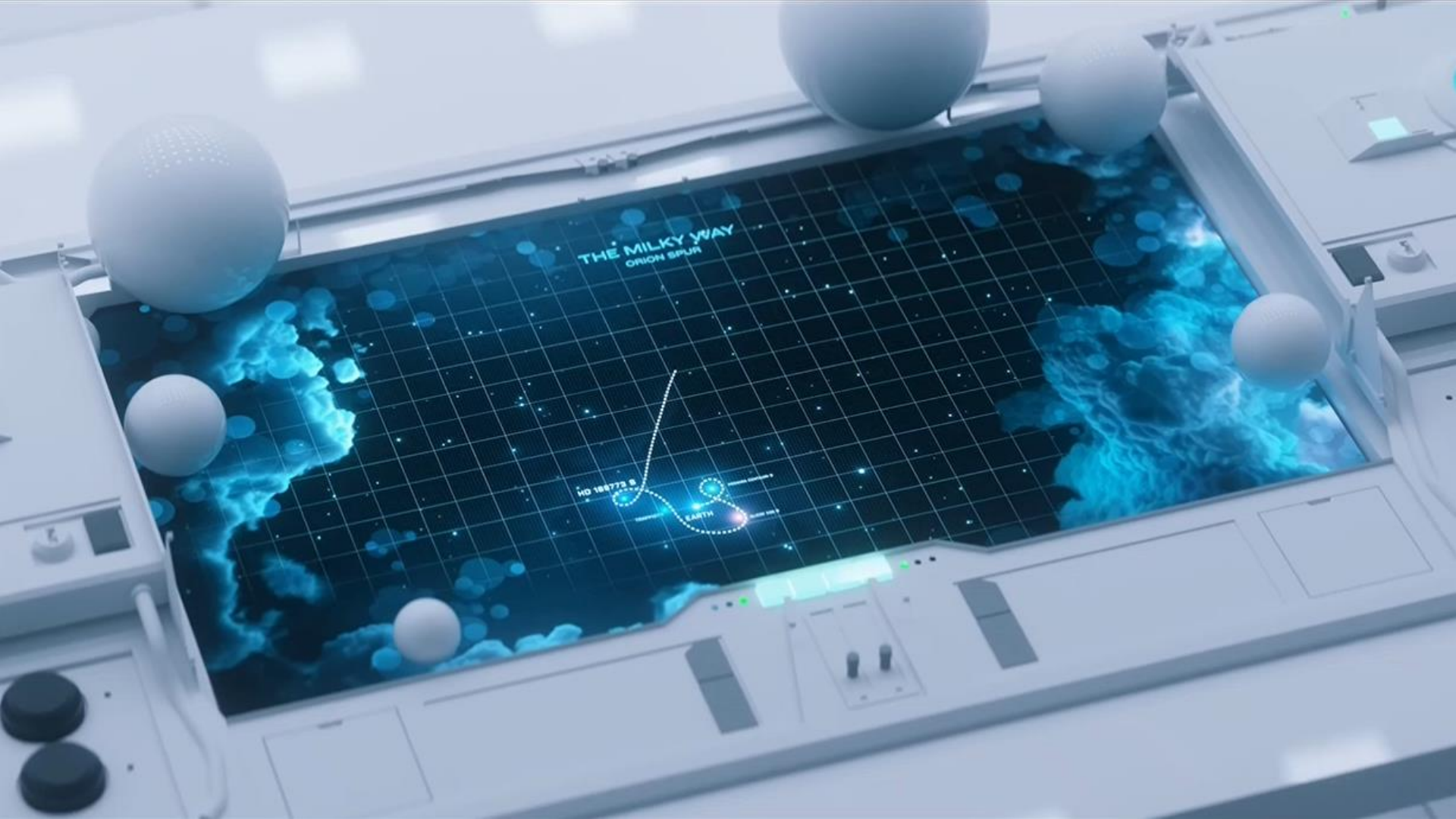
1 Disk Kinematics



El recuento de exoplanetas confirmados es de miles, y sigue aumentando. Eso es sólo de una pequeña muestra de la galaxia en su conjunto.



¿Qué raros, increíbles y fascinantes mundos  
hay ahí afuera?



THE MILKY WAY  
ORION SPUR

HD 108772 B

EARTH





**Exoplanetas:  
Su formación, búsqueda e  
implicaciones para encontrar vida  
extraterrestre.**

Por Fernando Aparicio



Antes de adentrarnos demasiado en este sorprendente tema, tenemos que iniciar por lo básico

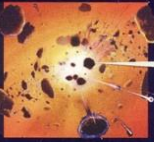
¿Cómo se forman los exoplanetas?



Nebula contracts into rotating disk.

Contracting nebular cloud of dust and gas

Dust accretes into larger masses.



Rocky planetesimals form in inner disk.

Gas-rich planets accrete in the outer disk.



Collision of planetary embryos

Solar wind from protostar clears gas from the nebula.

Gas giant outer p

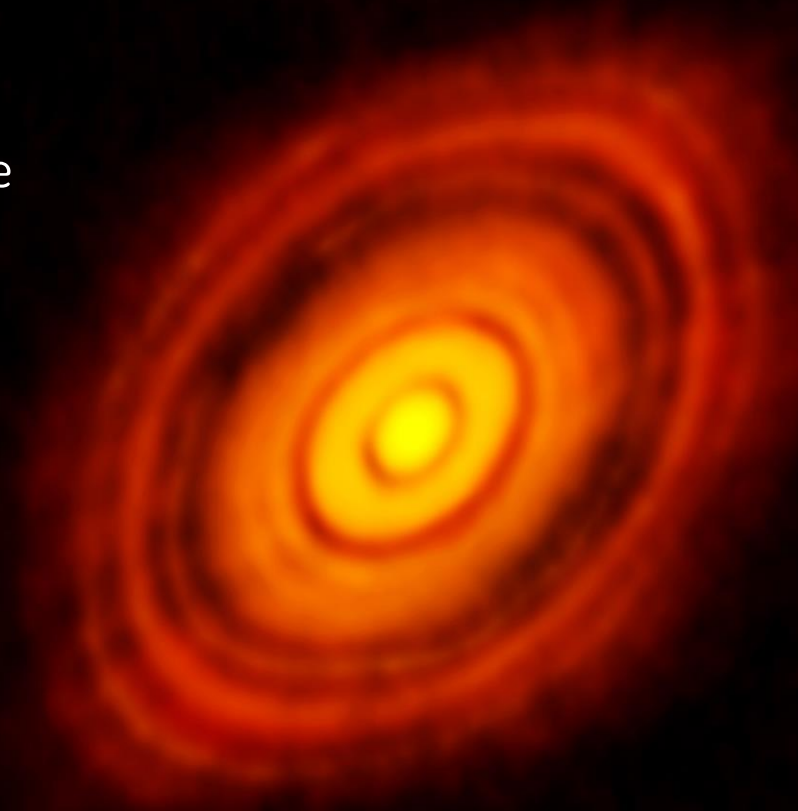
Los exoplanetas están formados por elementos similares a los de los planetas de nuestro Sistema Solar, pero las mezclas de esos elementos pueden diferir. Algunos planetas pueden estar dominados por agua líquida o hielo, mientras que otros por hierro o carbono.

¿Pero cómo podemos estar seguros de que los exoplanetas se forman de igual forma que los planetas de nuestro Sistema Solar?

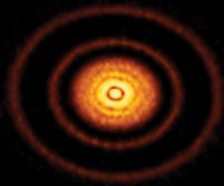


# Los discos protoplanetarios

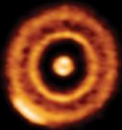
Los discos protoplanetarios son estructuras planas y rotatorias alrededor de estrellas jóvenes donde se forman los planetas.



Contienen gas, polvo y hielo de agua, que se van juntando gradualmente para formar planetas.



AS 209



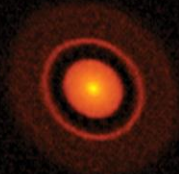
HD 143006



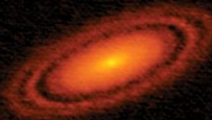
IM Lup



AS 205



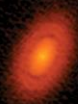
Elias 24



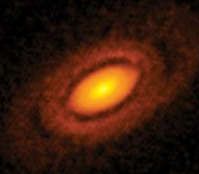
DoAr 25



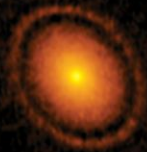
DoAr 33



Elias 20



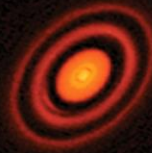
Elias 27



GW Lup

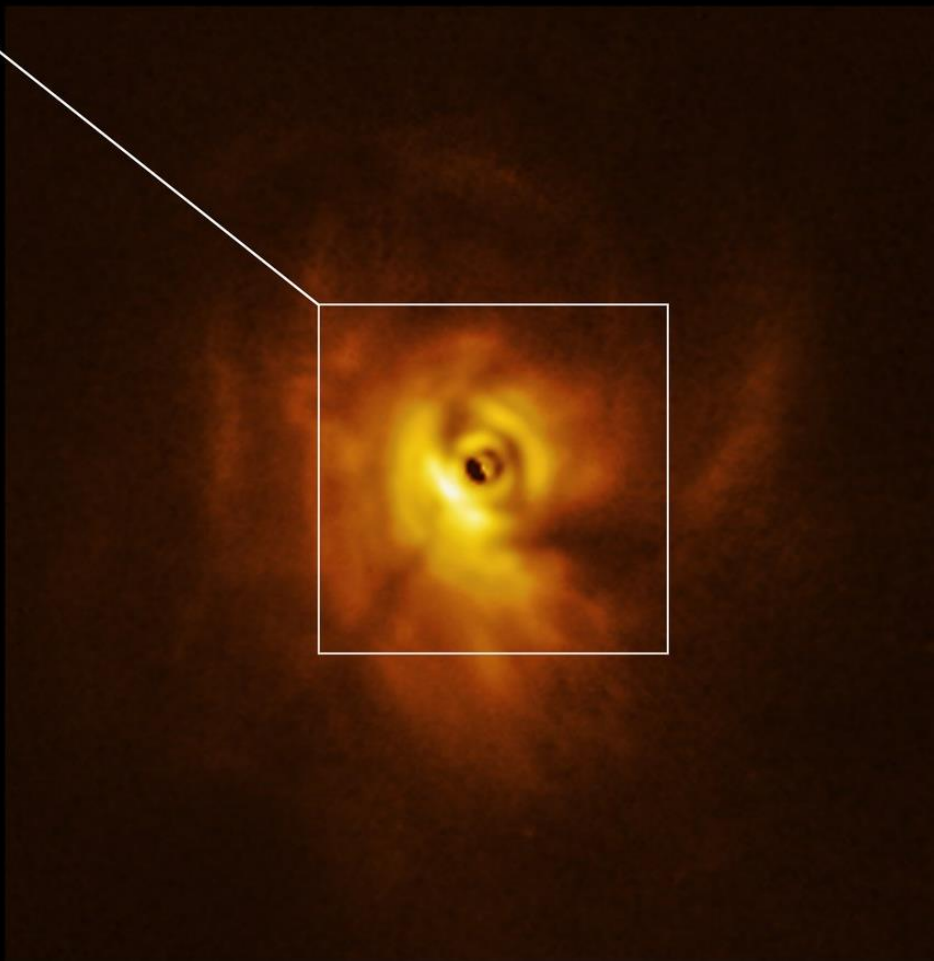
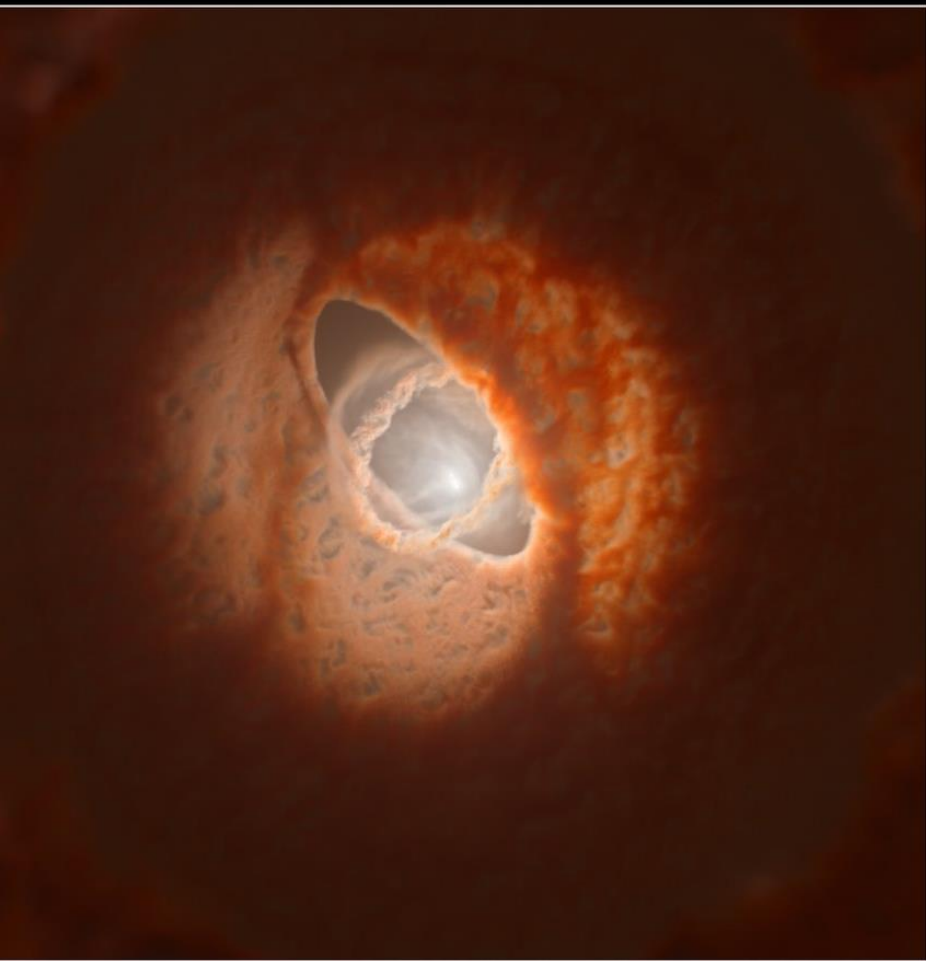


HD 142666



HD 163296

# GW Orionis





**El sistema GW Orionis es un sistema múltiple de estrellas ubicado en la constelación de Orión, y ha llamado la atención de los astrónomos debido a sus características únicas e intrigantes.**





¿Qué tipos de mundos hay ahí afuera?

Ya vimos cómo se forman estos increíbles mundos, pero ahora surge la duda...



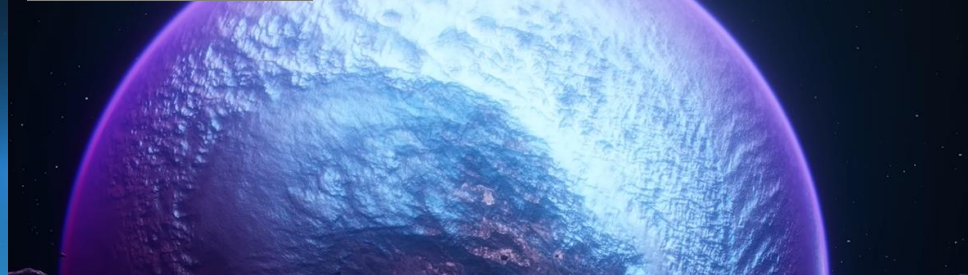
Los **planetas terrestres** son del tamaño de la Tierra y más pequeños, compuestos de roca, silicatos, agua o carbono.



Los **gigantes gaseosos** son planetas del tamaño de Saturno o Júpiter, el planeta más grande de nuestro sistema solar, o mucho, mucho más grandes.

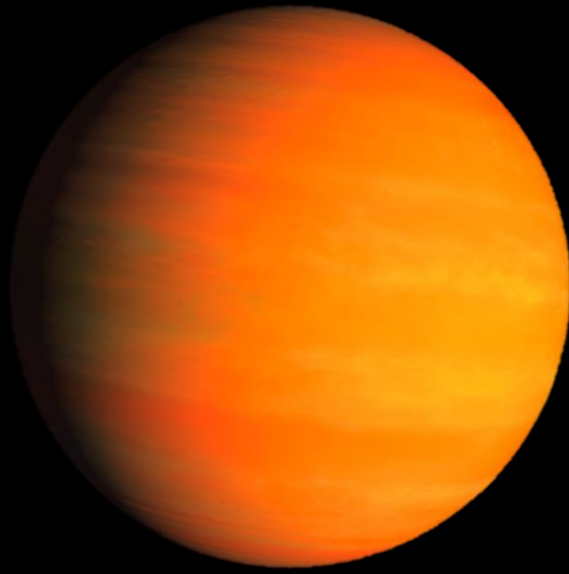


Los planetas **neptunianos** son similares en tamaño a Neptuno o Urano en nuestro sistema solar.



Las **super-tierras** son típicamente planetas terrestres que pueden o no tener atmósferas. Son más masivos que la Tierra, pero más ligeros que Neptuno.

La temperatura en ellos puede ser lo suficientemente caliente como para fundir metal o tan baja para quedar atrapados en un profundo congelamiento. Pueden orbitar sus estrellas tan estrechamente que un "año" duraría solo unos pocos días o pueden orbitar dos soles a la vez. Algunos exoplanetas son huérfanos, sin sol, vagando por la galaxia en la oscuridad permanente.



Distancia: 245 años luz  
Masa: 0.333 Júpiter  
Temperatura: 188 K (-85 °C; -121 °F)

## Kepler-16b

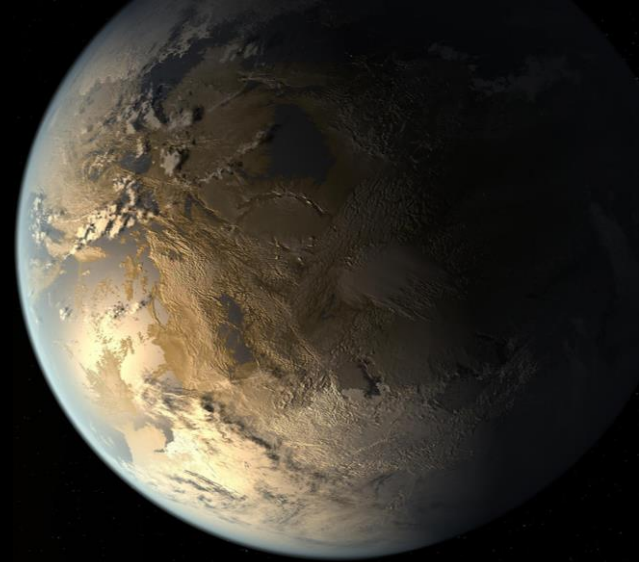
# Un planeta gigante compuesto principalmente de gases.

Kepler-16b fue el primer planeta descubierto por el telescopio Kepler en una órbita "circum-binaria", alrededor de dos estrellas. El planeta es gaseoso, del tamaño de Saturno, y probablemente frío. Está ubicado fuera de la "zona habitable" de sus estrellas, donde podría existir agua líquida, y las estrellas mismas son más frías que nuestro Sol, por lo que es poco probable que el planeta albergue vida. Si alguien se parara en la superficie del planeta, sería testigo de dos puestas de sol.

Kepler-186 f

# Un mundo potencialmente rocoso, más grande que la Tierra.

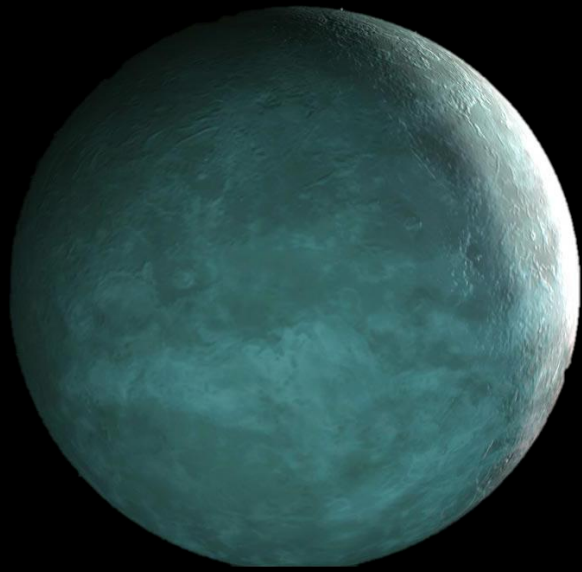
Fue el primer planeta con un radio similar al de la Tierra descubierto en la zona habitable de otra estrella. El telescopio espacial Kepler de la NASA lo detectó usando el método de tránsito, junto con cuatro planetas adicionales que orbitan mucho más cerca de la estrella (todos modestamente más grandes que la Tierra).



Distancia: 580 años luz

Masa: 1.71 Tierras

Temperatura: 188 K (-85 °C; -121 °F)



Distancia:  $21,500 \pm 3,300$  años luz

Masa: 5.5 Tierras

Temperatura: 50 K (-220 °C; -370 °F)

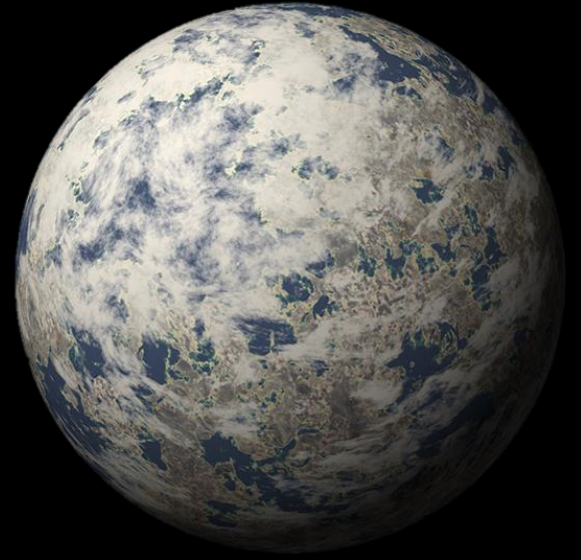
## OGLE-2005-BLG-390L b Un planeta gigante gaseoso similar a Neptuno.

OGLE-2005-BLG-390Lb orbita una estrella a  $21,500 \pm 3,300$  años luz de la Tierra cerca del centro de la Vía Láctea, lo que lo convierte en uno de los planetas más distantes conocidos. El planeta no parece cumplir con las condiciones que se presumen necesarias para sustentar la vida.

# TRAPPIST-1 e

## Un mundo rocoso fuera de nuestro sistema solar.

TRAPPIST-1e es un exoplaneta rocoso, de tamaño similar al de la Tierra, que orbita dentro de la zona habitable alrededor de la estrella enana ultra-fría TRAPPIST-1, aproximadamente a 40 años luz de distancia de la Tierra en la constelación de Acuario. Los astrónomos encontraron el exoplaneta utilizando el método de tránsito, en el que se mide el efecto de atenuación que causa un planeta cuando cruza frente a su estrella.



Distancia: 40 años luz  
Masa: 0.692 Tierras  
Temperatura: 246.1 K (-27.1 °C; -16.7 °F)



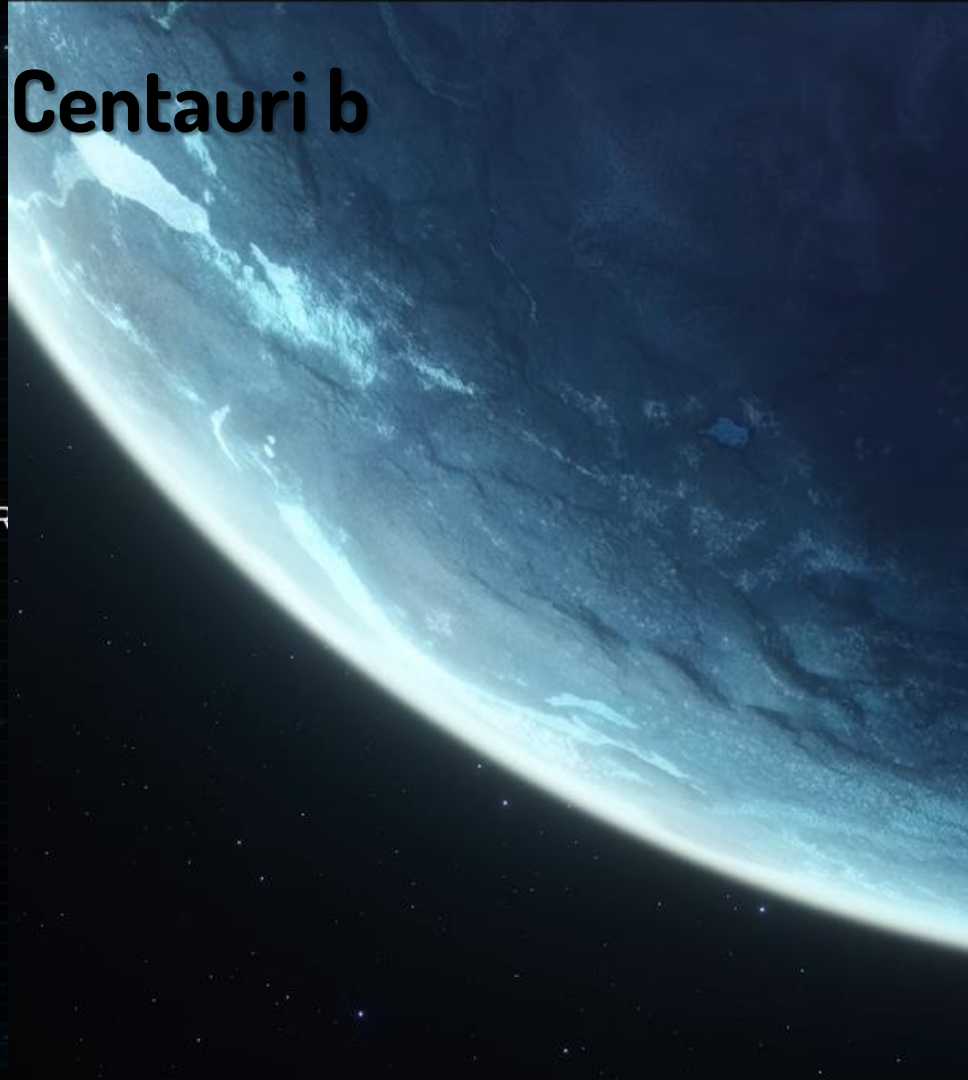
Hay ciertos exoplanetas que no podemos pasar por alto dado lo interesantes o raros que son, por ejemplo:

# Proxima Centauri b

ALPHA CENTAURI SYSTEM

DISTANCE: 4.2 LIGHT YEARS

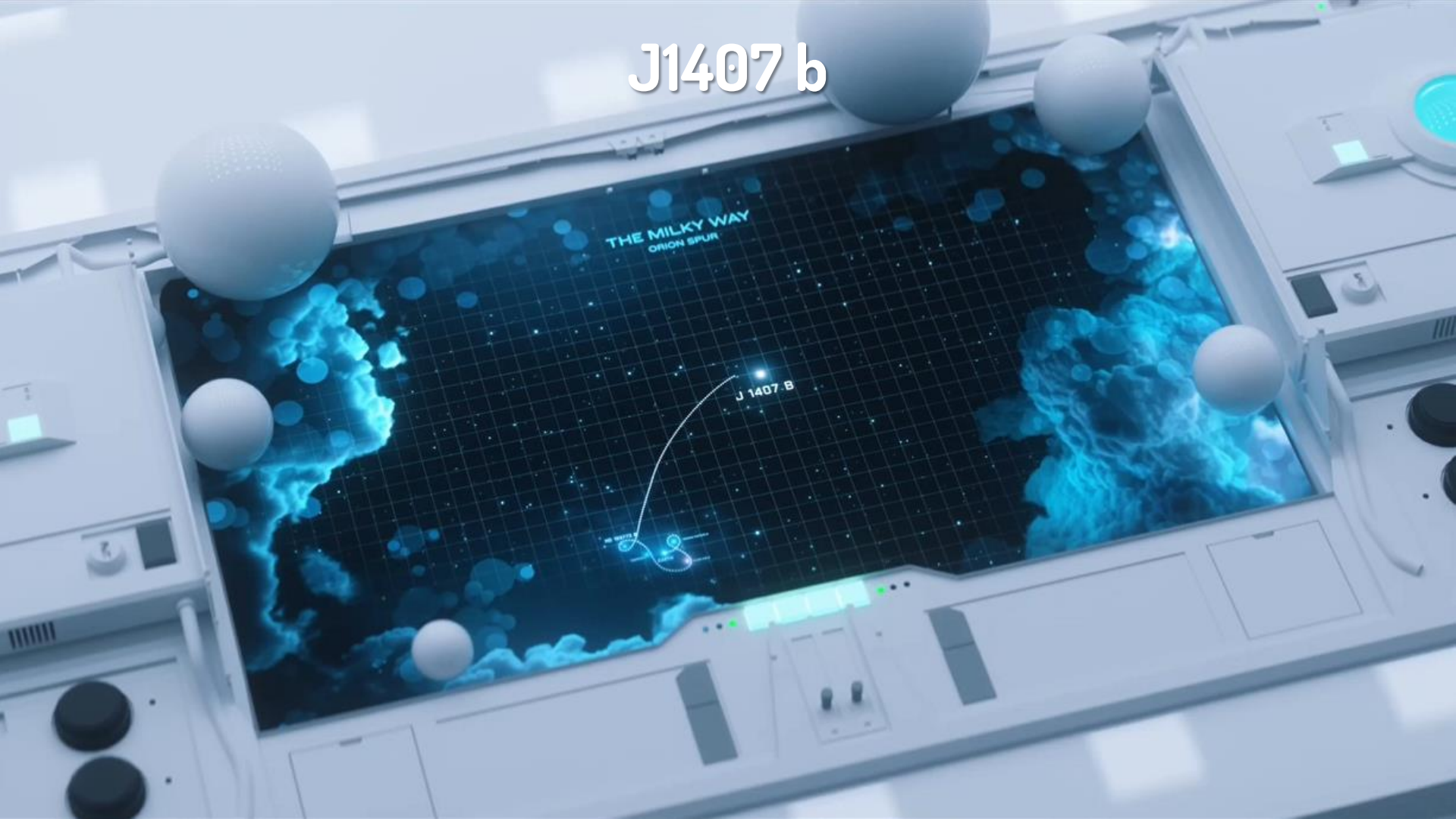
PROXIMA CENTAURI ——— ALPHA CENTAUR





Trappist-1

# J1407 b





## Dato curioso

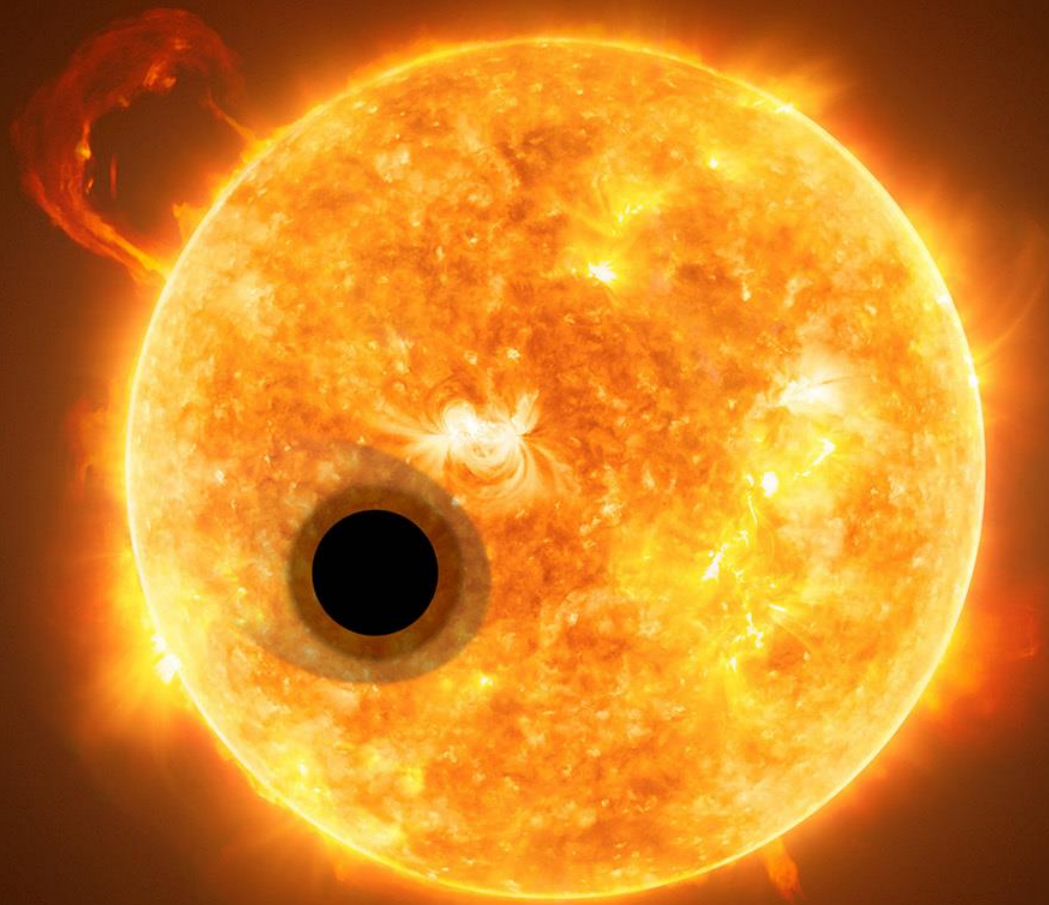
Si los anillos de Saturno fueran como los del exoplaneta J1407 b, desde la Tierra se verían algo así.

# Phobetor (PSR B1257+12 C)

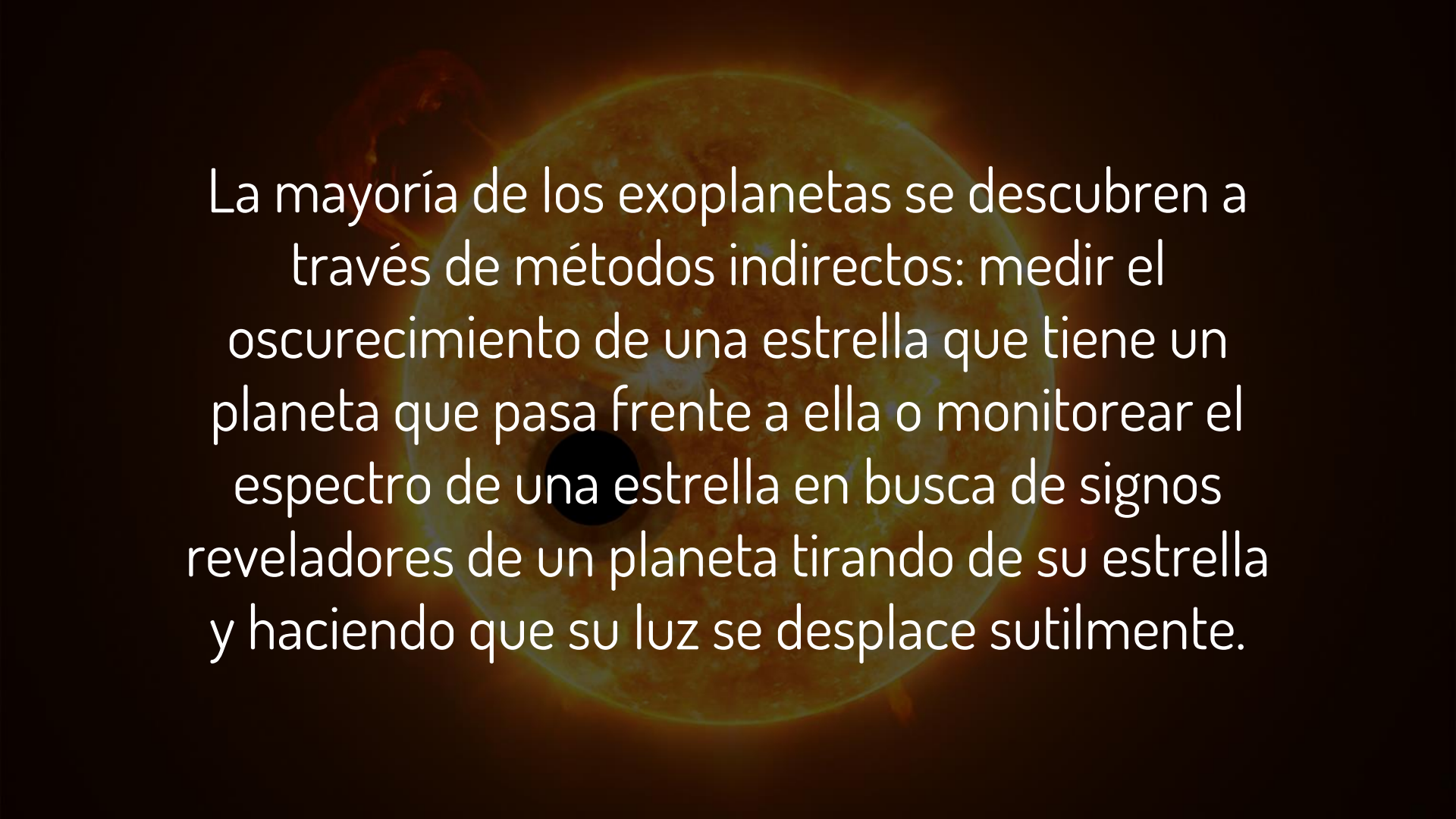


Ya vimos unos cuantos ejemplos de exoplanetas encontrados en una pequeña parte de nuestra galaxia.

Pero, ¿Cómo se logran detectar estos distantes y “pequeños” mundos desde nuestro planeta?

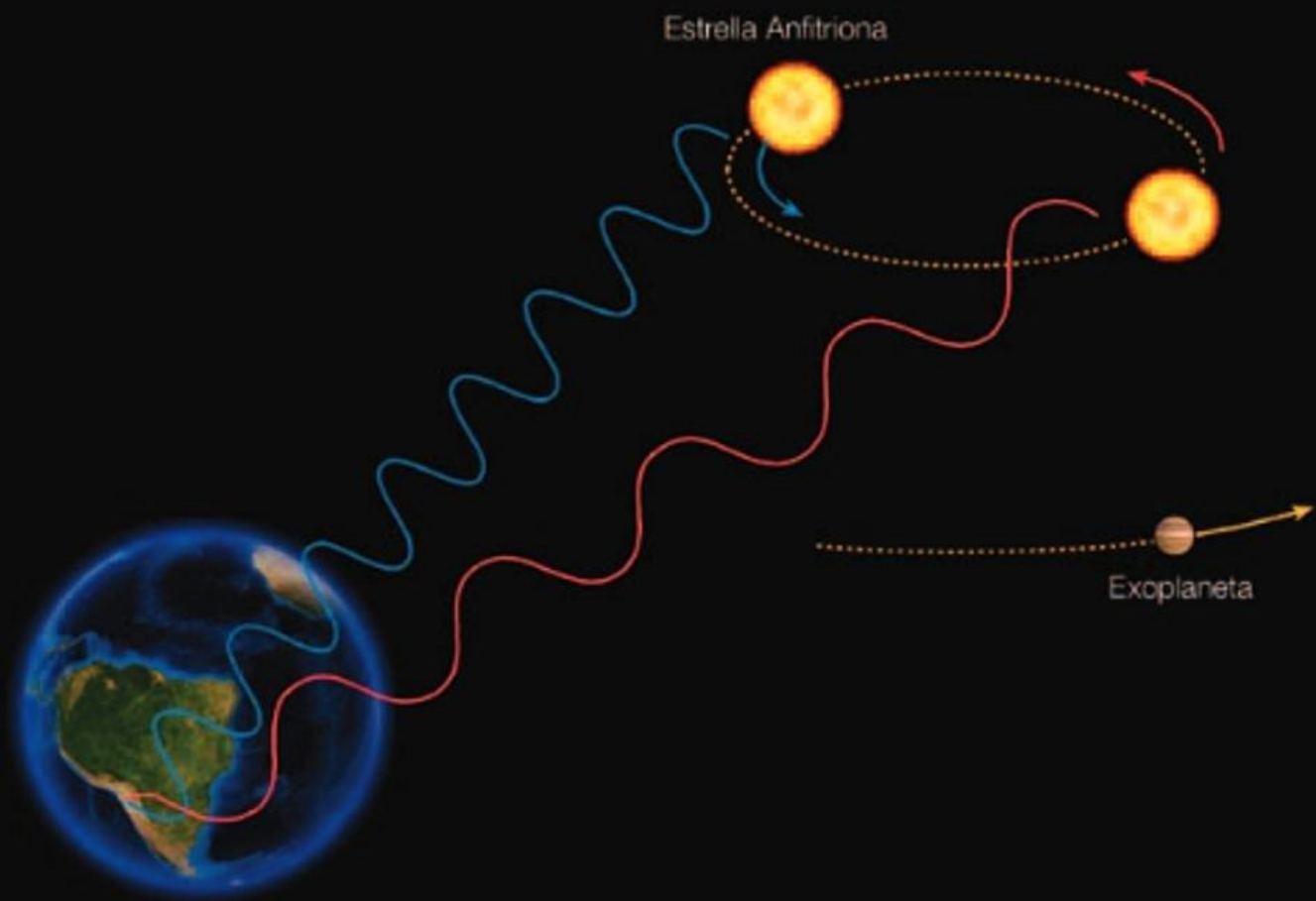






La mayoría de los exoplanetas se descubren a través de métodos indirectos: medir el oscurecimiento de una estrella que tiene un planeta que pasa frente a ella o monitorear el espectro de una estrella en busca de signos reveladores de un planeta tirando de su estrella y haciendo que su luz se desplace sutilmente.



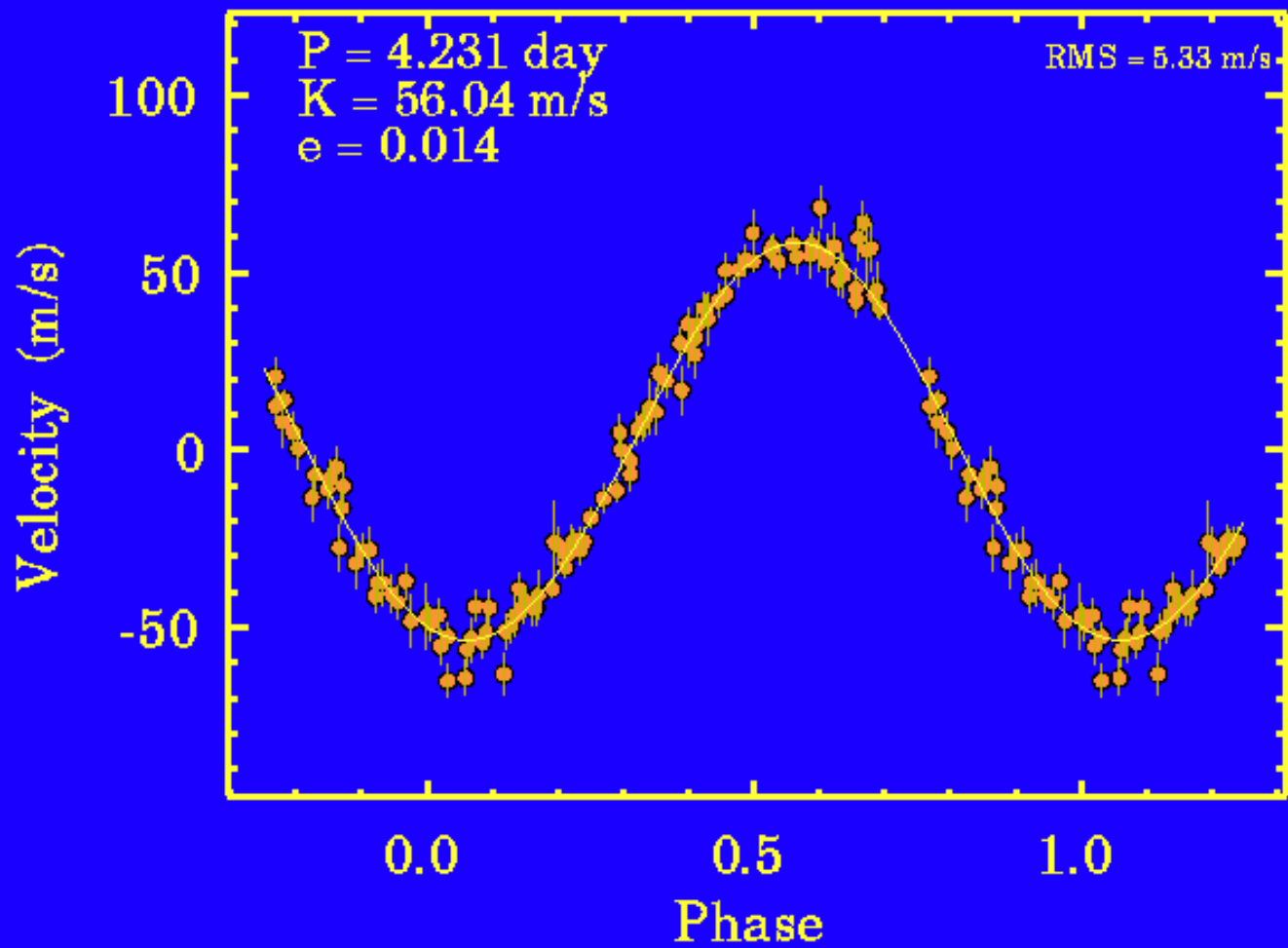


# Velocidad radial: Leyendo el bamboleo

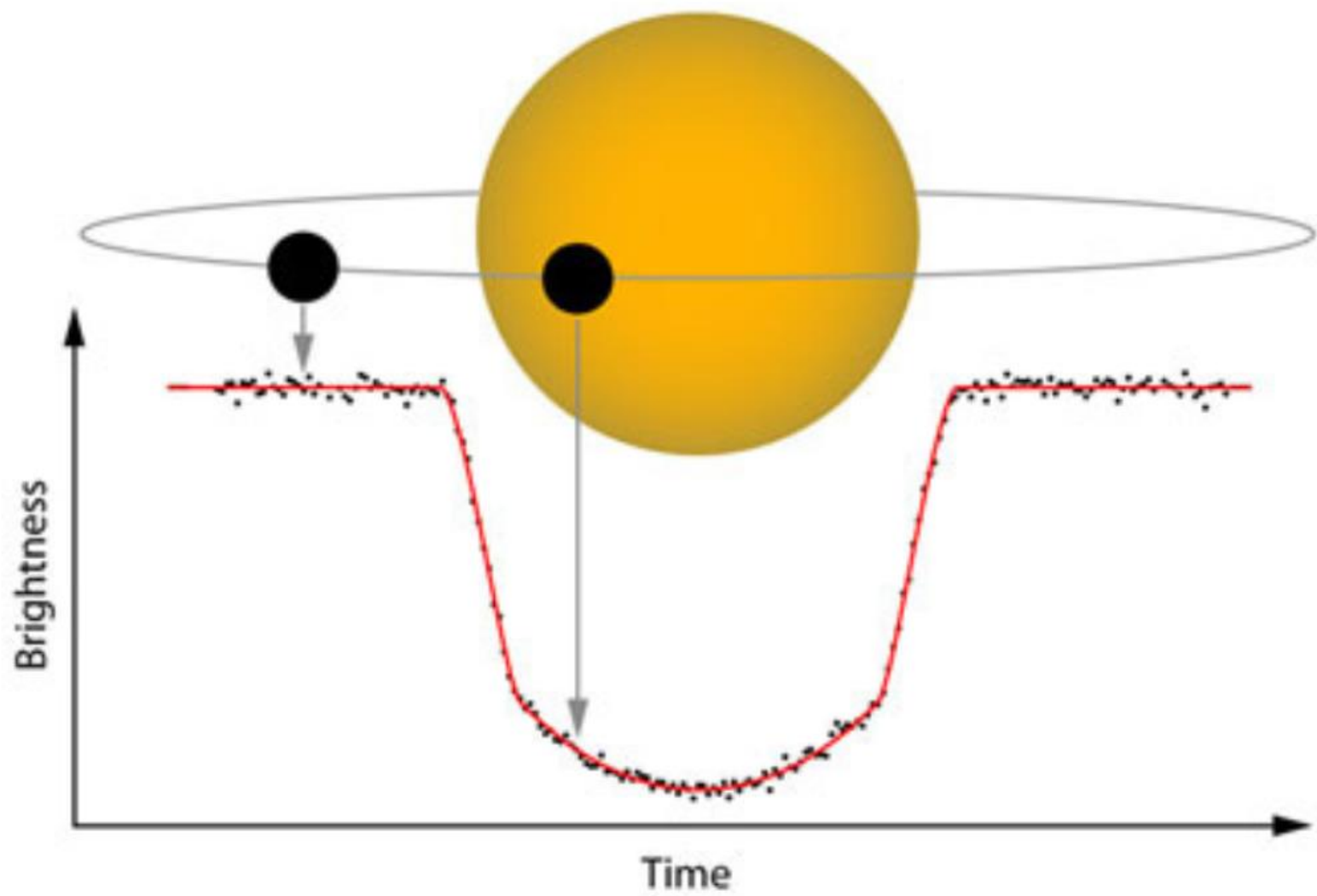


El método de la velocidad radial para detectar exoplanetas se basa en el hecho de que una estrella no permanece completamente estacionaria cuando un planeta la orbita. La estrella se mueve, muy levemente, en un pequeño círculo o elipse, respondiendo al tirón gravitacional de un planeta. Cuando se ven desde la distancia, estos ligeros movimientos afectan el espectro normal de la luz de la estrella.

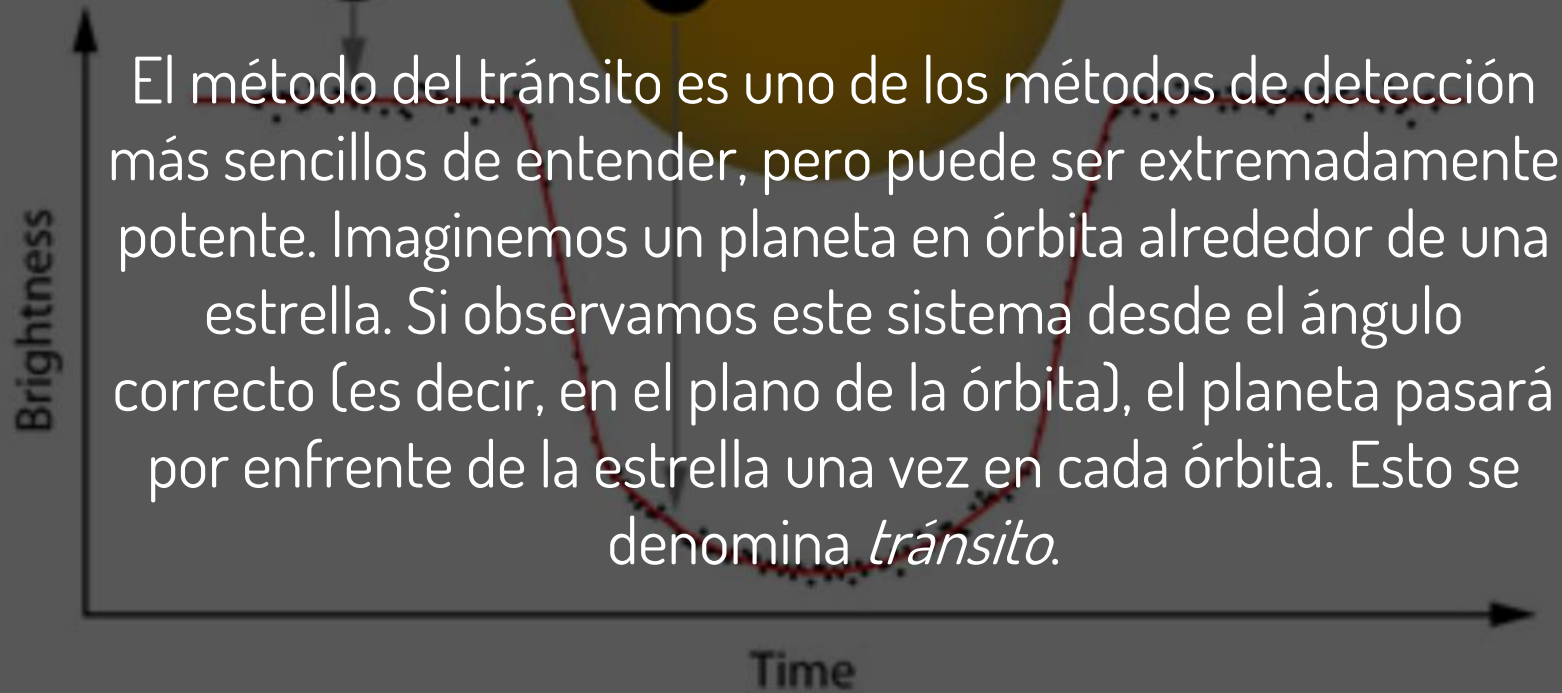
# 51 Pegasi







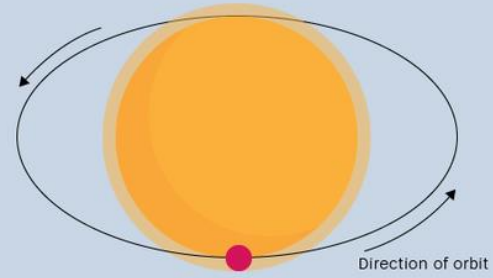
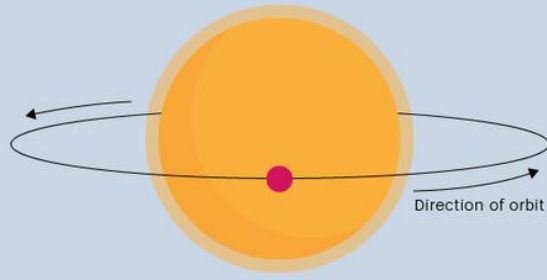
# Tránsitos: Planetas encontrados en inmersiones en la luz



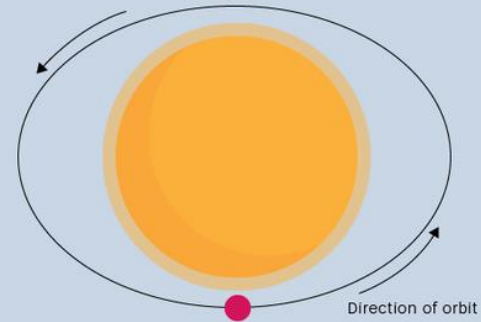
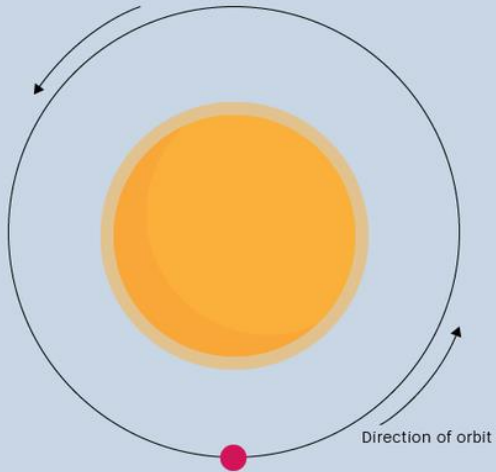
El método del tránsito es uno de los métodos de detección más sencillos de entender, pero puede ser extremadamente potente. Imaginemos un planeta en órbita alrededor de una estrella. Si observamos este sistema desde el ángulo correcto (es decir, en el plano de la órbita), el planeta pasará por enfrente de la estrella una vez en cada órbita. Esto se denomina *tránsito*.



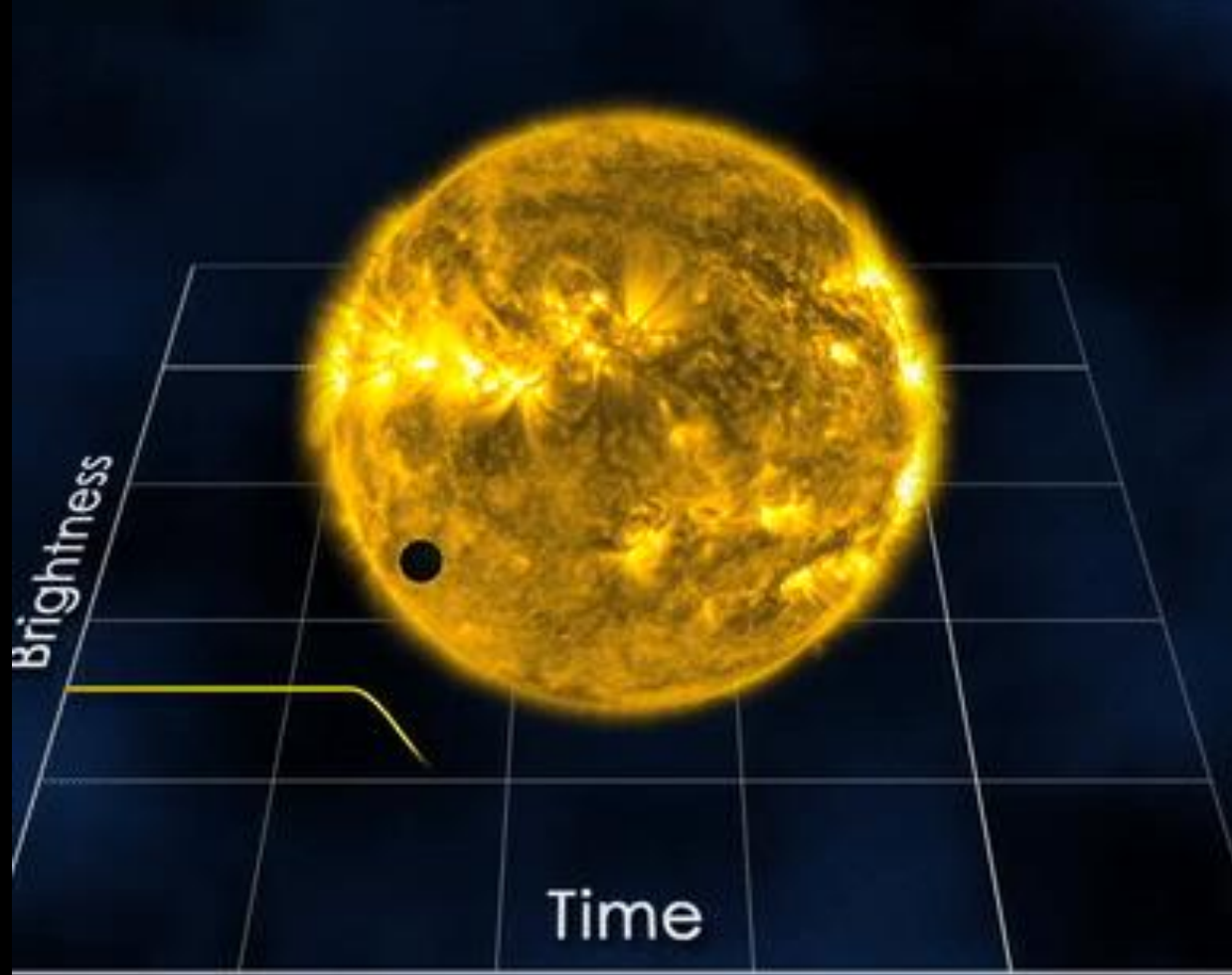
These planets transit



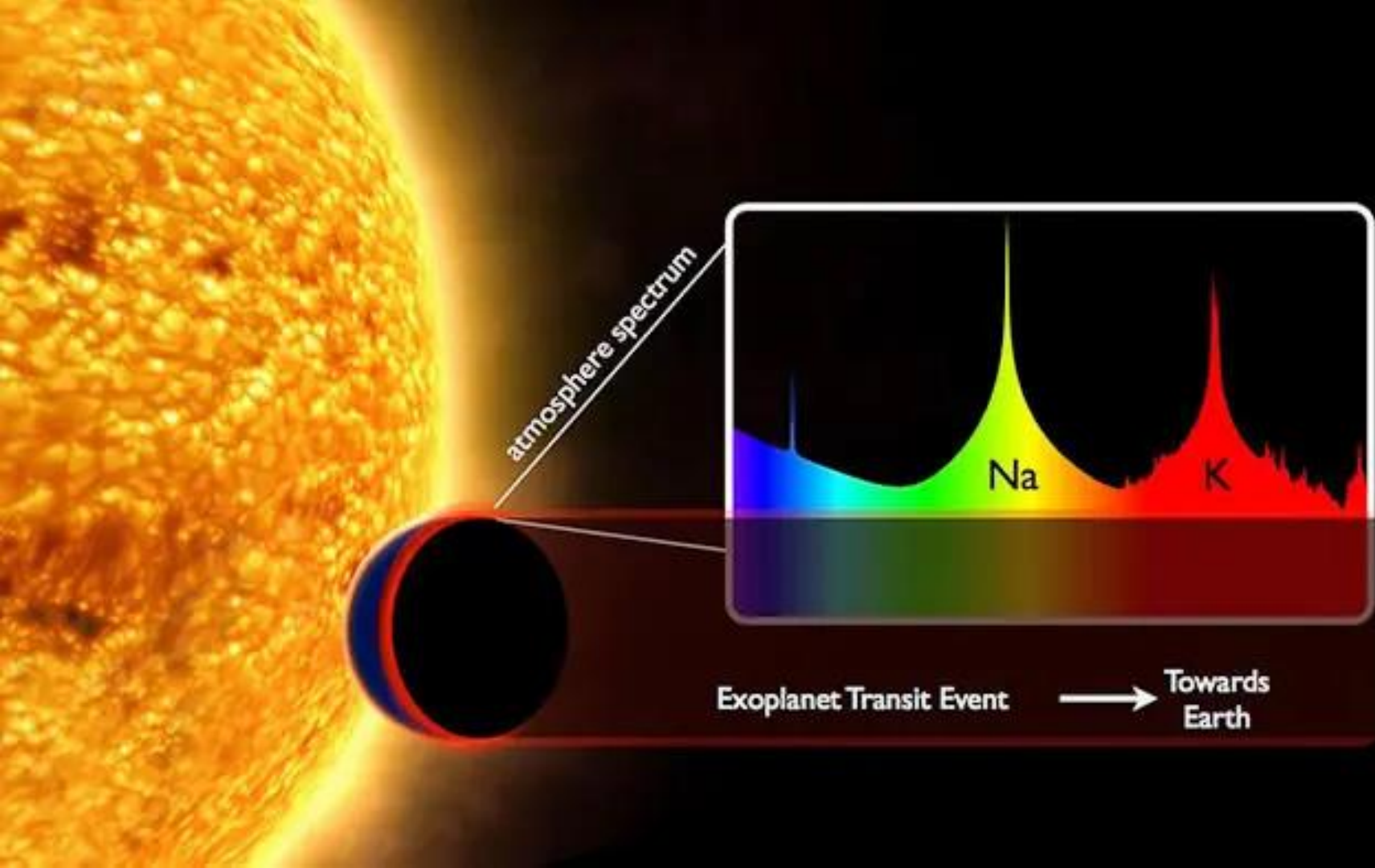
These planets do not transit



(Not to scale)

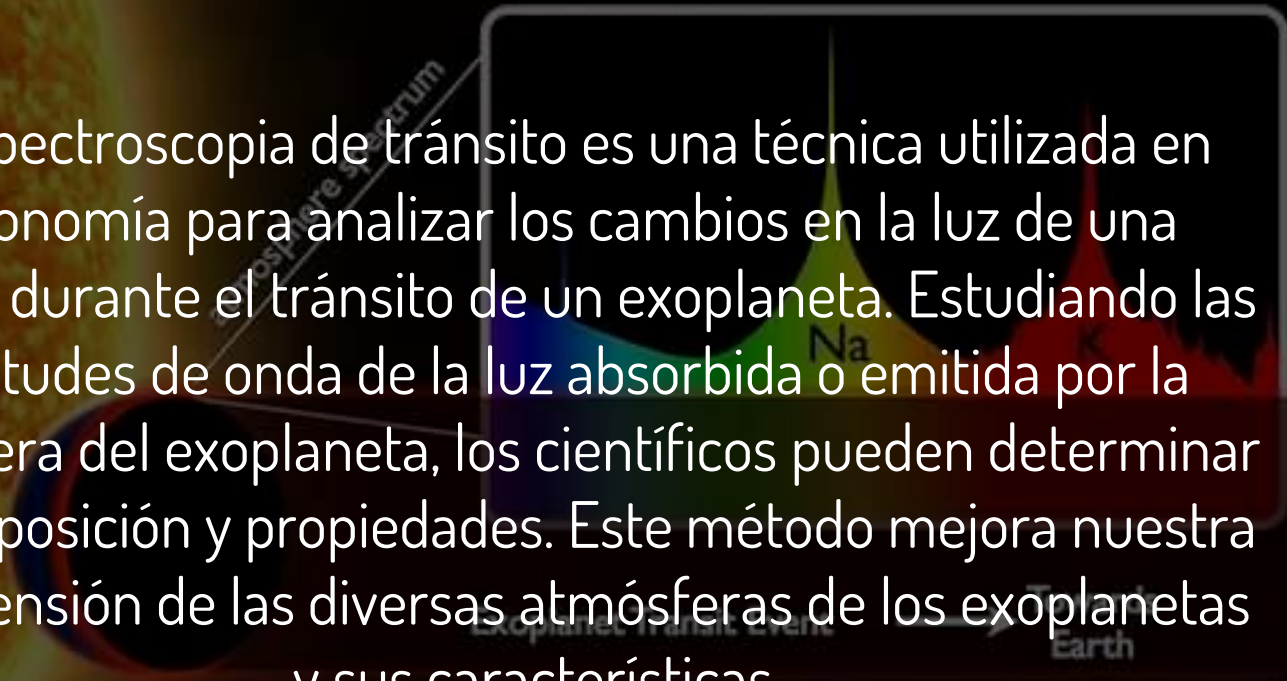






# Espectroscopia de tránsito: leyendo la luz

La espectroscopia de tránsito es una técnica utilizada en astronomía para analizar los cambios en la luz de una estrella durante el tránsito de un exoplaneta. Estudiando las longitudes de onda de la luz absorbida o emitida por la atmósfera del exoplaneta, los científicos pueden determinar su composición y propiedades. Este método mejora nuestra comprensión de las diversas atmósferas de los exoplanetas y sus características.



Hot Source  
(Star)

Continuous Spectrum



Gas  
(Nebula)

Emission Spectrum

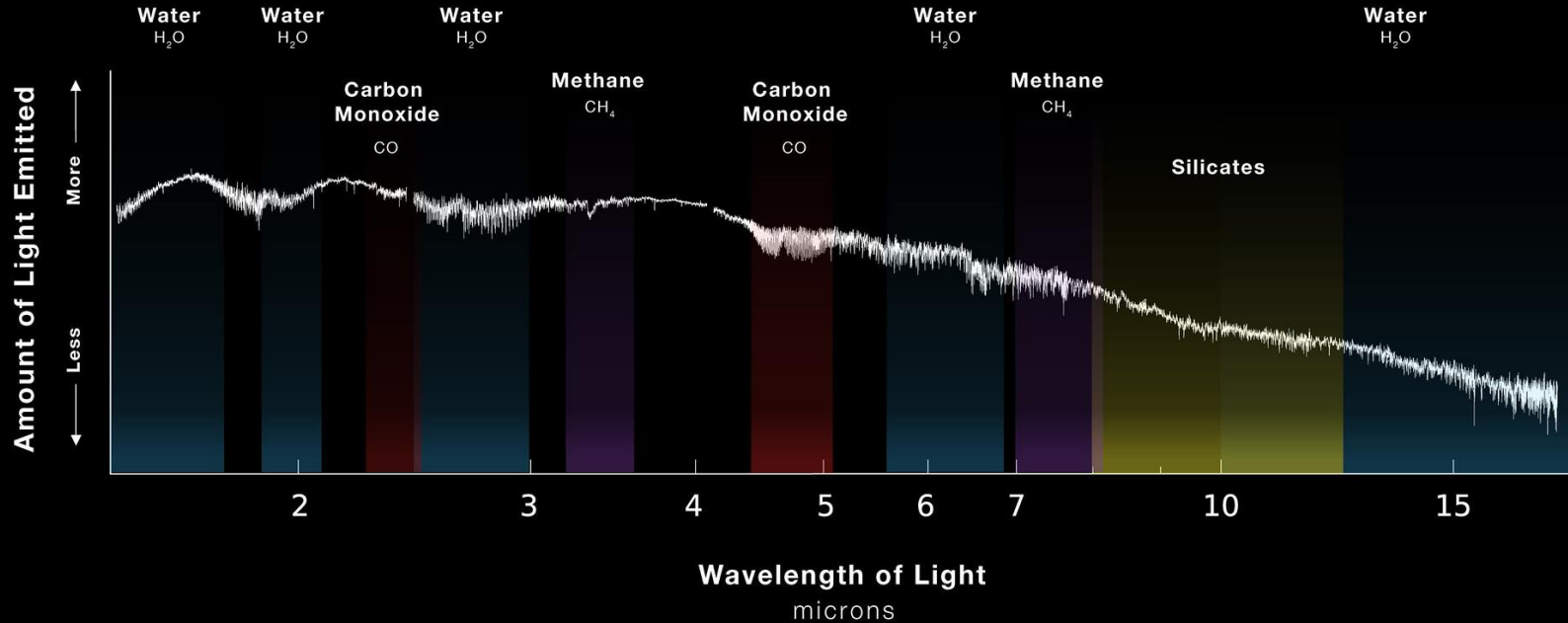
Absorption Spectrum



EXOPLANET VHS 1256 b

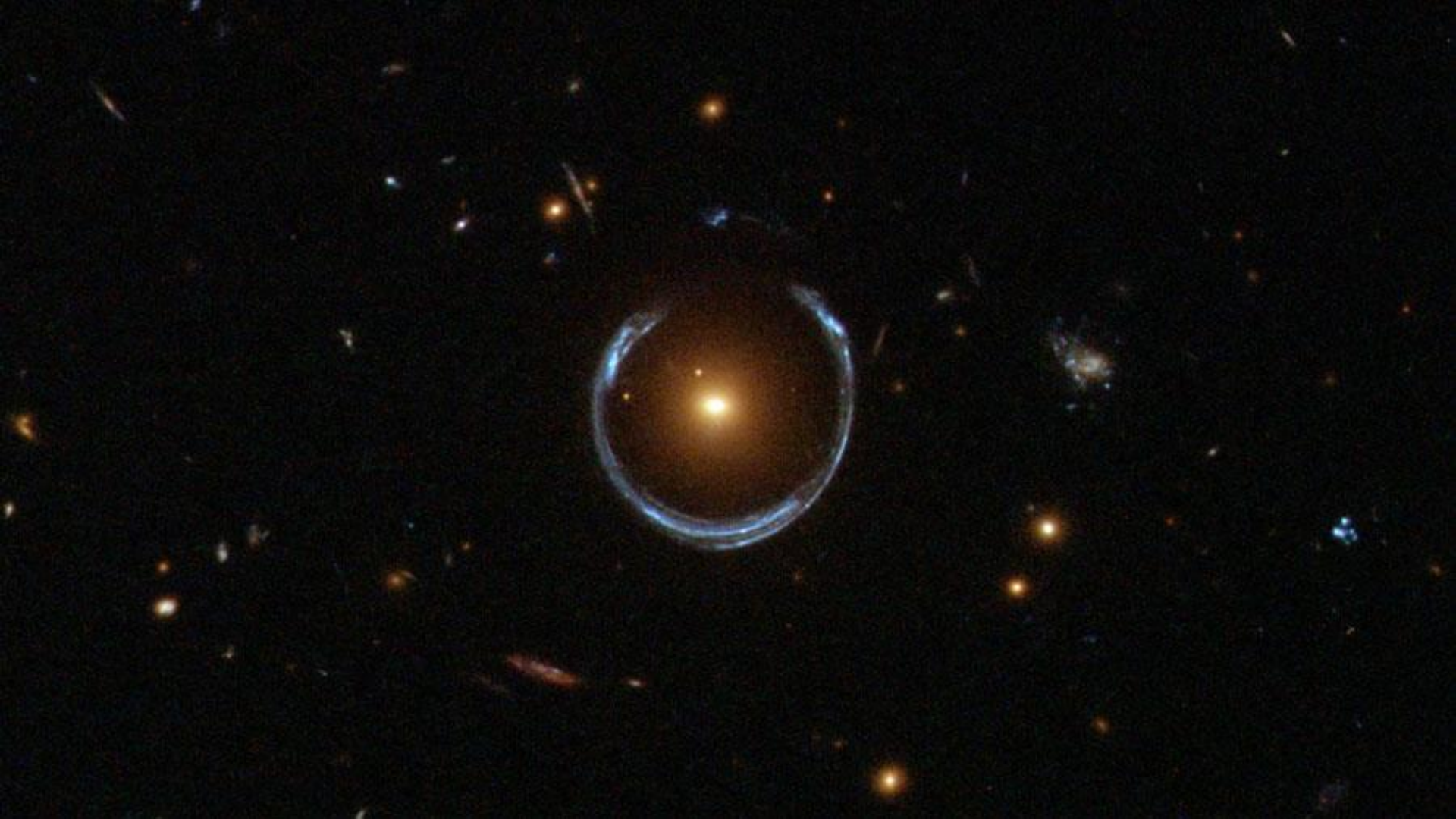
# EMISSION SPECTRUM

NIRSpec and MIRI | IFU Medium-Resolution Spectroscopy





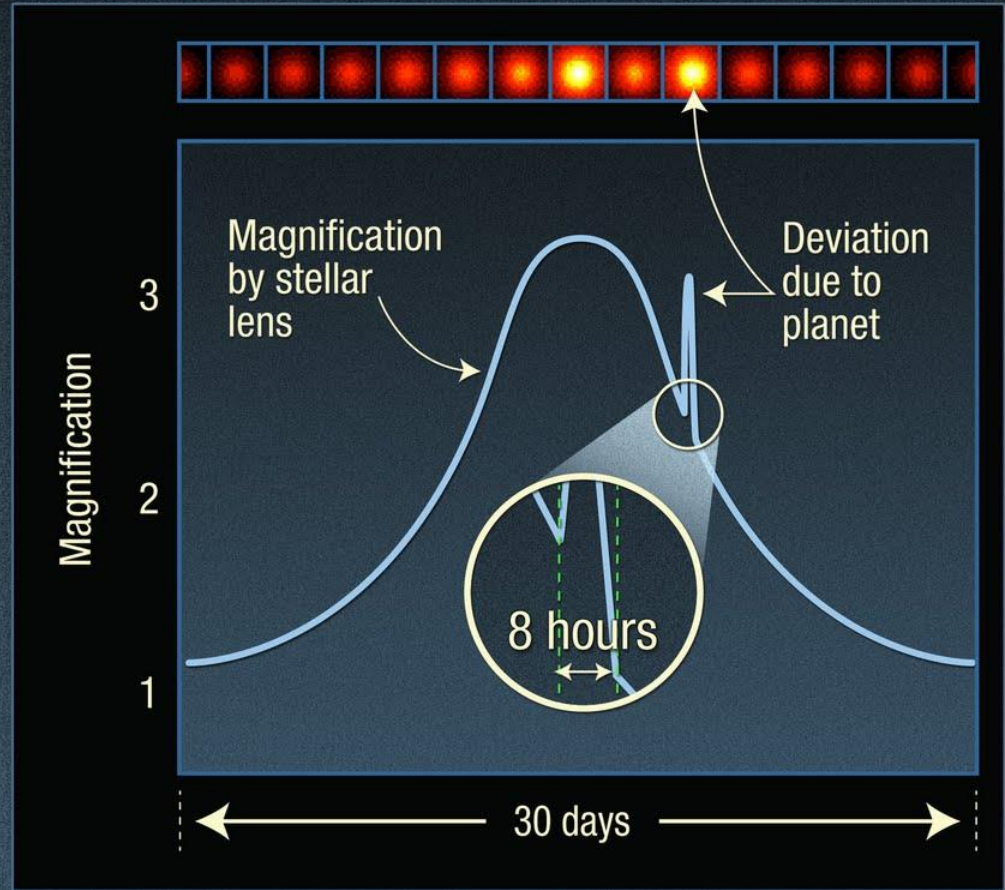
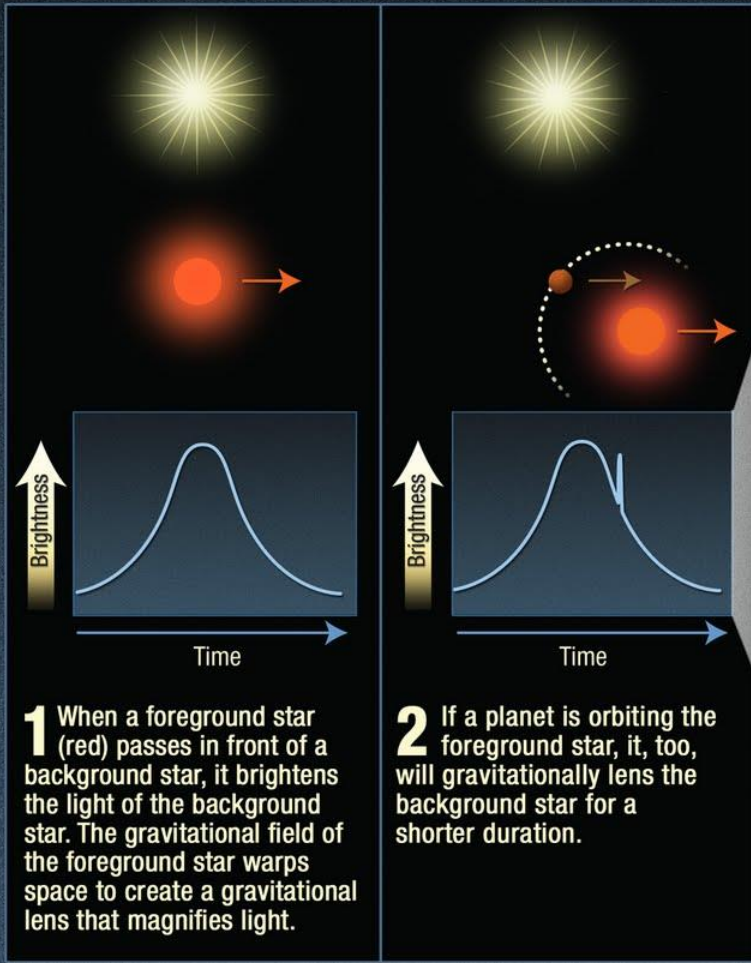




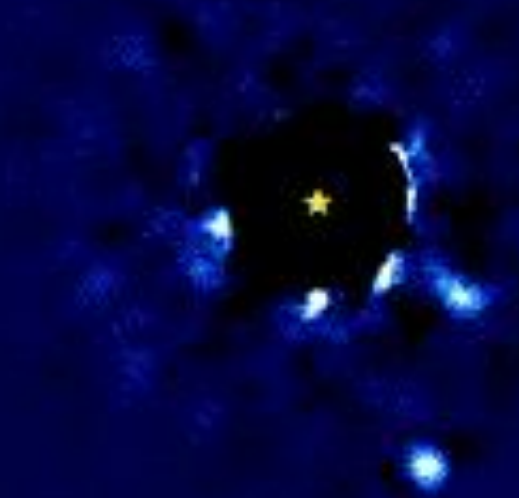
# Microlente gravitacional

La gravedad de una estrella en primer plano magnificará la luz de una estrella de fondo que pase justo detrás de ella. Si la estrella en primer plano tiene un planeta orbitándola, la estrella de fondo aparecerá, en un telescopio correctamente posicionado, como un pico de intensidad luminosa; el planeta producirá un segundo pico más pequeño y de duración más corta.

# Extrasolar planet detected by gravitational microlensing







# Imagen Directa

Planet b

Planet c

Consiste en capturar imágenes directas de exoplanetas utilizando telescopios especializados. Permite a los astrónomos estudiar las características del exoplaneta, como su brillo, su temperatura y su atmósfera, al aislar su luz de la estrella. Este método es particularmente efectivo para exoplanetas grandes y jóvenes ubicados más lejos de sus estrellas anfitrionas, lo que contribuye a nuestra comprensión de los sistemas planetarios y su evolución.

Star

Planet d

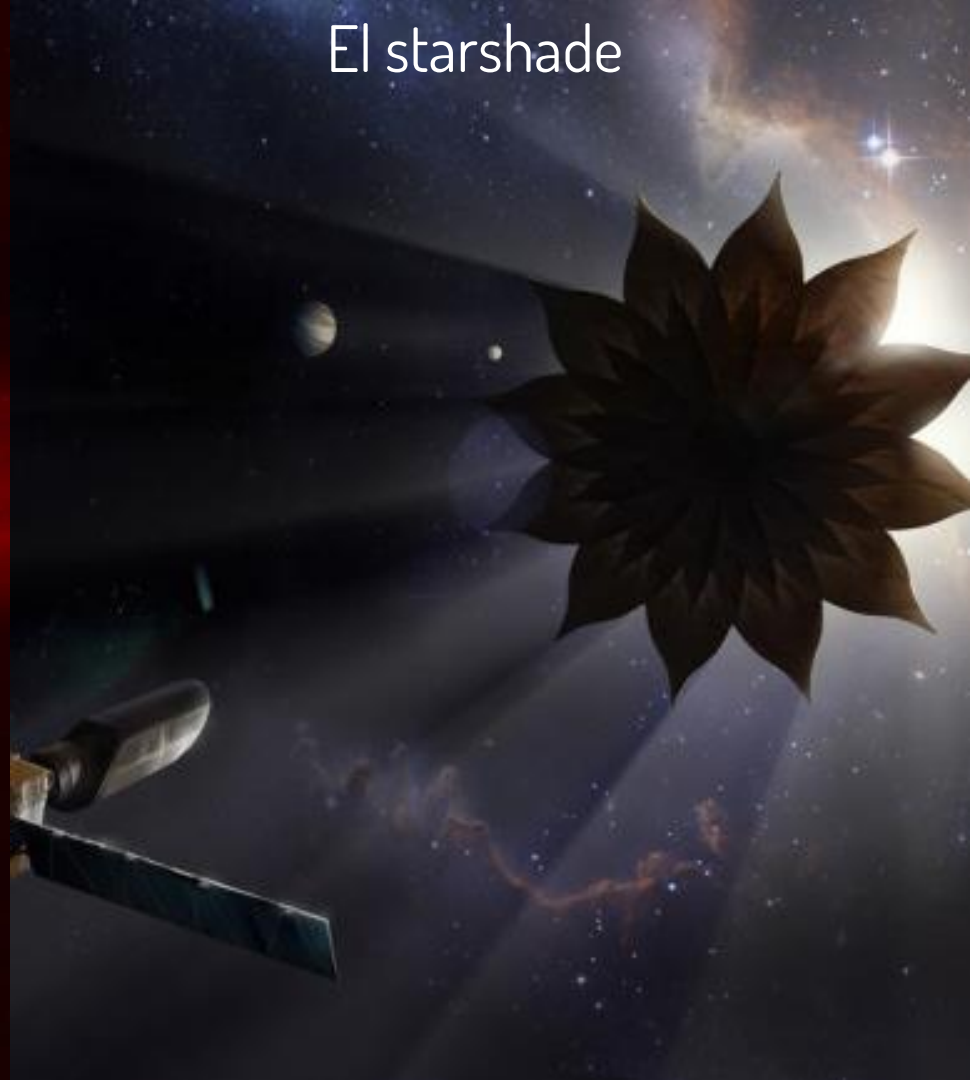
La próxima generación de telescopios espaciales buscará imágenes directas de exoplanetas utilizando una tecnología que actualmente se encuentra en rápido desarrollo...

El coronógrafo



'25 19:31

El starshade





El coronógrafo está diseñado para atenuar el abrumador resplandor de las estrellas y así revelar los planetas en órbita a su alrededor.

Y todo tiene lugar dentro del telescopio: un sistema de máscaras, prismas y detectores que se combinan para suprimir la luz de las estrellas.

# Studying Other Worlds with the Help of a Starshade

El *Starshade*, una nave espacial con forma de girasol se desplegaría como origami. Aparcada lejos de un telescopio espacial, su característica forma bloquearía la luz de las estrellas y amortiguaría cualquier luz parásita que pudiera filtrarse por los bordes.

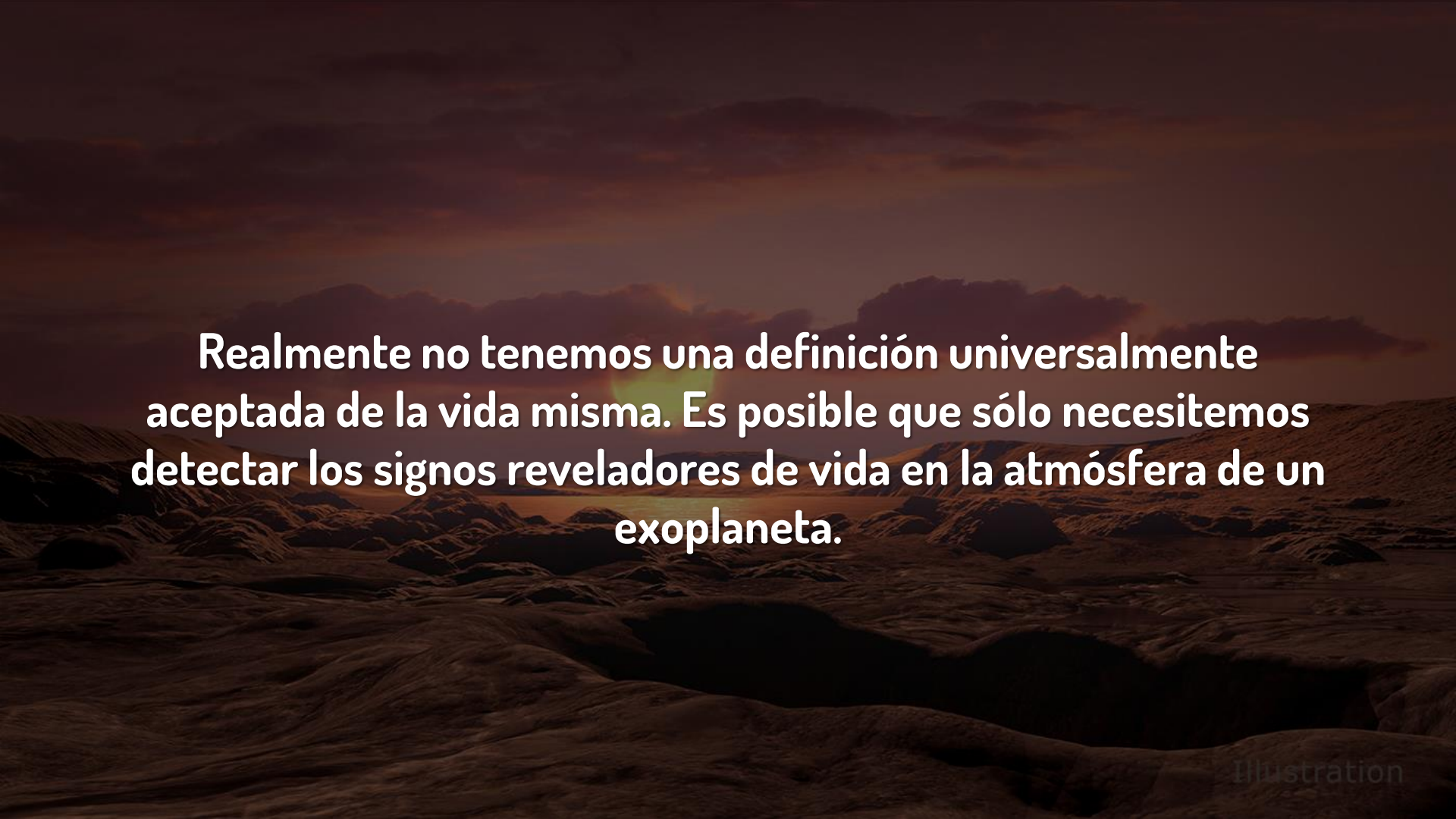


Nuestra galaxia tiene muchos exoplanetas. Muchos de ellos son pequeños y rocosos, similares a nuestro planeta y los ingredientes necesarios para la vida en la Tierra, como el agua y los elementos asociados con la vida, parecen estar presentes en casi todos los lugares que hemos explorado.

Entonces, surge la siguiente pregunta...

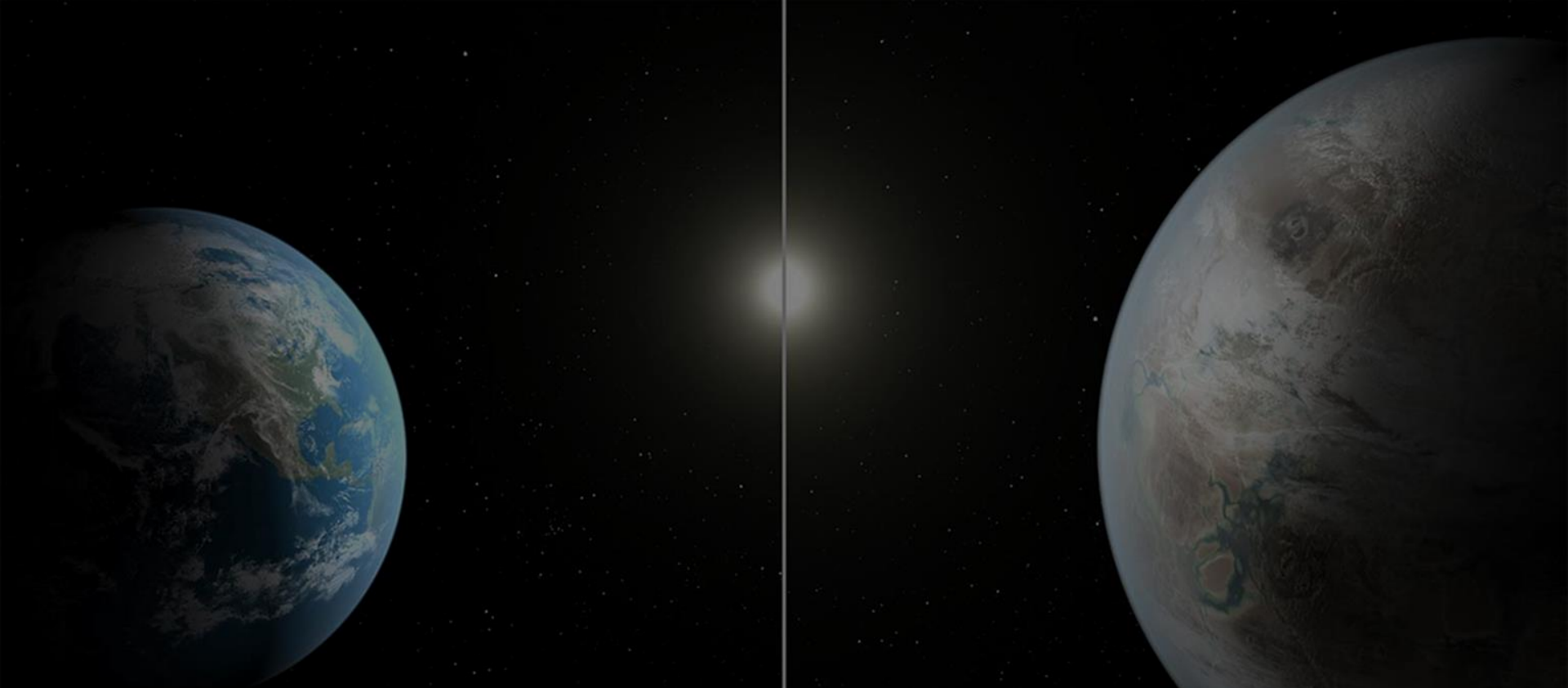


**¿Existe vida más allá de la Tierra?**

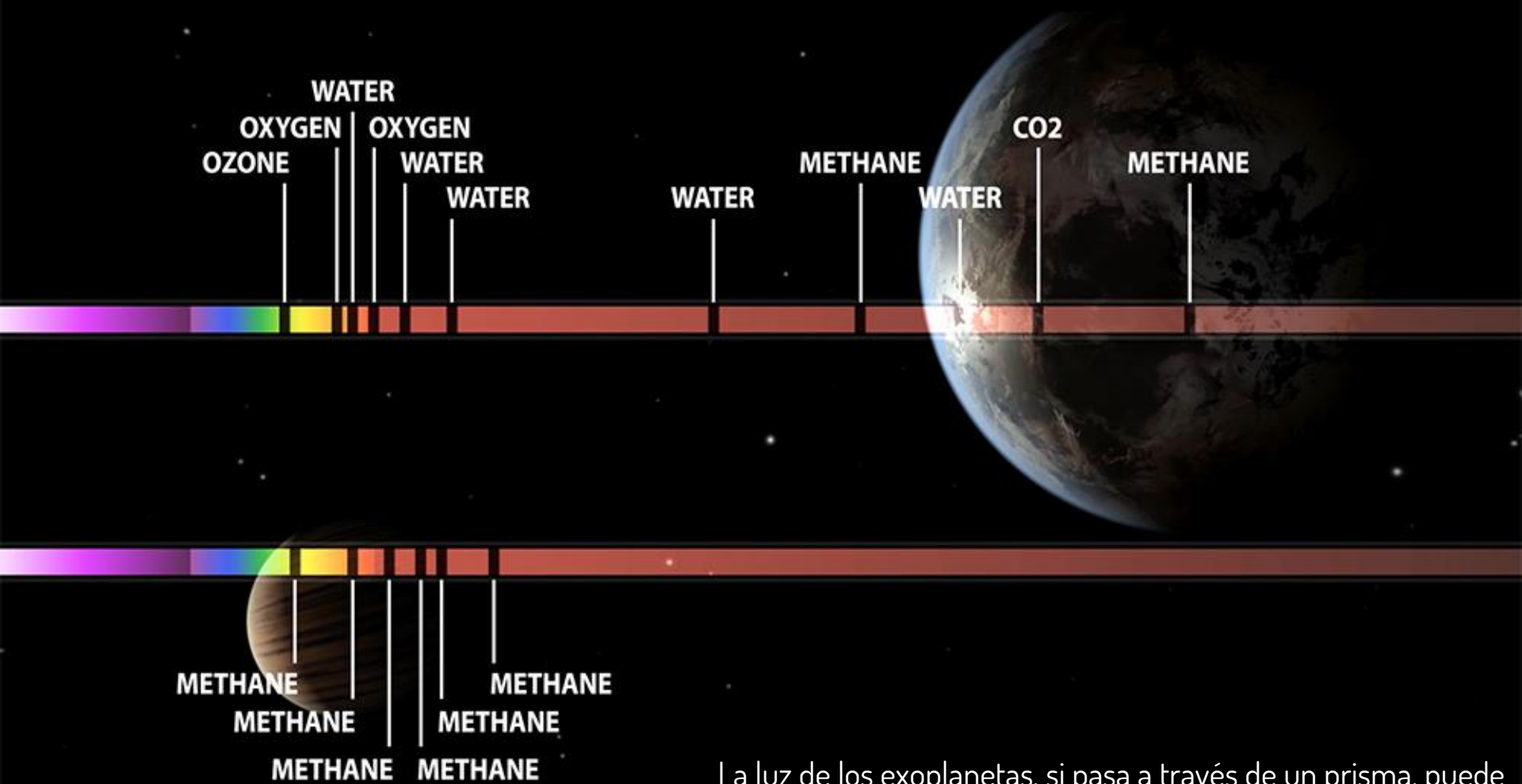
The background is a dark, atmospheric illustration of an exoplanet. It features a sunset or sunrise over a body of water, with a bright sun partially obscured by clouds. The foreground shows a rugged, rocky terrain with deep shadows and highlights, suggesting a desolate and alien environment. The overall color palette is dominated by dark browns, oranges, and greys.

**Realmente no tenemos una definición universalmente aceptada de la vida misma. Es posible que sólo necesitemos detectar los signos reveladores de vida en la atmósfera de un exoplaneta.**

**Nuestra capacidad para detectar y reconocer vida extraterrestre depende de la tecnología y los instrumentos científicos que tenemos. Actualmente, buscamos señales de habitabilidad o evidencia indirecta de vida.**



La espectroscopía de tránsito nos proporcionaría una lista de gases y productos químicos presentes en los cielos de estos mundos, incluyendo aquellos relacionados con la vida.



La luz de los exoplanetas, si pasa a través de un prisma, puede extenderse en un arco iris de colores llamado espectro.



A dark, atmospheric landscape with alien plants and a red planet in the sky. The scene is dimly lit, with a reddish glow from a planet in the sky. The foreground is dominated by dark, spiky alien plants. In the background, a large, dark, spiky tree-like structure stands prominently. The overall mood is mysterious and otherworldly.

# Implicaciones en la búsqueda de vida extraterrestre

-Impacto en nuestra visión del lugar de la humanidad

-Ampliar nuestra comprensión de la vida

-Búsqueda de sitios habitables

A dark, atmospheric landscape with alien plants and a crescent moon. The scene is dimly lit, with a large, dark, spiky tree on the right and another similar tree on the left. The ground is rocky and covered with various alien flora, including a cluster of orange, round fruits. In the background, a crescent moon is visible in the dark sky. The overall mood is mysterious and futuristic.

-Desarrollo de tecnología y exploración espacial

-Respuestas sobre el origen de la vida

El estudio de los exoplanetas nos ha acercado a la posibilidad de encontrar vida extraterrestre y ha revolucionado nuestra comprensión del universo. Aunque es un desafío complejo y estamos limitados por nuestra comprensión basada en la vida terrestre, cada avance en la búsqueda de exoplanetas y en el desarrollo de tecnologías nos acerca más a responder la pregunta de si estamos solos en el universo.

Créditos de imágenes y videos usados: John D. Boswell, NASA

# Referencias

[Can We Find Life? | The Search For Life – Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System \(nasa.gov\)](#)

[Why We Search | The Search For Life – Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System \(nasa.gov\)](#)

[How We Find and Characterize | Discovery – Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System \(nasa.gov\)](#)

[Studying Other Worlds with the Help of a Starshade – YouTube](#)

[WFIRST's Coronagraph Instrument – YouTube](#)

[Direct Imaging: The Next Big Step in the Hunt for Exoplanets | Space](#)

[How We Detect Exoplanets: The Direct-Imaging... | The Planetary Society](#)

[Direct Imaging | Las Cumbres Observatory \(lco.global\)](#)