

Observaciones de Sistemas Planetarios 1

¿Cuándo se encontró el primer exoplaneta?

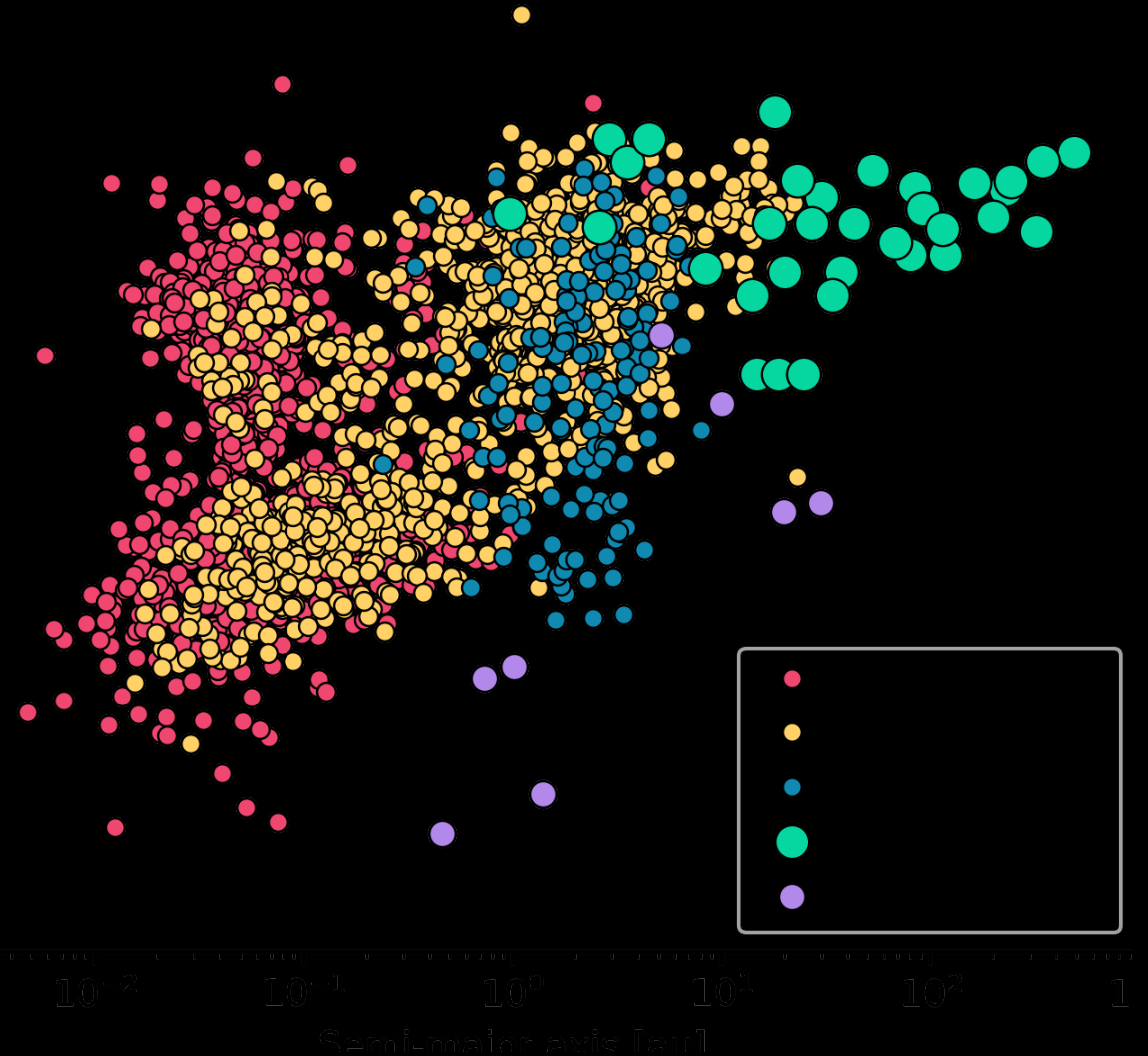
The background is a deep space scene. In the upper left, a bright star with a lens flare shines. In the lower foreground, the curved horizon of a planet is visible, with a prominent ring system glowing in shades of green and purple. To the right, a smaller, grey, cratered moon is seen against the dark, star-filled sky.

A large gas giant planet, similar to Jupiter, is shown in the center-left of the frame. It has prominent horizontal bands of orange, yellow, and brown. The background is a dark, starry space with a bright yellow star on the right side, creating a lens flare effect. The text is overlaid in the lower-left quadrant.

¿Cuándo se encontró el primer exoplaneta
alrededor de una estrella como el Sol?

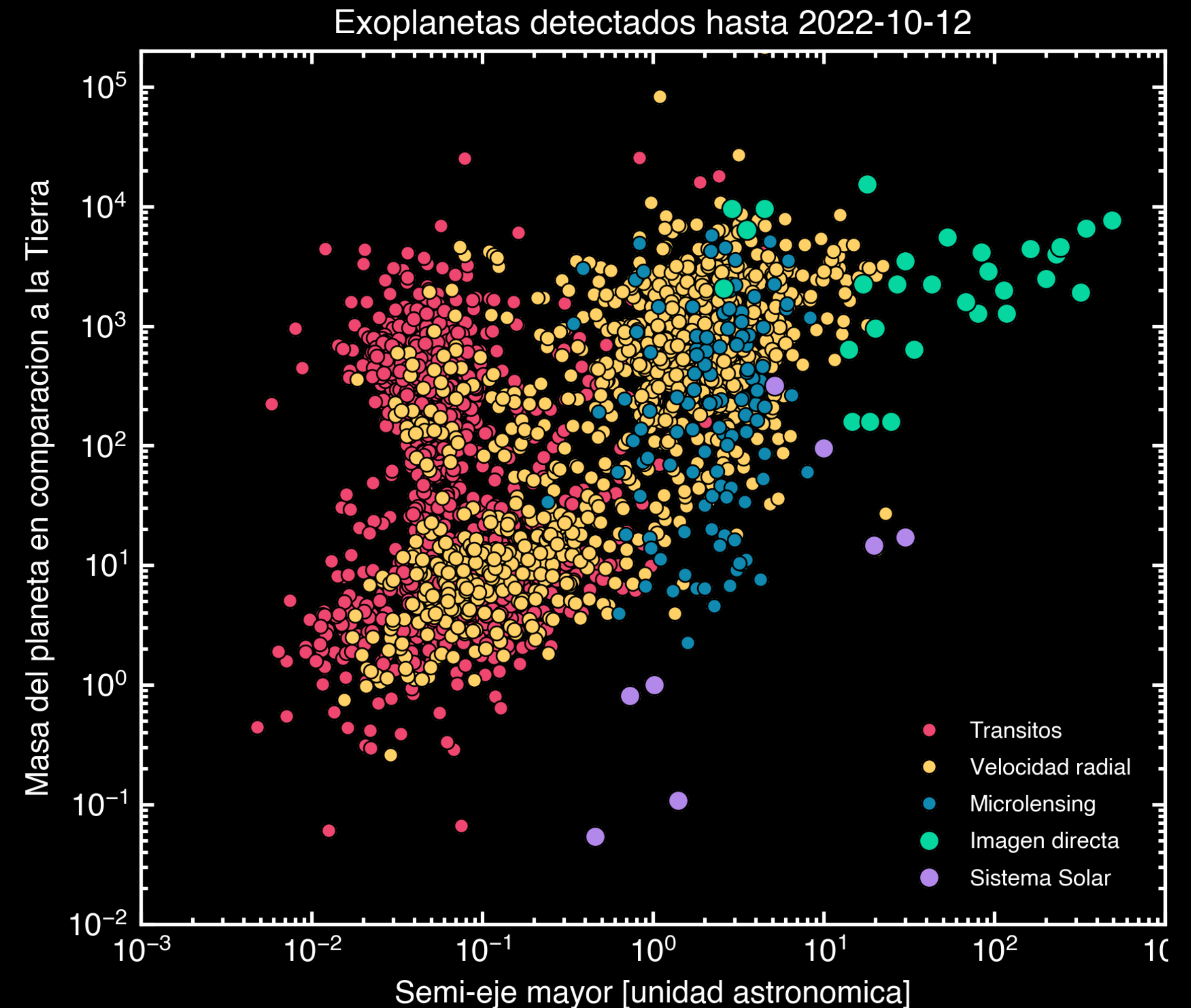
Exoplanetas

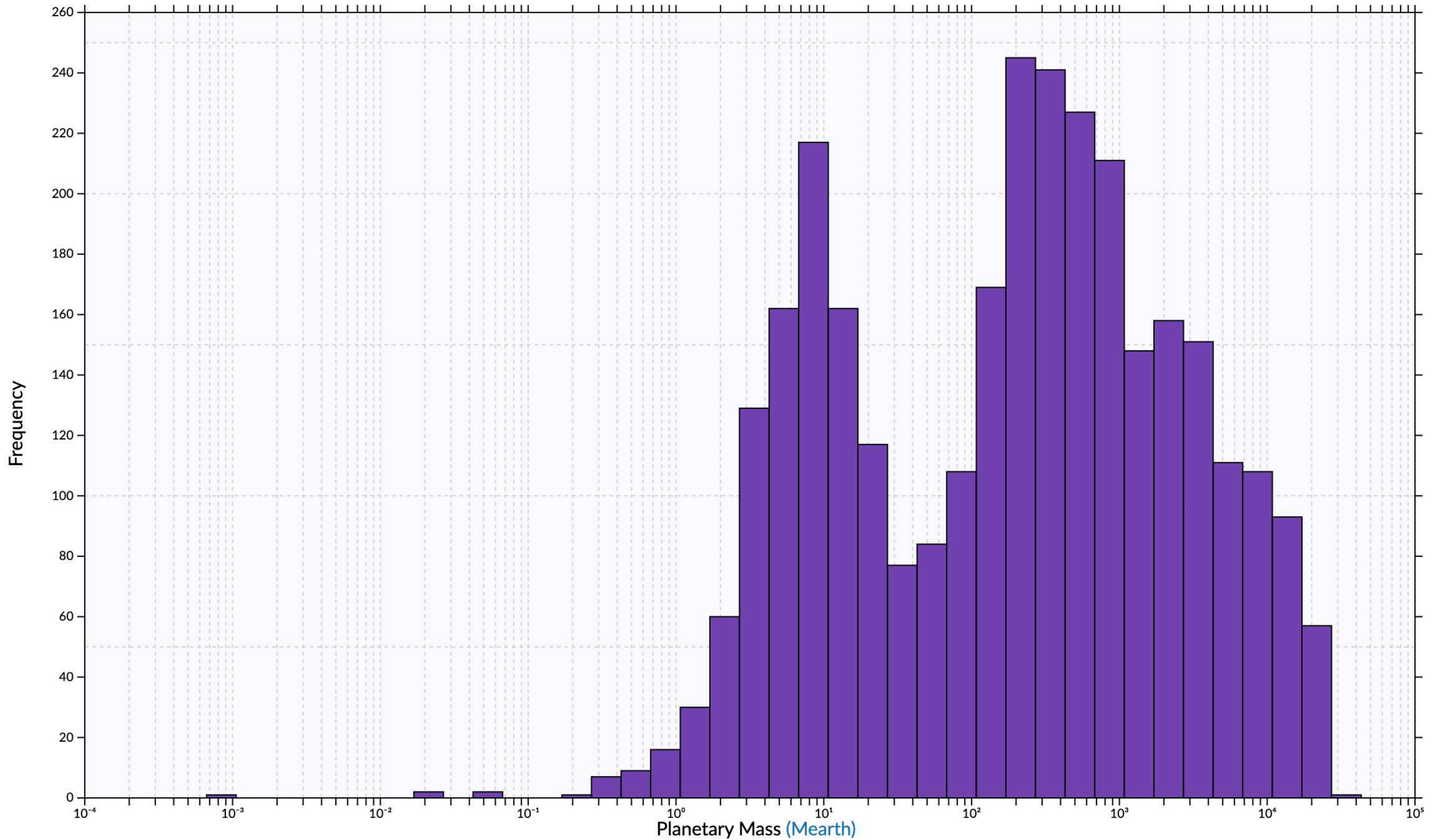
- Planetas que orbitan estrellas diferentes a nuestro Sol (y qué pasa con los free floating objects?)
- En 30 años se ha ido de 0 a más de 5000 exoplanetas descubiertos.
- Técnicas de detección variadas.



Qué hemos aprendido de los exoplanetas?

- La naturaleza forma planetas de manera robusta y eficiente alrededor de una amplia variedad de estrellas y entornos.
- Nuestro sistema solar es inusualmente diferente de la norma.
- Los sistemas exoplanetarios a menudo son más compactos, con varios planetas dentro de una AU, exhibiendo a veces arquitecturas notablemente organizadas.
- Curiosamente, los super-Tierras y mini-Neptunos son sorprendentemente comunes (Lissauer et al. 2023).

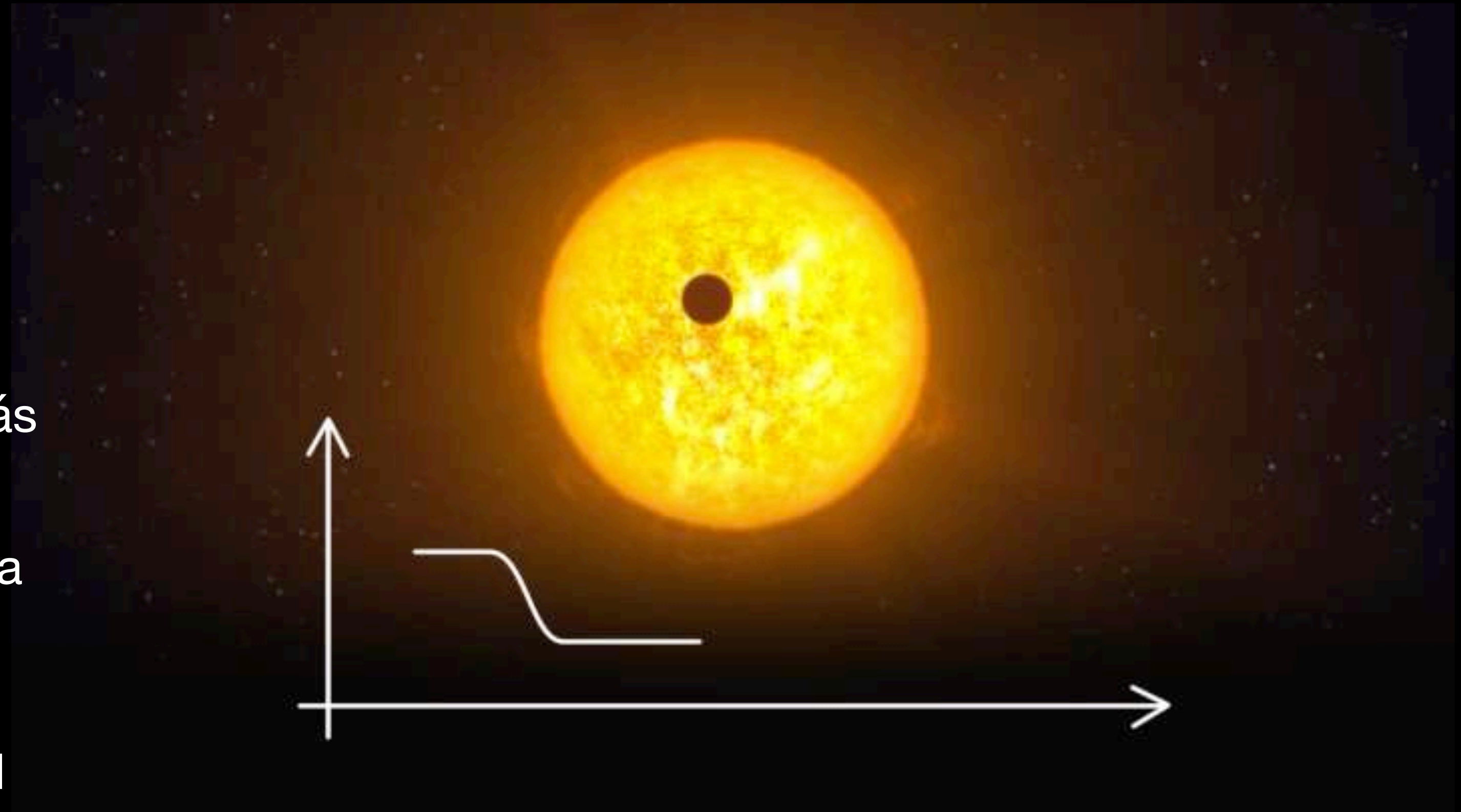




Tránsitos

Métodos de detección

- Detecta planetas que tienen órbita de 90 grados con respecto al plano del cielo
- Detecta planetas cercanos a la estrella
- Cuanto mayor es el tamaño del planeta, más fácil será detectarlo
- Lo que se mide es el radio del planeta (no la masa)
- Se puede medir la orientación de la órbita con respecto a la rotación de la estrella y al cielo
- Es una técnica que se puede utilizar desde tierra y sobretodo desde el espacio



Tránsitos

Métodos de detección

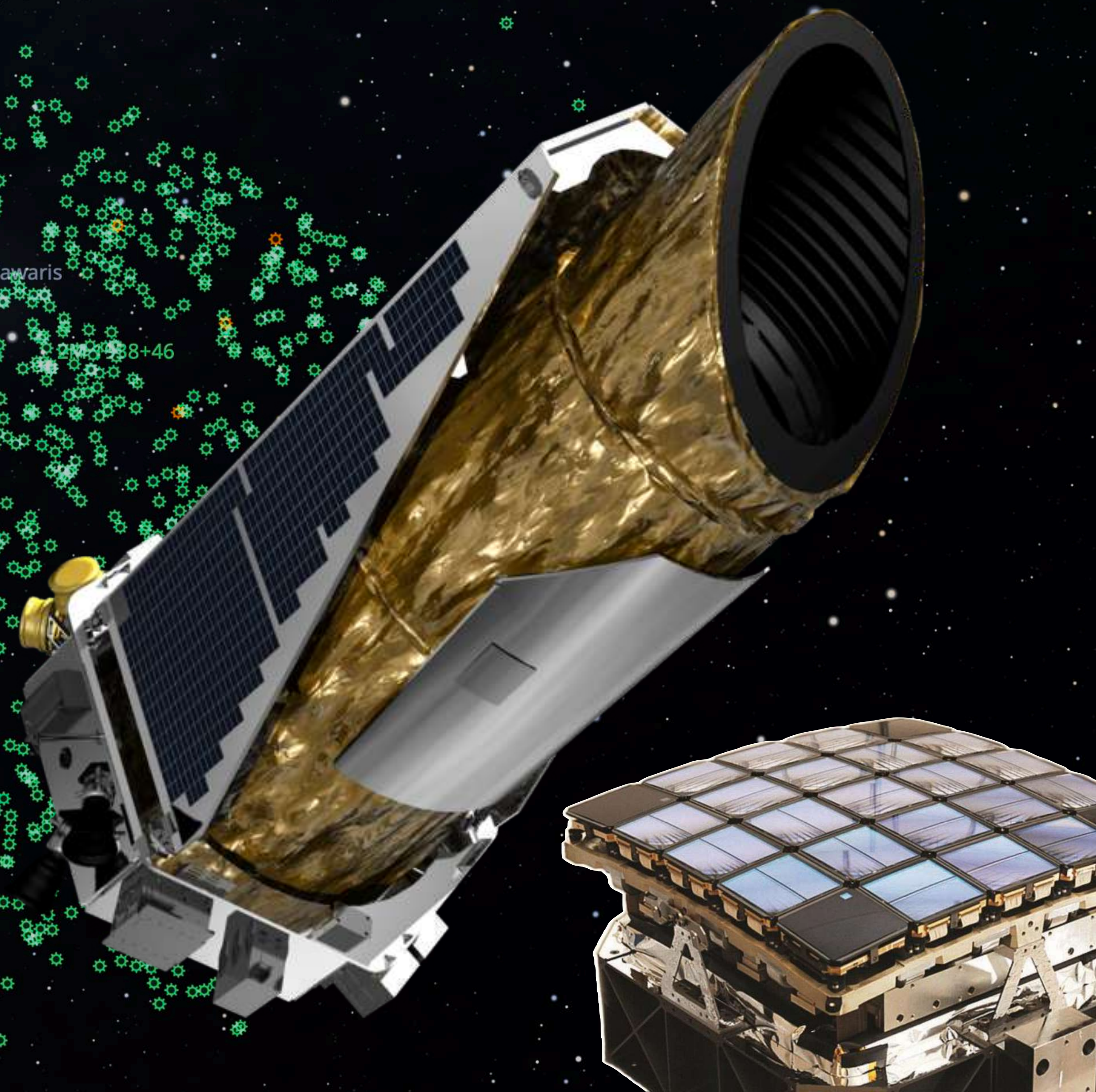
- Telescopio CoRoT (27 cm de diámetro, terminó 2013)
- Misiones Kepler and K2 (95 cm de diámetro, terminó 2018)
- TESS
- Y otras.

Sulafat
HD 176051

Sheliak

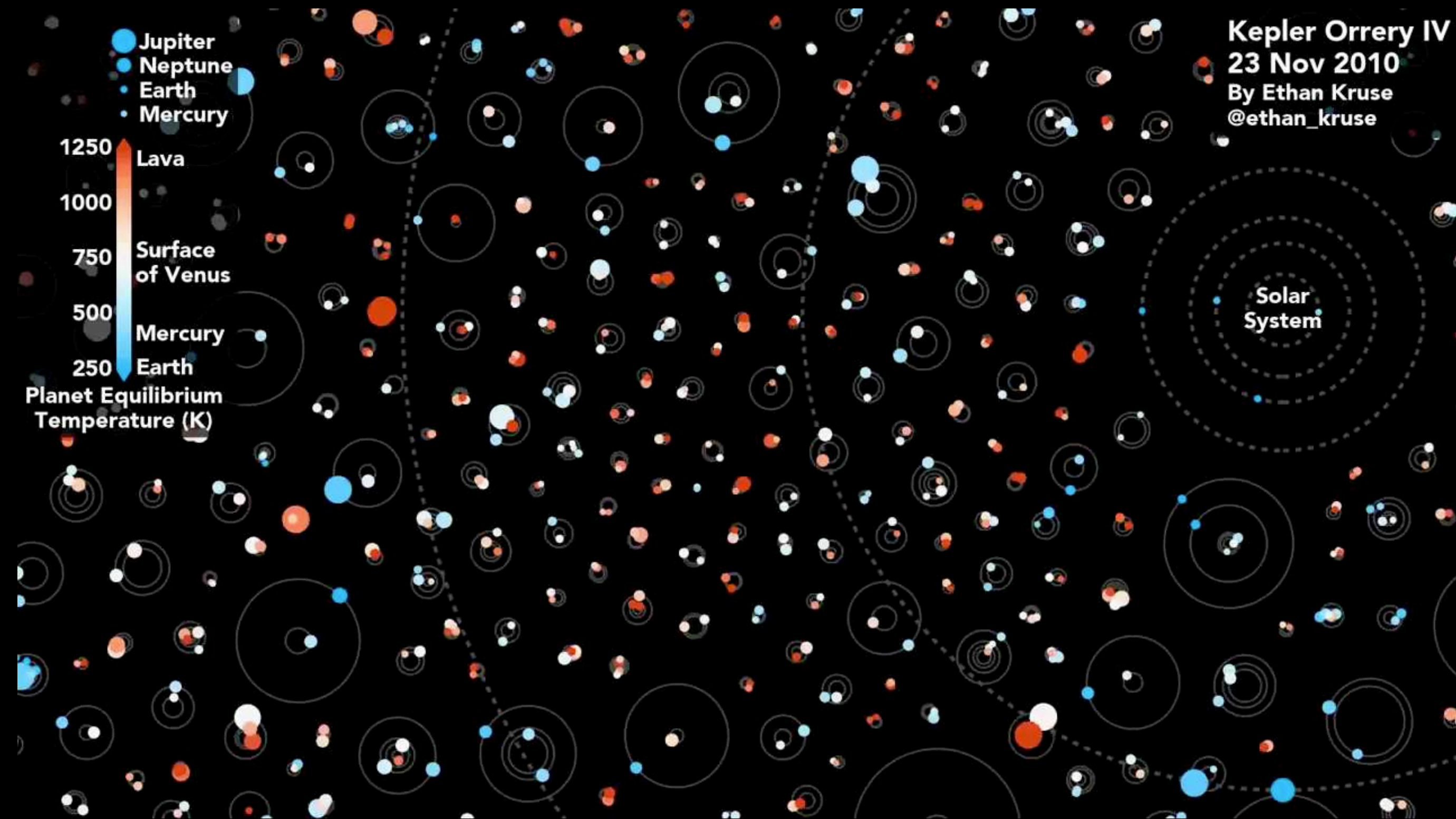
Fawaris

2MASS 08+46



Problemas de los tránsitos

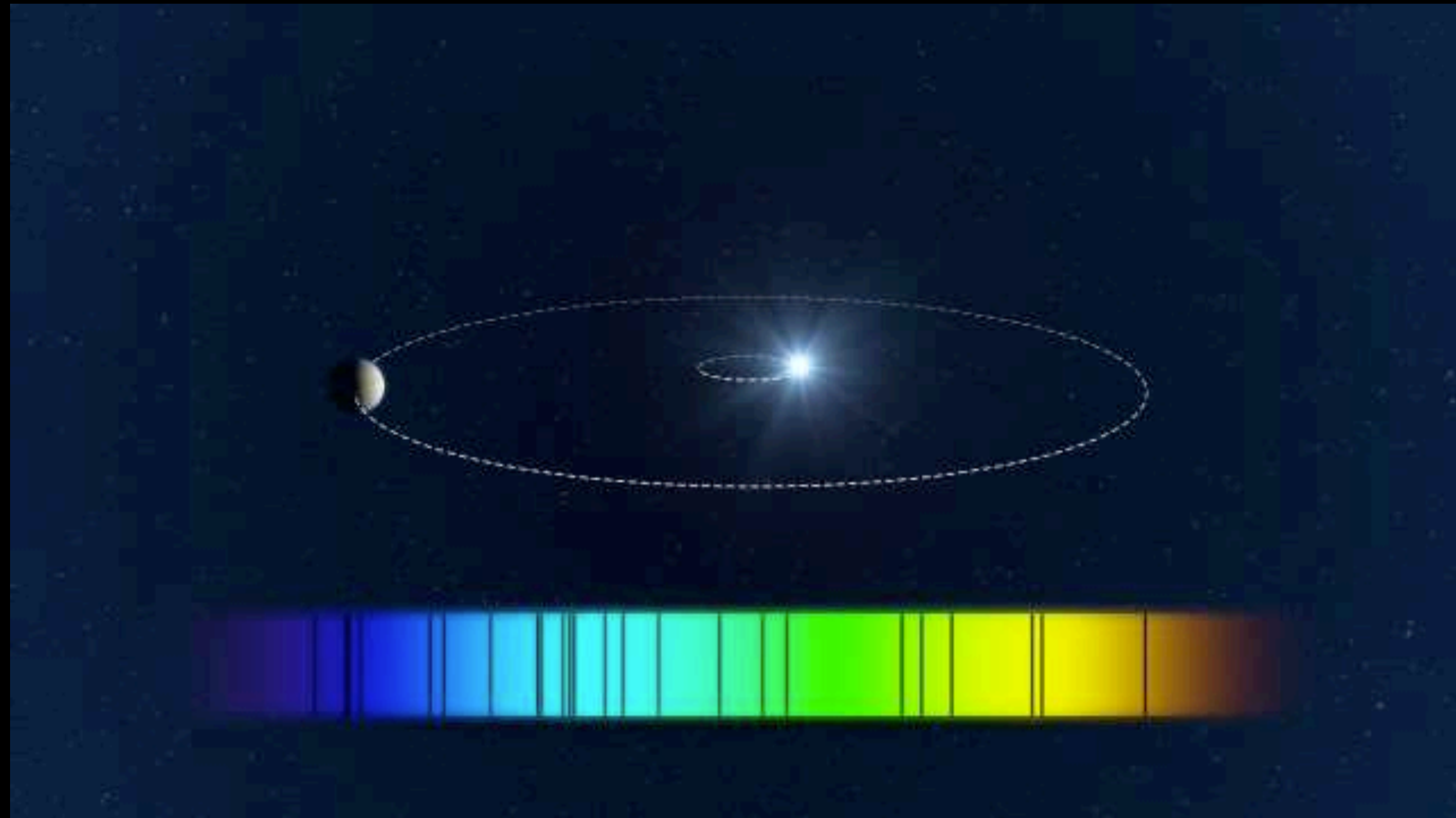
- Para detectar planetas en tránsito hace falta un telescopio muy sensible -> la diferencia de intensidad luminosa es de ~1%
- Hay muchos tipos de 'falsos positivos': manchas solares, sistemas binarios, etc...
- No se pueden estudiar estrellas jóvenes y activas
- Los planetas están muy cerca a la estrella
- No se puede saber la masa del planeta



Velocidades radiales

Métodos de detección

- Con esta técnica se detectó el primer planeta extrasolar alrededor de una estrella de main sequence (Mayor & Queloz, 1995)
- No detecta planetas que tienen órbita de 0 grados con respecto al plano del cielo
- Cuanto mayor es la masa del planeta, más fácil será detectarlo
- Lo que se mide es la masa* $\sin(i)$
- La inclinación del planeta es incógnita, se puede encontrar 5 parámetros orbitales
- Es una técnica que se puede utilizar desde la Tierra



Problemas

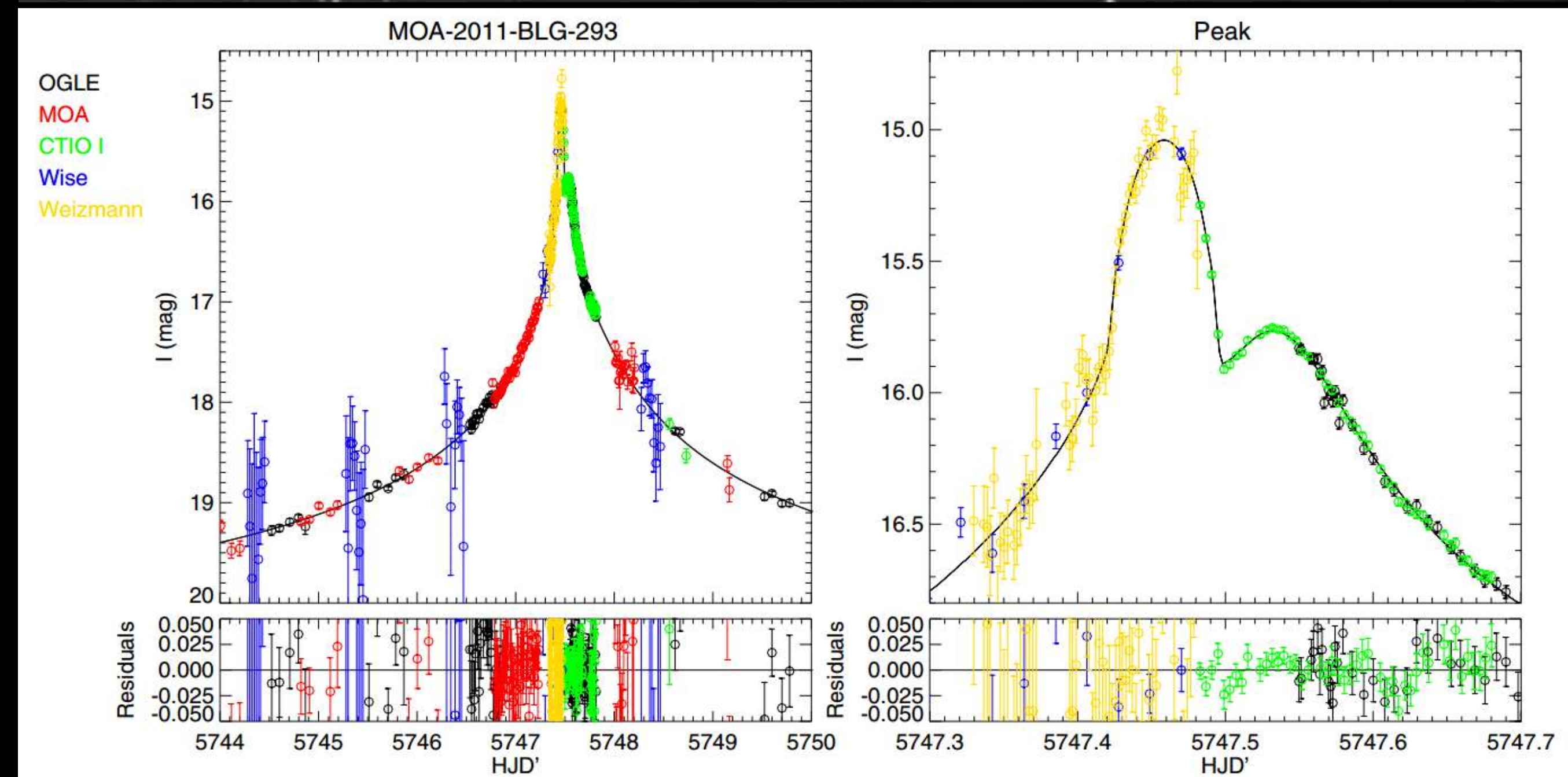
- Para detectar planetas con RV hace falta un espectrógrafo muy sensible: hay que medir shifts de velocidades de cm/s
- No se pueden estudiar estrellas jóvenes y activas
- No se puede saber la verdadera masa del planeta
- Se estudian principalmente estrellas de tipo G-F (Solar)



Microlentes

Métodos de detección

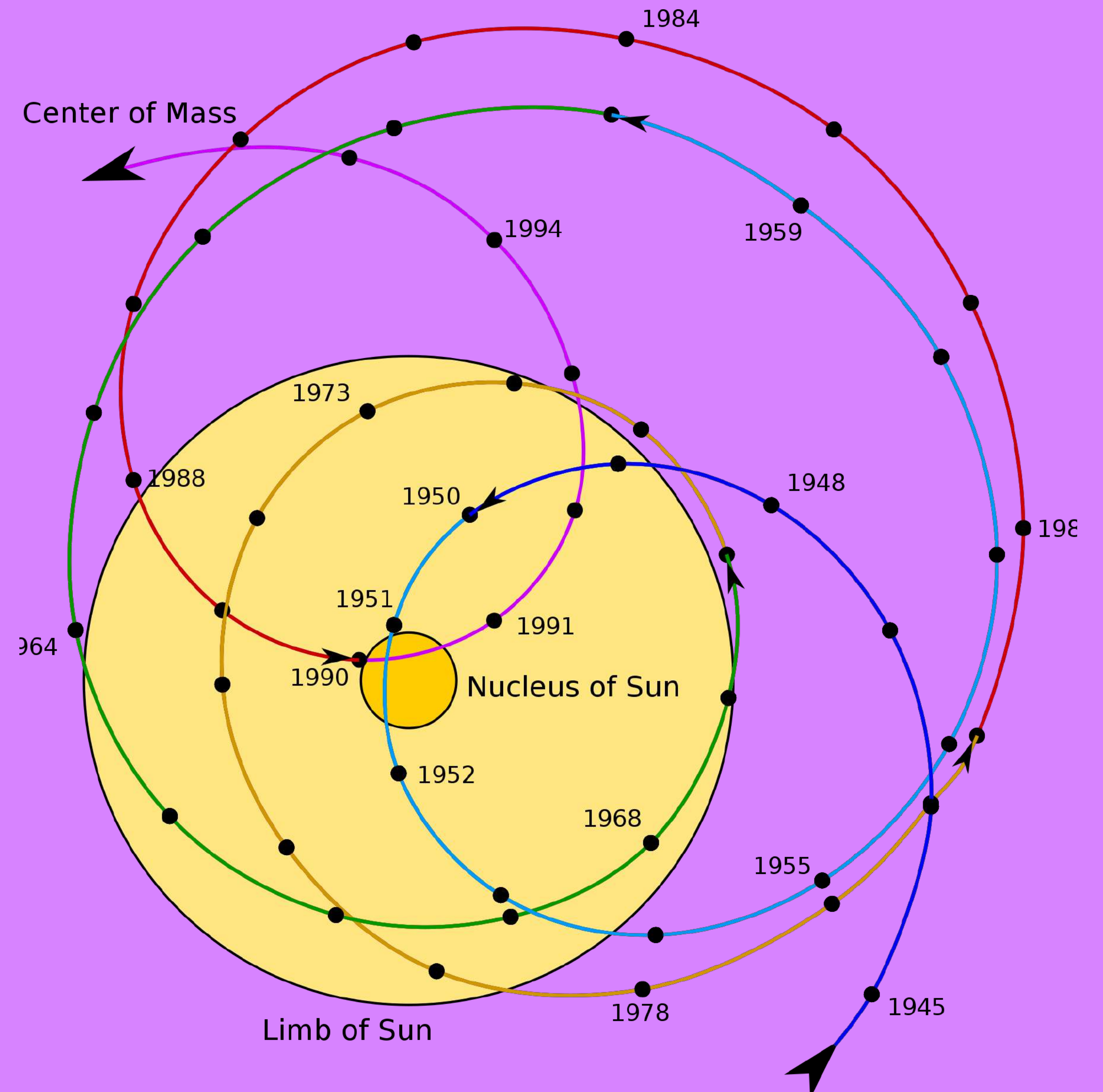
- Las microlentes se producen por efecto de 'lensing' de relatividad general
- Los parámetros del planeta se derivan con complicadas simulaciones estadísticas
- Es la técnica que hasta ahora consigue detectar los planetas mas pequeños y separados
- No se puede derivar la órbita del planeta
- Se puede utilizar desde Tierra
- **Problema: Cuando se detecta un planeta el evento no se puede repetir**



Astrometría

Métodos de detección

- Hasta ahora ha detectado pocos planetas
- Se necesitan precisiones astrométricas del *micro*arcsec
- *GAIA*, el satélite espacial, está jugando un rol fundamental en la búsqueda de planetas con astrometría
- Es la única técnica indirecta que puede encontrar todos los parámetros orbitales

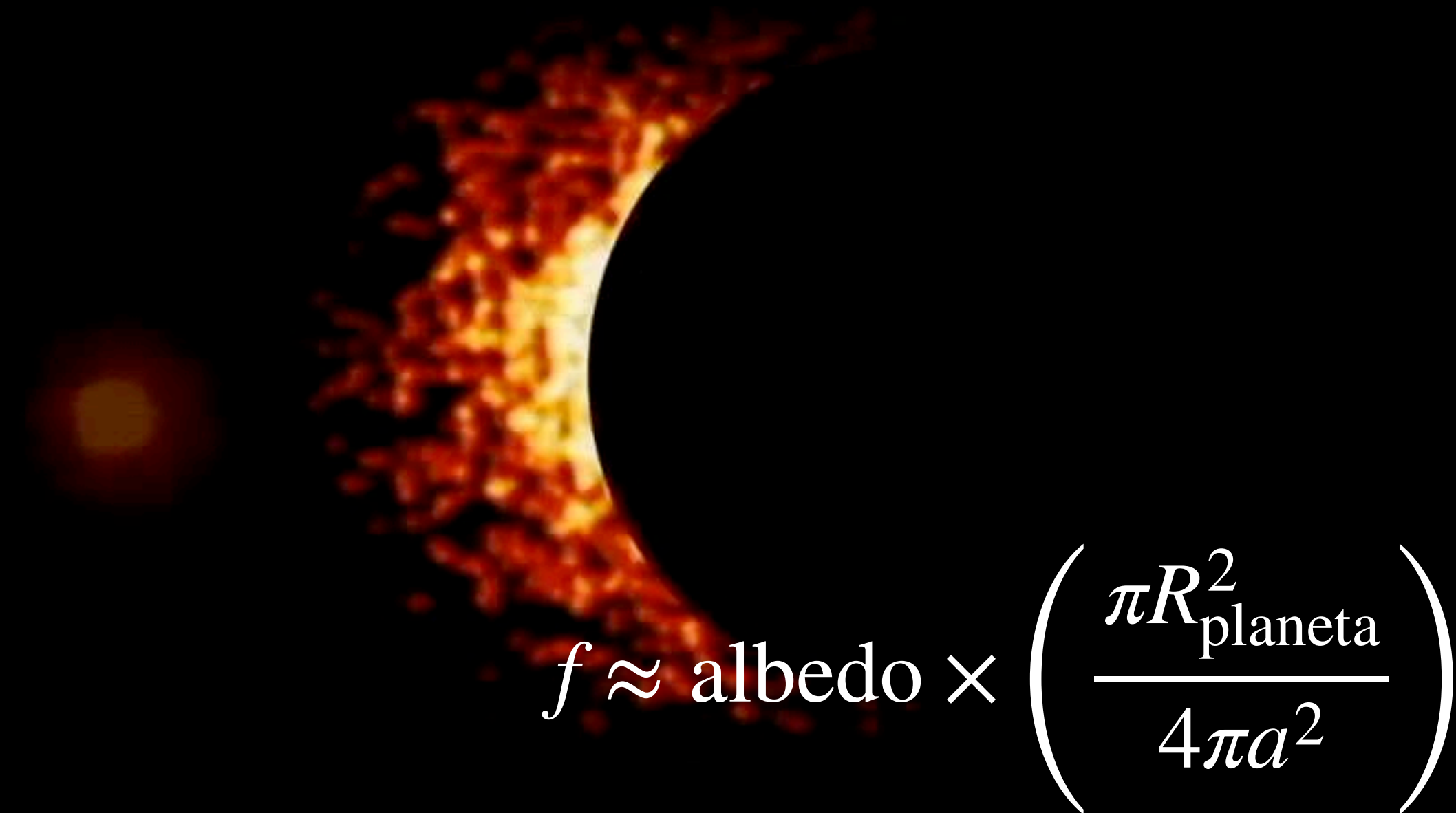


Motion of the barycenter of the Solar System relative to the Sun, 1945–1995.
Carl Smith / Wikimedia Commons.

Imágenes directas

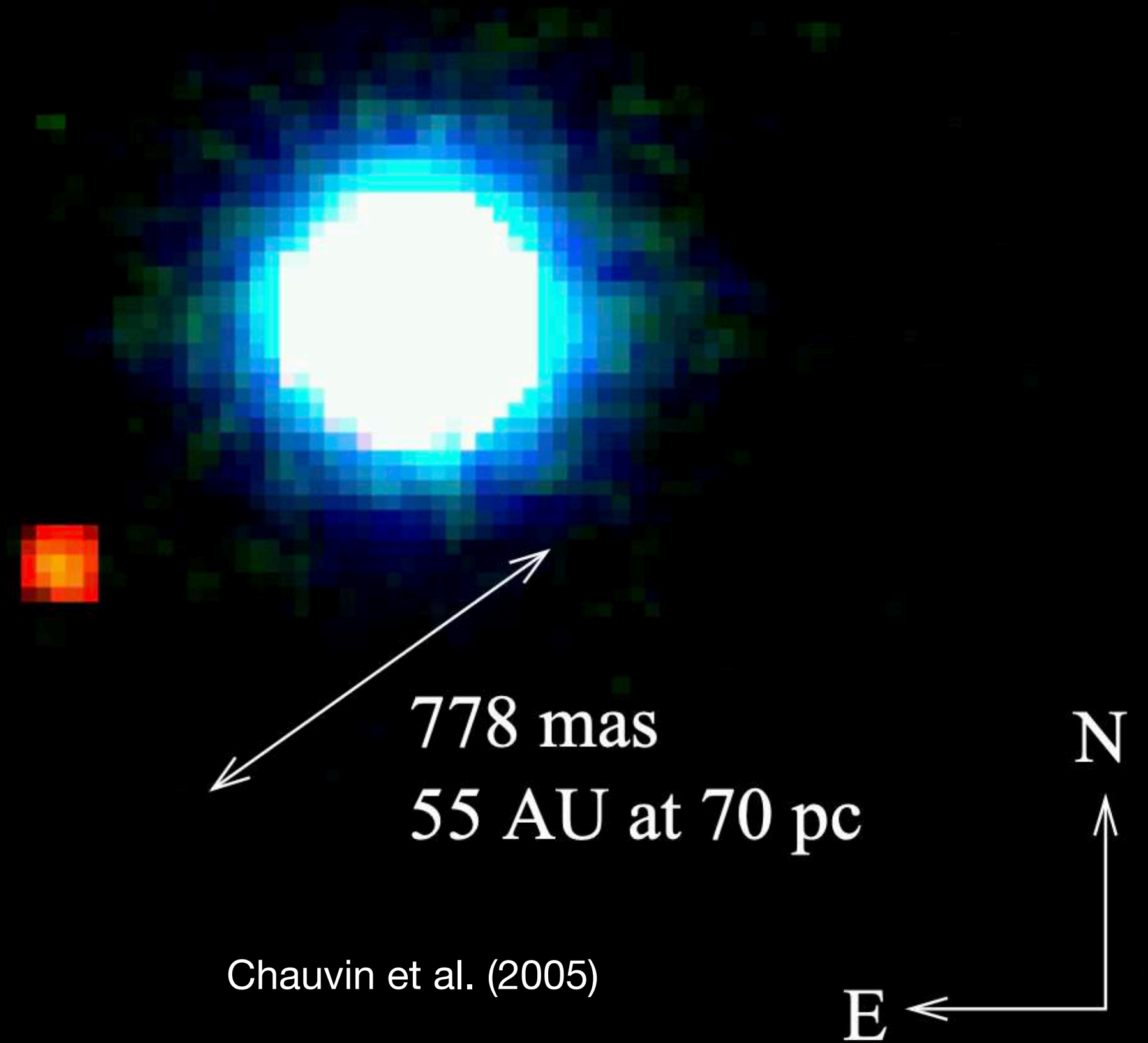
Métodos de detección

- Problemas: brillo y **contraste**.
¡Es como intentar ver una moneda de 10 pesos junto a un faro situado a 7 km de distancia!



2MASSWJ1207334–393254

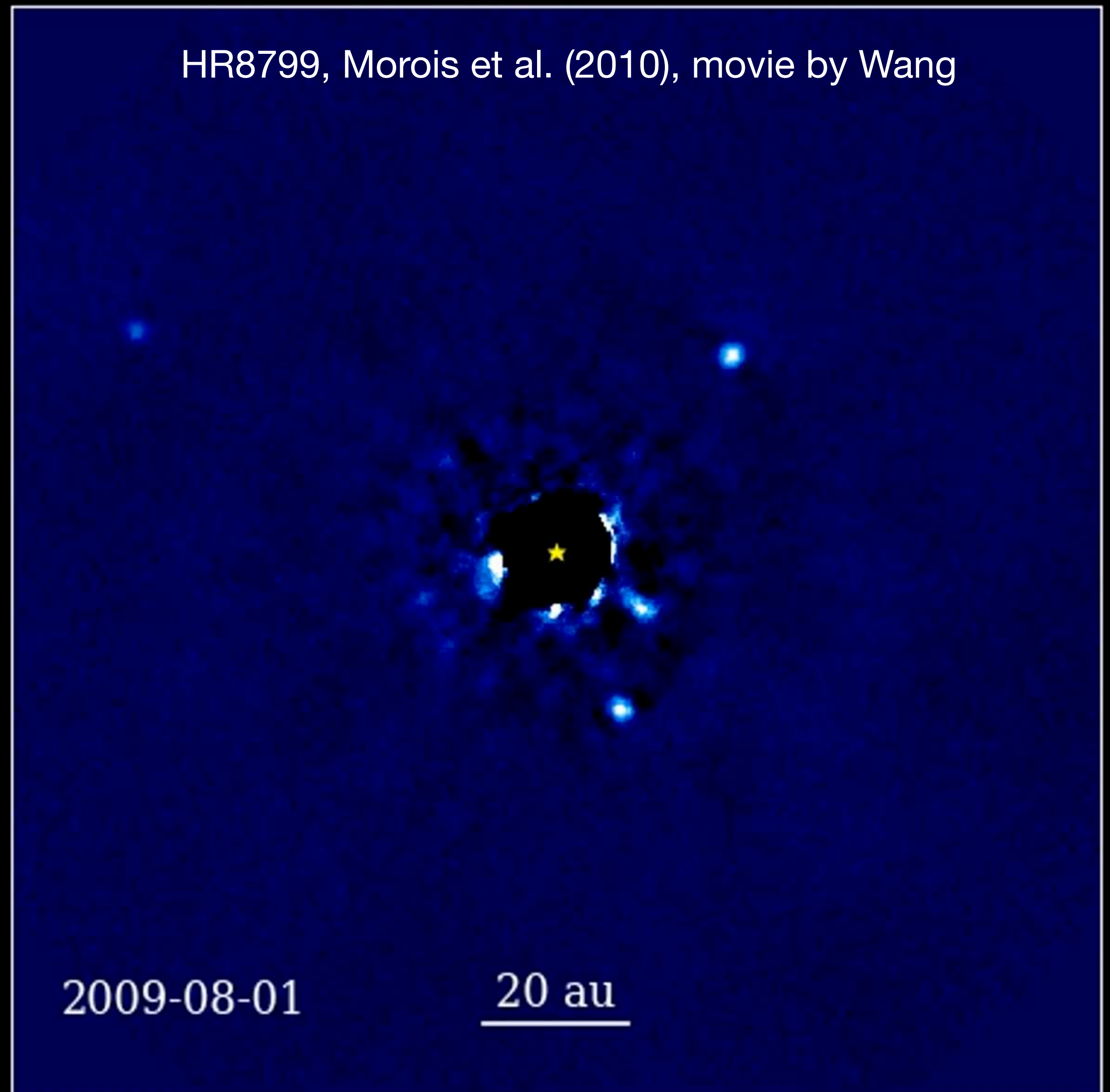
Primer sistema descubierto con high-contrast imaging



Imágenes directas

Métodos de detección

- La estrella principal es 1 millón de veces más brillante del planeta
- Detecta planetas muy lejanos de la estrella
- Se encuentra la masa y tamaño del planeta
- Se encuentra el espectro del planeta
- Estudia estrellas muy jóvenes
- Es una técnica que se puede utilizar desde tierra



Imágenes directas

Métodos de detección

- Recuerdan la imagen de un disco protoplanetario obtenida en 1984 desde Tololo?
- Lagrange et al. detectaron un planeta dentro del disco!

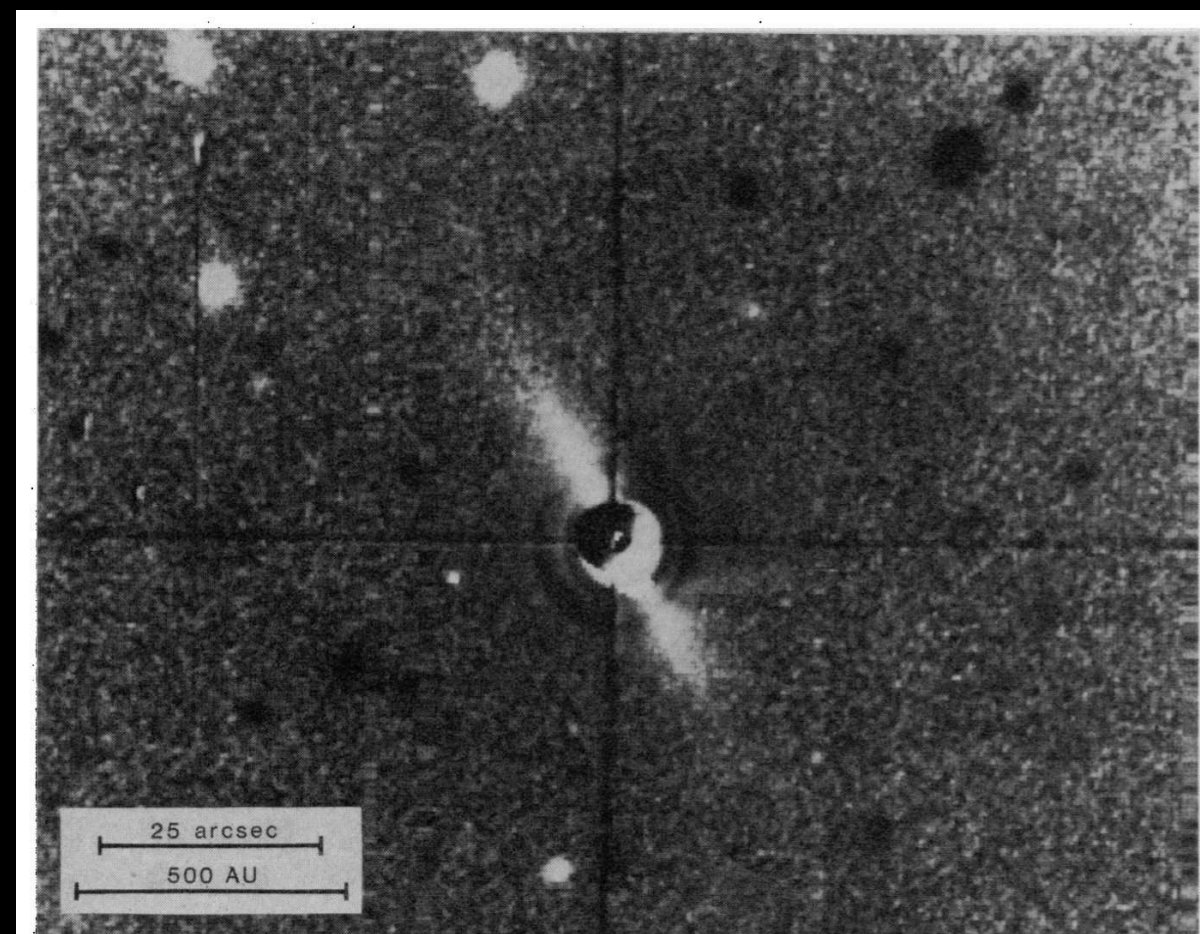


Fig. 1. Ratio image (β Pictoris divided by α Pictoris) showing the edge-on circumstellar disk extending 25 arcsec (400 AU) to the northeast and southwest of the star, which is situated behind an obscuring mask. North is at the top. The dark halo surrounding the mask is caused by imperfect balance in the ratioing process. For further explanation, see text.

Beta Pictoris, Lagrange et al. (2010)

