

El Universo en mi bolsillo



Exoplanetas



Jean Schneider
Grażyna Stasińska

Observatorio de París

¿Por qué buscar exoplanetas?

Existen unas 100,000,000,000 estrellas en nuestra Galaxia, la Vía Láctea. ¿Cuántos exoplanetas - planetas externos al Sistema Solar - esperamos que existan? ¿Por qué algunas estrellas están rodeadas de planetas? ¿Cuán diversos son los sistemas planetarios? ¿Nos dice algo esta diversidad sobre el proceso de formación planetaria? Estas son algunas de las muchas preguntas que motivan el estudio de exoplanetas.

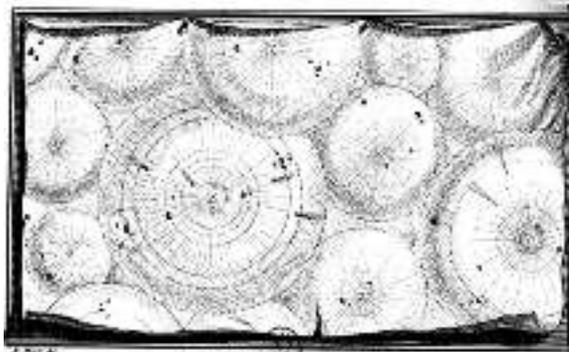
Algunos exoplanetas pueden tener las condiciones físicas necesarias (cantidad y calidad de la luz estelar, temperatura, composición atmosférica) para que exista química orgánica compleja y, quizás, para que se desarrolle vida (que puede ser muy diferente a la vida en la Tierra).

La idea de que pueden existir 'otros mundos' fuera de nuestro Sistema Solar fue sugerida por el filósofo griego Epicuro hace 2,300 años.

En 1584, el filósofo Giordano Bruno argumentó que las estrellas son soles como el nuestro.

En los siglos XVII y XVIII, científicos y filósofos, como Charles Huygens e Immanuel Kant, exploraron el concepto de otros mundos.

Dibujo que representa 'la pluralidad de los mundos' tal y como la imaginó el escritor francés Fontenelle en 1686.

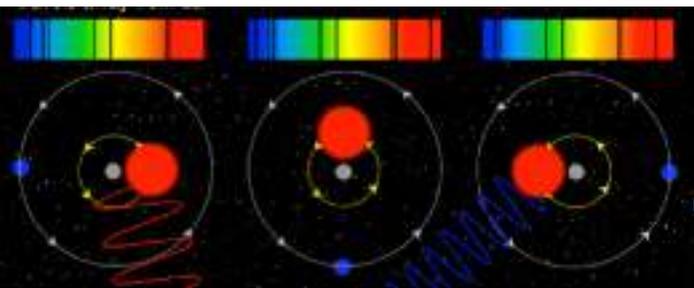


Una versión en color de un grabado de un libro publicado en 1888 por Camille Flammarion. Muestra a un peregrino descubriendo otro mundo.



Los intentos de detectar planetas alrededor de otras estrellas iniciaron en la década de 1930, pero hasta 1989 solo hubo falsas alarmas. 2

Métodos dinámicos:

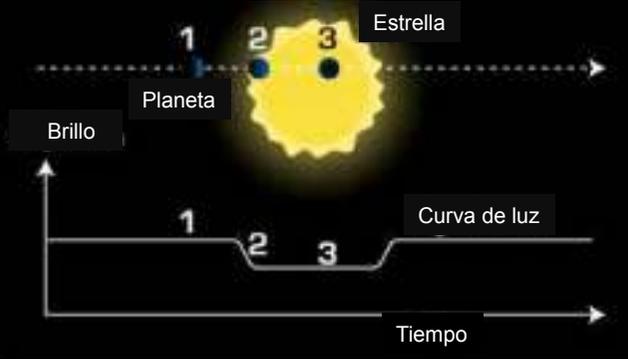


El planeta y la estrella orbitan su centro de masas. El movimiento

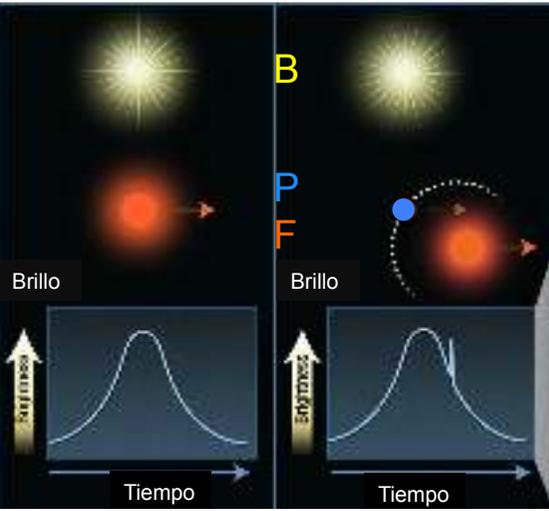
de la estrella alrededor del centro de masas se detecta por el desplazamiento de las líneas de su espectro (ver TUIMP 2 y 10).

Tránsitos:

Si un planeta pasa frente a la estrella, se produce un pequeño eclipse.



Microlentes:



Cuando una estrella F pasa frente a una estrella B, crea una 'lente gravitacional' que magnifica la luz. Si un planeta P orbita la estrella F, también magnifica a la estrella B, pero por menos tiempo.

Métodos indirectos

Las primeras detecciones de exoplanetas usaron los efectos del planeta en su estrella (ver página opuesta), obteniendo muchas propiedades planetarias.

- Con los **métodos dinámicos**, al estudiar las variaciones de la **velocidad radial** de la estrella, obtenemos el tamaño y la excentricidad de la órbita, el periodo de revolución y un límite inferior a la masa del planeta. Los valores reales de la masa y la orientación se derivan a partir del cambio en posición de la estrella con respecto a estrellas cercanas (**astrometría**).
- Con el método del **tránsito**, obtenemos el tamaño del planeta a partir de la profundidad de la curva de luz durante el eclipse, y el periodo de revolución a partir del tiempo entre eclipses.
- Con las **microlentes**, obtenemos la masa del planeta y su distancia a la estrella.

Métodos directos

Es difícil detectar directamente un exoplaneta porque los planetas son pequeños y tenues y están muy cerca de sus estrellas, que son al menos 10 millones de veces más brillantes. Debemos ocultar la estrella usando un coronógrafo.

La detección directa, cuando es posible, es muy fructífera, porque con varias imágenes determinamos la órbita completa.

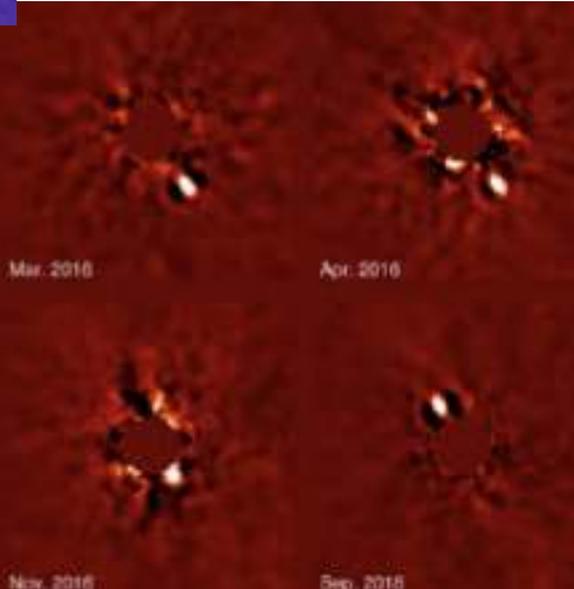
El espectro del planeta nos revela la composición molecular de su atmósfera y su meteorología.

El monitoreo fotométrico del planeta proporciona su periodo de rotación, es decir, la duración de su día.

Sin embargo, el tamaño y la masa del planeta deben obtenerse con métodos indirectos.

Dos planetas alrededor de la estrella HR 8799, descubiertos en 2008 usando coronografía en el infrarrojo con el telescopio Gemini en Hawái.

Secuencia de imágenes tomadas en el VLT (ESO, Chile), donde vemos al planeta Beta Pictoris b orbitando su estrella. Crédito: Lagrange et al.



La primera imagen de un exoplaneta (VLT, ESO, 2004). Orbita la 'enana marrón' 2M1207, una estrella tenue de baja masa (blanca en la imagen). Crédito: Chauvin et al.

Los descubrimientos en breve

Los primeros descubrimientos fueron desde el suelo usando espectrógrafos de alta precisión para medir **velocidades radiales**. En 1989 se descubrió el primer exoplaneta, HD114762b. En 1992, se encontraron 3 planetas alrededor de un púlsar, y el número de detecciones se disparó. Se han descubierto más de 800 planetas y 600 sistemas planetarios con este método.

En 2006 se lanzó el satélite CoRoT y, en el 2009, el Telescopio Espacial Kepler. CoRoT fue el primero en detectar un planeta rocoso. Kepler descubrió miles de planetas. Ambos usaron el **método del tránsito**.

90 planetas se descubrieron mediante **microlentes** y 100 planetas con **imágenes directas** desde la Tierra.

Gaia obtendrá **astrometría** y **movimientos propios** para mil millones de estrellas. Debería detectar miles de planetas nuevos. 9

El satélite CoRoT descubrió 36 exoplanetas. 600 candidatos están en revisión.

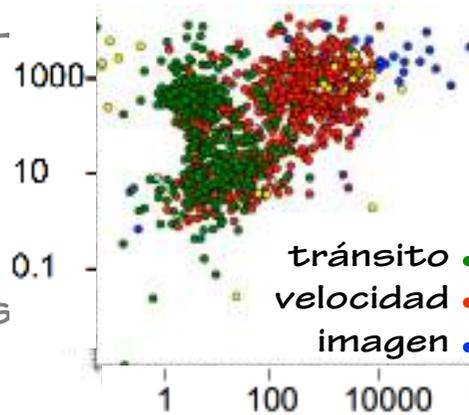


La misión Kepler observó 530,000 estrellas y encontró 2500 exoplanetas. Otros 2500 candidatos esperan su análisis.

El satélite europeo Gaia, lanzado en 2013, operará hasta 2022. Estudiará la posición y el movimiento de más de mil millones de estrellas con precisión exquisita.



Masa (en masas terrestres) contra la longitud del año (en días terrestres) de todos los exoplanetas conocidos en febrero del 2019 (datos de exoplanets.eu).



La diversidad de los mundos

Hasta el 2019, tenemos confirmados más de 4000 planetas, mientras que más de 3000 esperan confirmación.

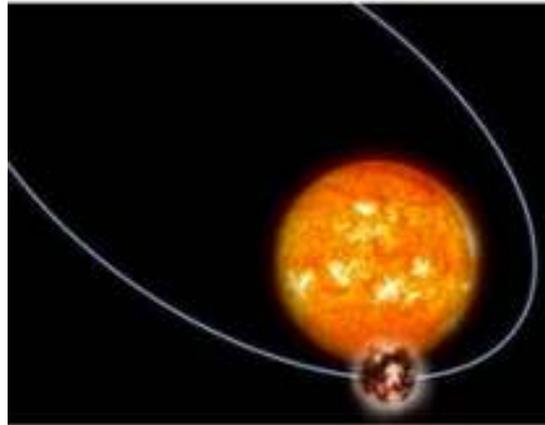
Se han descubierto muchos planetas extraños que no existen en el Sistema Solar:

- Planetas con temperaturas de más de 1000°C que orbitan su estrella en solo unos pocos días (mientras que la Tierra tarda un año).
- Planetas en evaporación.
- Planetas dos veces más grandes que la Tierra, llamados supertierras, con estaciones extremas (-100°C en invierno, $+100^{\circ}\text{C}$ en verano).
- Planetas con dos soles.
- Sistemas de planetas que se amontonan muy cerca de su sol.

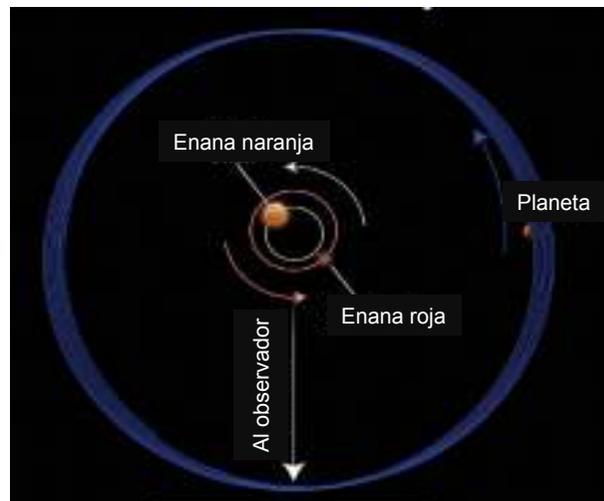
Visión artística (no a escala) de la supertierra muy caliente CoRoT-7 b.

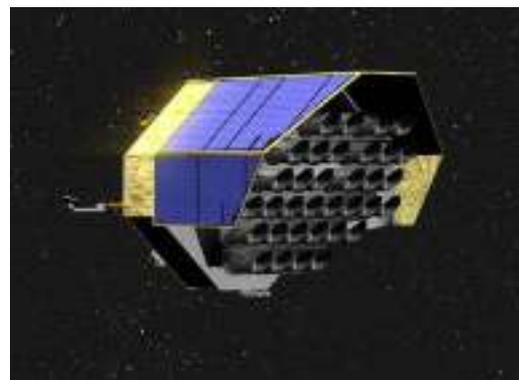


Representación artística de G. Thimm del planeta Kepler-432b, con su órbita altamente excéntrica que produce estaciones extremas.



El planeta Kepler-413b, el cual gira alrededor de dos estrellas: una naranja y una roja.





Plato, el futuro cazador europeo de exoplanetas, que será lanzado en el 2026. Observará cientos de miles de estrellas, buscando

planetas con la técnica del tránsito.

Impresión artística del futuro European Extremely Large Telescope, que comenzará a operar en Chile en el 2025. Captará 13 veces más luz que los telescopios existentes y producirá imágenes 16 veces más detalladas que las del Telescopio Espacial Hubble.



El proyecto de un hipertelescopio de A. Labeyrie. Será un interferómetro espacial muy grande y podrá mapear exoplanetas con una resolución de 100 m.

El futuro

En los próximos 10 años, telescopios de 30 a 40m de diámetro detectarán exoplanetas con imágenes y variaciones en velocidad de las estrellas. Telescopios satelitales, como Cheops, JWST, Plato y Ariel, podrán detectar planetas mediante tránsitos e imágenes directas (JWST).

Para el 2050, la NASA está diseñando telescopios espaciales de 8 a 18m de diámetro (LUVOIR, Habex) que podrán detectar indicios de vida en exoplanetas.

En un futuro más distante, interferómetros espaciales enormes producirán mapas detallados de exoplanetas. Sondas interestelares podrán tomar imágenes de los más cercanos. Los ingenieros ya están trabajando en técnicas de propulsión que permitan alcanzar objetos tan distantes.



Visión artística de 51 Pegasi b, un planeta gigante con un 'año' de solo 4 días.

Visión artística de HD 114762 b, el primer exoplaneta descubierto, en 1989.

Test



Imagen de Júpiter tomada por el módulo orbital Juno y procesada por el colaborador en ciencia ciudadana David Marriott.

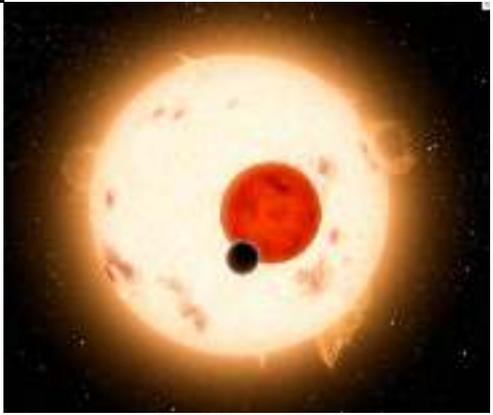
Visión artística de Kepler-16b, un planeta que orbita dos estrellas.



¿Cuál de estas imágenes muestra un planeta del Sistema Solar?

NASA / JPL-Caltech / SwRI / MSSS / Marriott

Respuestas al dorso



El Universo en mi bolsillo No. 8

Este librito fue escrito en el 2019 por Jean Schneider y Grażyna Stasińska del Observatorio de París (Francia).

Imagen de portada: Esta imagen ilustra la idea de que los mundos rocosos pueden ser tanto abundantes como extremadamente variados en el Universo (crédito JPL). Todas las imágenes de exoplanetas y satélites del librito son representaciones artísticas.

Créditos: NASA, ESA y ESO.



Para saber más sobre esta serie y sobre los temas presentados en el librito, por favor visita

<http://www.tuimp.org>

Traducido por Mónica Rodríguez
TUIMP Creative Commons

