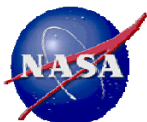
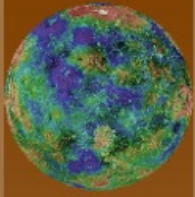


# Taller de planetas

## ACTIVIDADES DE PROFUNDIZACIÓN





## Taller de planetas

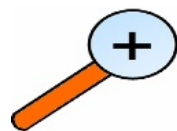


## Recordando la experiencia...

En el *Taller de planetas extrasolares* nos adentramos en una de las ramas de la Astronomía más excitante de los últimos tiempos, la búsqueda de planetas más allá de nuestro Sistema Solar.

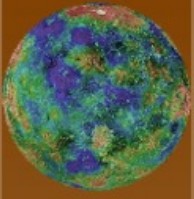
Mediante diferentes actividades intentamos comprender algunos de los métodos que se utilizan en esa búsqueda. En concreto aprendimos cosas acerca de tres métodos: astrometría, espectrometría y fotometría.

Con la búsqueda de planetas más allá de nuestro Sistema Solar los científicos tratan de encontrar respuesta a la eterna cuestión de si estamos solos en el Universo. En la actualidad ya se han encontrado algunos cientos de planetas extrasolares, pero casi todos son gigantes gaseosos parecidos a nuestro Júpiter y que orbitan muy cerca de su estrella, con lo que se descarta que en ellos se puedan dar las condiciones necesarias para la vida. La esperanza que se tiene es que esto se deba a las limitaciones de los instrumentos usados para su detección, y que a medida que la tecnología vaya mejorando se puedan encontrar planetas más pequeños y del tipo terrestre.



Investiga en bibliografía o usando Internet en qué fecha se descubrió el primer planeta extrasolar, cuáles eran sus características y qué método se utilizó para encontrarlo.

Hoy en día los astrónomos dedicados a este campo enfocan sus esfuerzos a encontrar planetas con tamaño similar al de la Tierra, orbitando su estrella a una distancia parecida a la nuestra. Esto se debe a que un planeta con estas características es el que más posibilidades tiene de contener vida. Si además se encontrara agua, dióxido de carbono y ozono en su atmósfera las posibilidades se harían cada vez mayores.

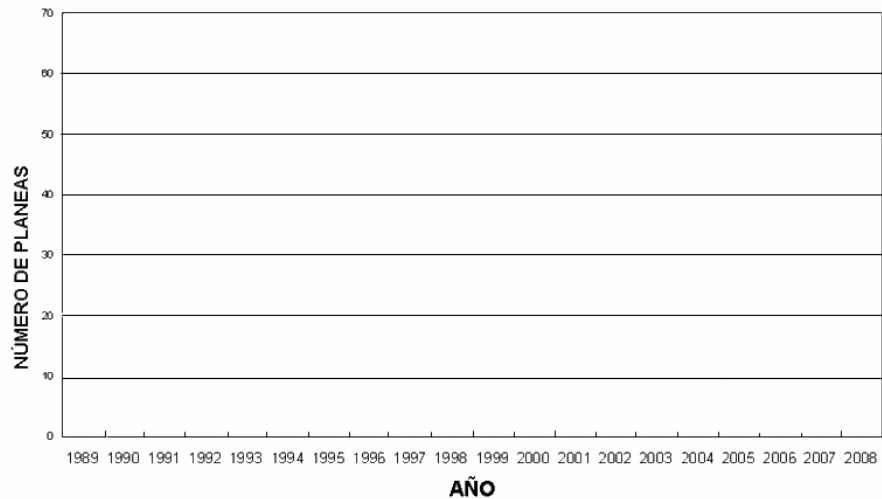


## Taller de planetas



Actualmente a lo largo de todo el mundo existen científicos trabajando en este campo con lo que día a día va aumentando el número de planetas encontrados.

Realiza una investigación lo más minuciosa posible y elabora un diagrama de barras con el número de planetas descubiertos cada año desde el primero que se encontró



## ASTROMETRÍA

Uno de los métodos que se emplean para detectar planetas extrasolares se basa en las perturbaciones gravitatorias que éstos causan sobre la estrella. A medida que el planeta gira alrededor de la estrella, ésta describe a su vez una órbita alrededor del centro de masas del sistema.

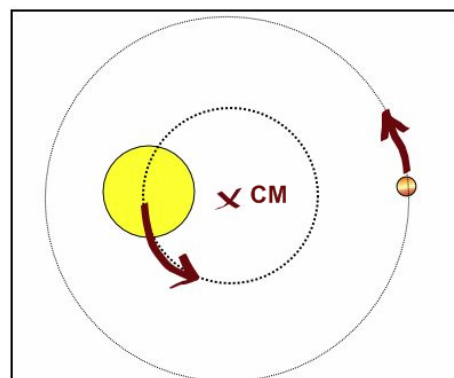
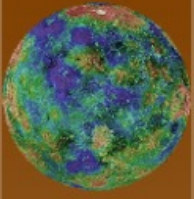


Fig. 2: Estrella y planeta girando en torno a su centro de masas.





Taller  
de  
planetas



Así pues, si se detecta un movimiento oscilatorio de una estrella, podemos llegar a deducir que tiene algún cuerpo girando a su alrededor. El problema es que se requieren mediciones muy precisas para poder apreciar ese movimiento, ya que la perturbación que le produce el planeta a la estrella es muy pequeño debido a que la masa de éste es mucho menor que la del astro.

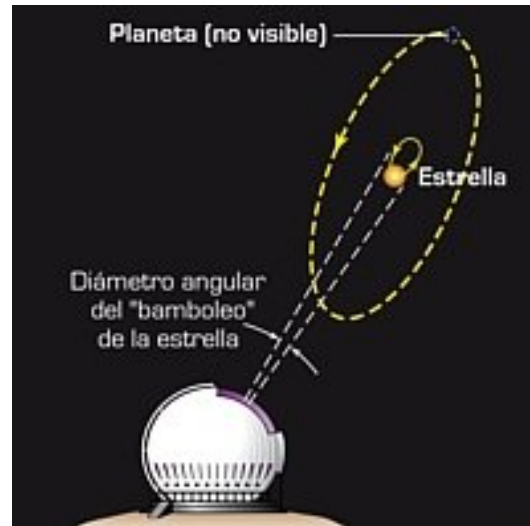


Fig. 3: Esquema del método de astrometría.

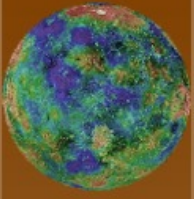
## ESPECTROMETRÍA (Efecto Doppler)

Cuando la luz emitida por una estrella pasa por sus capas de gas más externas, las ondas de determinadas longitudes de onda son absorbidas por átomos en cantidades discretas de energía

Debido a esto, en el espectro de la luz continuo emitido por la estrella aparecen las líneas de absorción. Una línea de absorción es una línea oscura sobre un espectro continuo brillante. Las líneas de absorción de los espectros se utilizan para obtener valiosa información acerca de la estrella.



Fig. 4: Espectro típico de una estrella



Cuando la fuente de radiación (en este caso la estrella) se aleja o se acerca del observador, se produce un desplazamiento de la posición de las líneas espectrales conocido como el *efecto Doppler*, éste permite medir la velocidad relativa de la fuente de radiación. Si las líneas del espectro de una estrella se desplazan hacia el rojo, la estrella se está alejando de la Tierra y la velocidad de alejamiento puede calcularse a partir de la magnitud del desplazamiento de las líneas. Por el contrario, si las líneas de absorción se desplazan hacia el violeta, la estrella se está acercando a la Tierra.

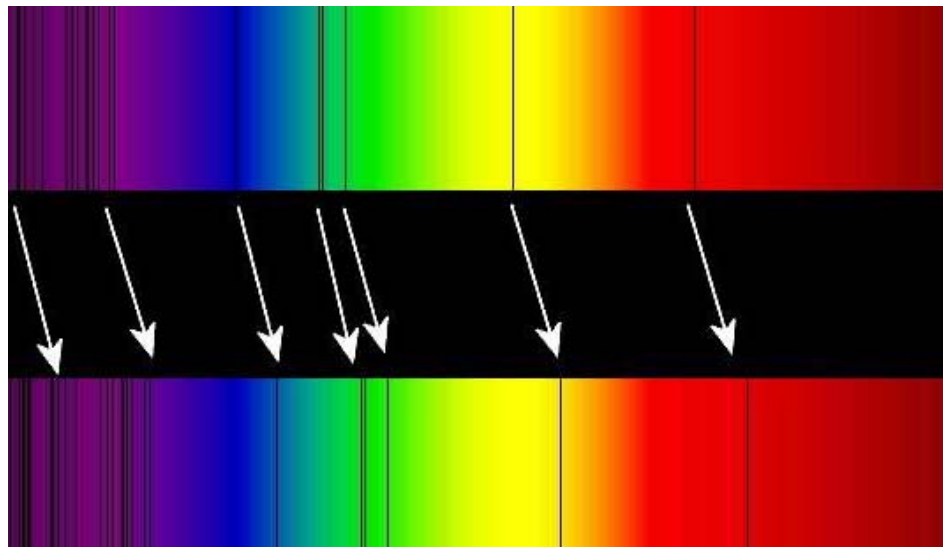
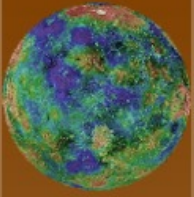


Fig. 5: Desplazamiento hacia el rojo de las líneas en el espectro de una estrella que se está alejando.

Como vimos anteriormente, el planeta, al orbitar la estrella central, ejerce una fuerza gravitacional sobre ésta de manera que la estrella gira sobre el centro de masas común del sistema. Las oscilaciones de la estrella pueden detectarse mediante leves cambios en las líneas espectrales según la estrella se acerque a nosotros (corrimiento al azul) o se aleje (corrimiento al rojo).

Así pues, midiendo los desplazamientos en las líneas que aparecen en el espectro de una estrella, se puede deducir la velocidad radial de ésta y, observando si existe alguna variación periódica en el desplazamiento de las líneas espectrales, se puede deducir la presencia de planetas girando alrededor de la estrella y que perturban su movimiento. Este método ha sido el más exitoso en la búsqueda de nuevos planetas.

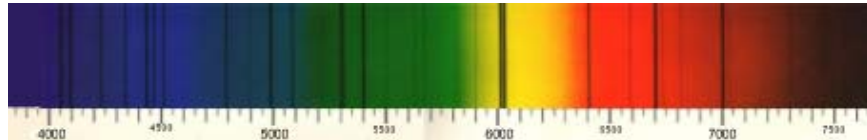


## Taller de planetas

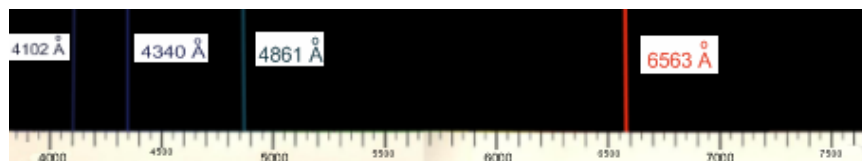


### Calcula:

Se realiza un estudio sobre una estrella para calcular el movimiento relativo de ésta, obteniéndose el siguiente



El espectro de emisión del Hidrógeno, estudiado en laboratorio presenta las siguientes líneas:



Al estar la estrella en movimiento las líneas se ven desplazadas, pero la separación entre ellas se mantiene constante. Identifica las líneas del Hidrógeno en el espectro de la estrella y aplicando las siguientes fórmulas determina la velocidad a la que se mueve la estrella y di si se aleja o se acerca a nosotros:

$$z = \frac{\lambda_{\text{observada}} - \lambda_{\text{emitida}}}{\lambda_{\text{emitida}}}$$

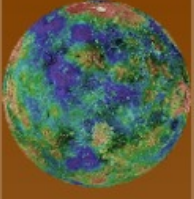
Para velocidades no relativistas de la fuente:

$$z = \frac{V_{\text{fuente}}}{c}$$

donde  $c$  es la velocidad de la luz.

$$V_{\text{fuente}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- la estrella se acerca       la estrella se aleja



Al representar la velocidad radial de la estrella en función del tiempo se obtiene una gráfica como la siguiente:

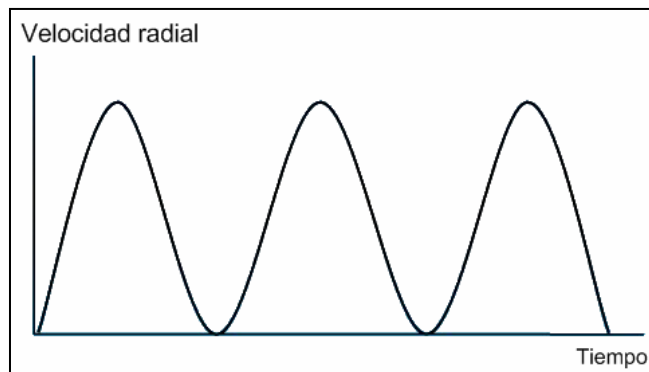


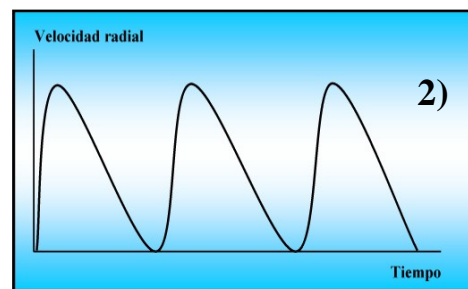
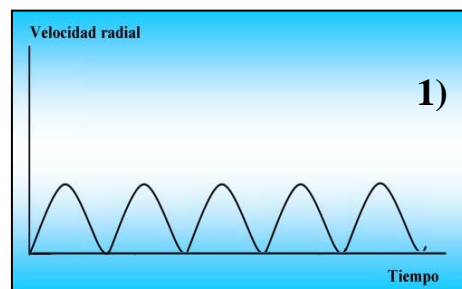
Fig. 6: Velocidad radial de la estrella en función del tiempo.

Como los desplazamientos son muy pequeños, los detectores deben ser muy precisos para cuantificar con precisión la velocidad de la estrella. Además, el efecto es mayor si el planeta tiene una masa mayor y si se encuentra cerca de la estrella.

A partir de estas mediciones se puede deducir datos del planeta como son su periodo de traslación, el límite inferior para la masa, su distancia media a la estrella y la excentricidad de la órbita.



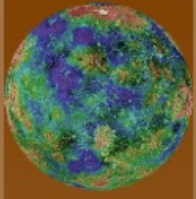
Observa las dos gráficas que se muestran a continuación:



Fijándote en las características de las dos curvas determina:

- El planeta tendrá mayor masa en el caso \_\_\_\_
- El planeta tiene mayor periodo de traslación en el caso \_\_\_\_
- La órbita del planeta tiene mayor excentricidad (elíptica) en el caso \_\_\_\_

Justifica tus respuestas.



Taller  
de  
planetas



## FOTOMETRÍA (Tránsitos)

El método de los tránsitos planetarios para detectar planetas extrasolares consiste en una observación de la disminución del brillo de una estrella cuando un cuerpo opaco (por ejemplo un planeta) se sitúa entre la estrella y la Tierra.

Es lógico pensar que este efecto sólo se puede apreciar cuando la órbita que sigue el planeta tiene una inclinación tal que éste se interpone entre nosotros y la estrella.

Además, para que esta disminución de brillo pueda relacionarse con la presencia de un planeta es necesario que esta disminución tenga una periodicidad.



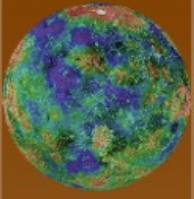
¿Por qué crees que es necesaria esa periodicidad?. En ese caso qué información nos proporciona ese periodo)

El tiempo que dura la disminución del brillo de la estrella y la magnitud de esta disminución dependen de varios factores:

- **El tamaño del planeta:** un planeta mayor quitará más luz que uno más pequeño.
- **La velocidad del planeta:** cuanto mayor sea la velocidad que lleva el planeta a lo largo de su órbita menos tiempo durará la disminución del brillo.

Para representar gráficamente la variación del brillo de la estrella se recurre a la llamada **curva de luz**. Esta es una práctica muy utilizada en astronomía en general que resulta de gran utilidad para detectar posibles planetas extrasolares orbitando alrededor de estrellas.





## Taller de planetas

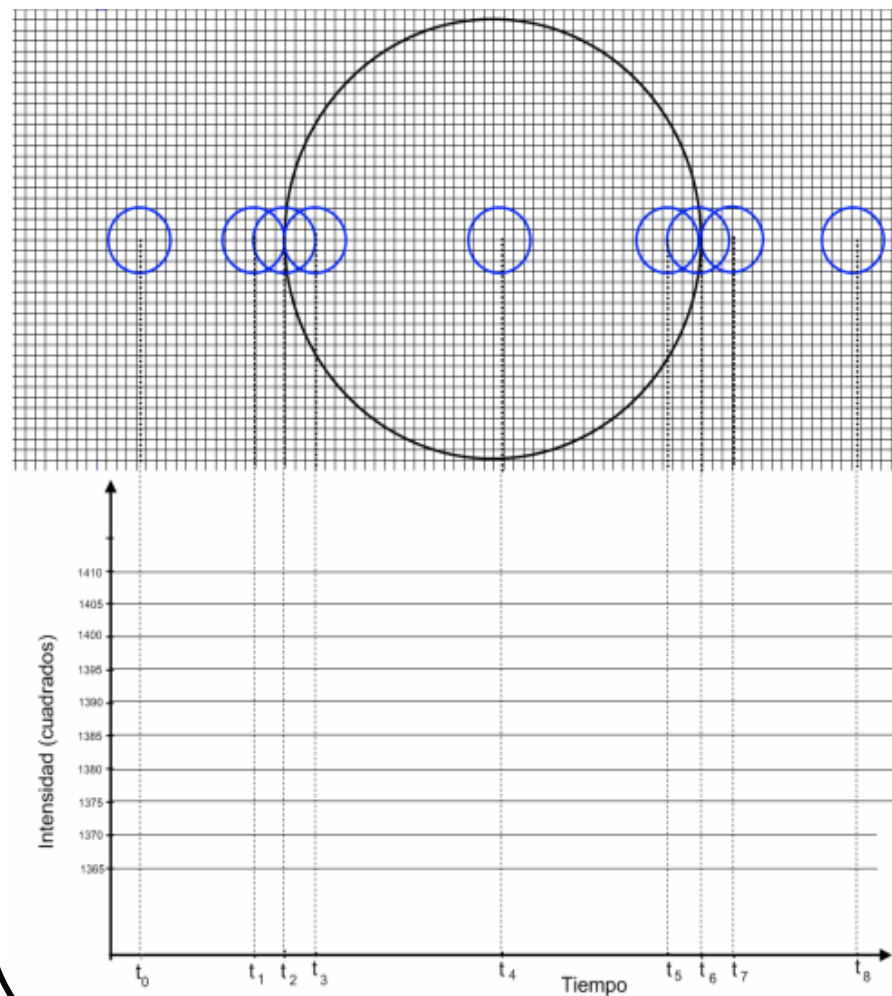


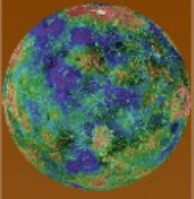
En la siguiente gráfica hemos representado un planeta pasando por delante de su estrella. La intensidad de la luz que nos llega de las estrellas es proporcional a su superficie, que en este caso podemos medir contando cuántos cuadraditos abarca.

Restando el número de cuadraditos que en cada caso oscurece el planeta al pasar por delante podemos calcular cómo disminuirá la luminosidad de la estrella.

Marca con un lápiz el número de cuadraditos resultante en los 8 instantes que hemos indicado. Une los puntos de la gráfica y obtendrás la curva de luz.

**Nota:** Si no tienes tiempo de contarlos, la estrella abarca 1404 cuadraditos y el planeta 30.



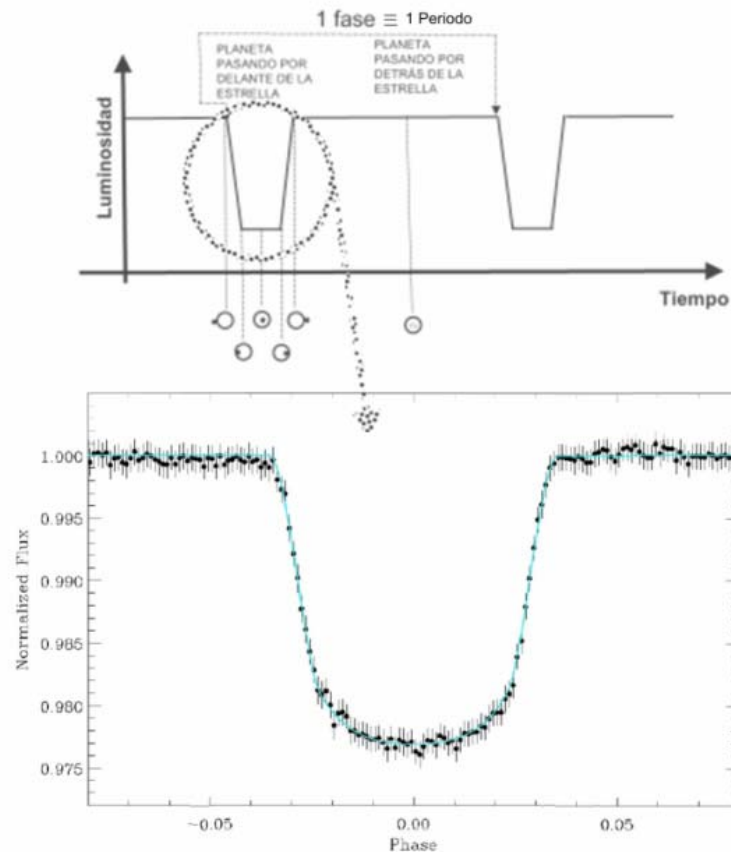


## Taller de planetas



A partir de la curva de luz se puede extraer una valiosa información acerca del planeta e incluso de la estrella. A continuación se muestra la curva de luz obtenida con los datos del primer planeta extrasolar observado por el satélite CoRoT.

A partir de ésta se pueden obtener datos como el radio del planeta, su velocidad radial, el radio de la órbita, etc.

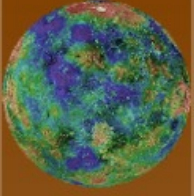


Suponiendo que la estrella es de tipo solar ( $M_{\text{estrella}} = M_{\text{Sol}} = 1.99 \cdot 10^{30}$  Kg) y que la órbita del planeta extrasolar es aproximadamente circular calcular los siguientes parámetros:

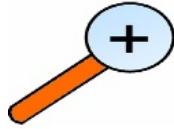
- Radio orbital del planeta.
- Velocidad radial del planeta.
- Radio del planeta.
- Radio de la estrella.

Necesitaremos emplear las siguientes expresiones:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_s} r^3 \quad (3^{\text{a}} \text{ ley de Kepler}) \qquad v = \frac{2\pi r}{T}$$



## Taller de planetas



En la actividad anterior se ha mencionado al satélite CoRoT. Este es un proyecto de la agencia espacial francesa en colaboración con otros países europeos que fue lanzado

2006. Una de sus principales misiones es la detección de planetas más allá de nuestro Sistema Solar utilizando el método de los tránsitos.

Pero este no es el único proyecto que se tiene en este campo. La NASA también está trabajando en este campo a través de su proyecto *Kepler*.

Investiga en Internet todo lo que puedas acerca de los proyectos espaciales dedicados a la búsqueda de planetas, que estén en activo en estos momentos y/o los futuros proyectos que se están desarrollando.

