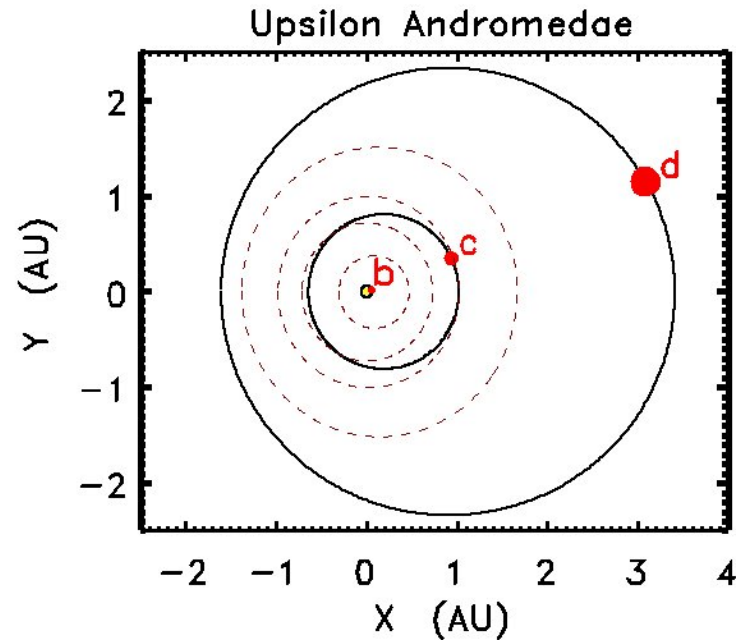


TEMA 13

- * Sistemas extrasolares.
- * Exoplanetas exóticos.
- * Astrofísica de las estrellas centrales.
- * La migración planetaria.
- * El futuro.

Sistemas exoplanetarios

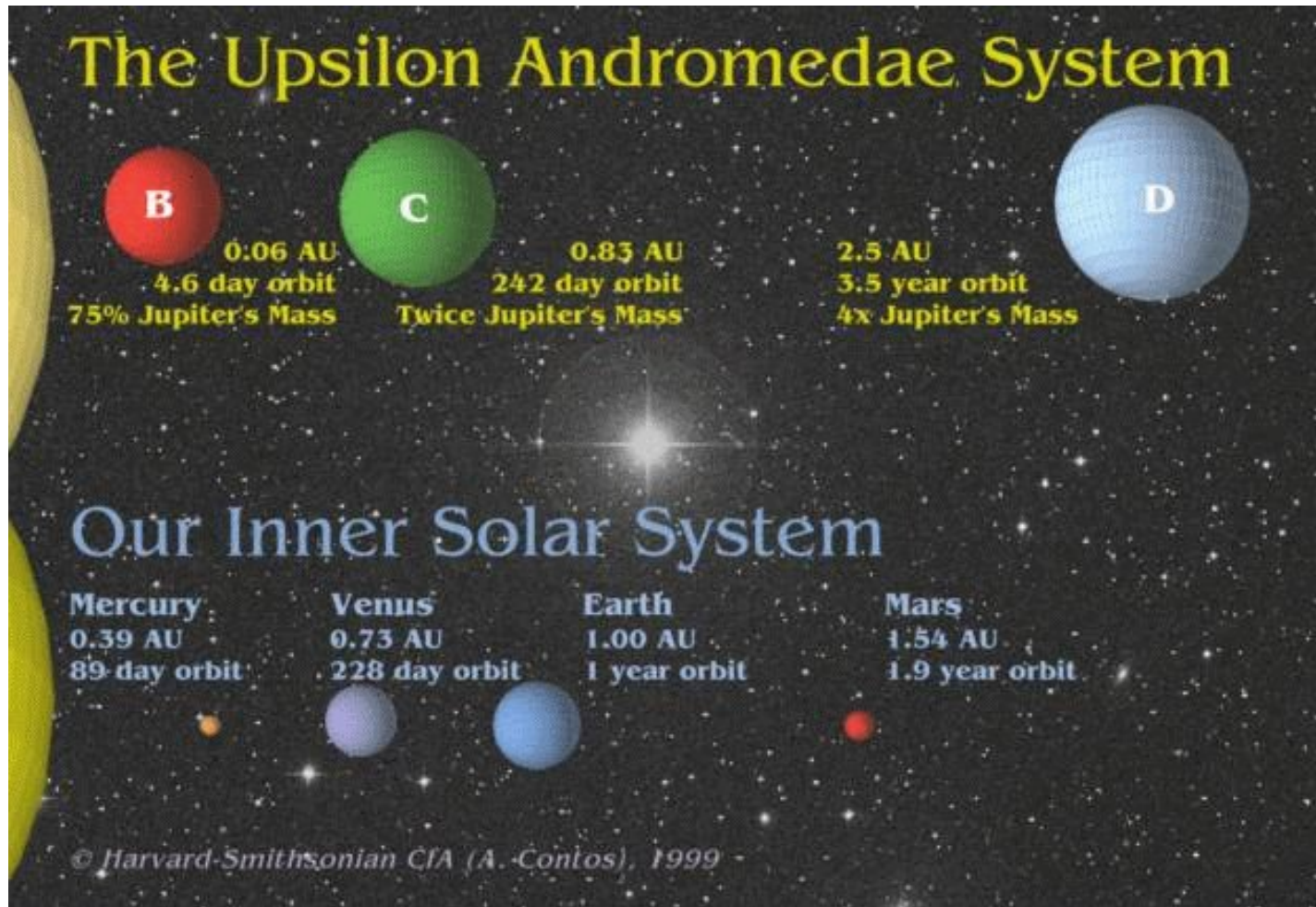
- * Muestran una gran diversidad de masas y de órbitas, en general bien diferentes de nuestro sistema solar



El sistema triple de ν Andrómeda.

- * Muchos de los planetas se encuentran en resonancias de movimiento medio.
- * Las órbitas muy excéntricas sugieren encuentros próximos entre planetas masivos.

Algunas características de los exoplanetas

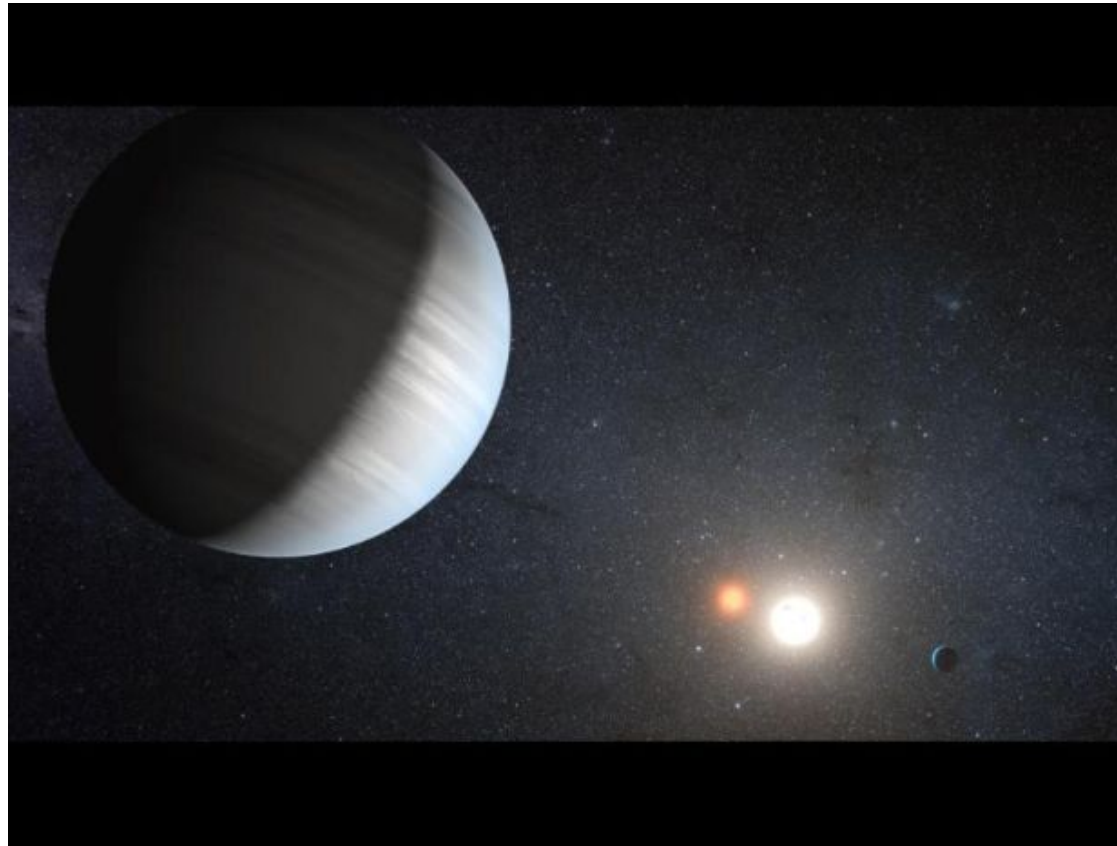


El sistema triple de υ Andrómeda: comparación con nuestro sistema solar.



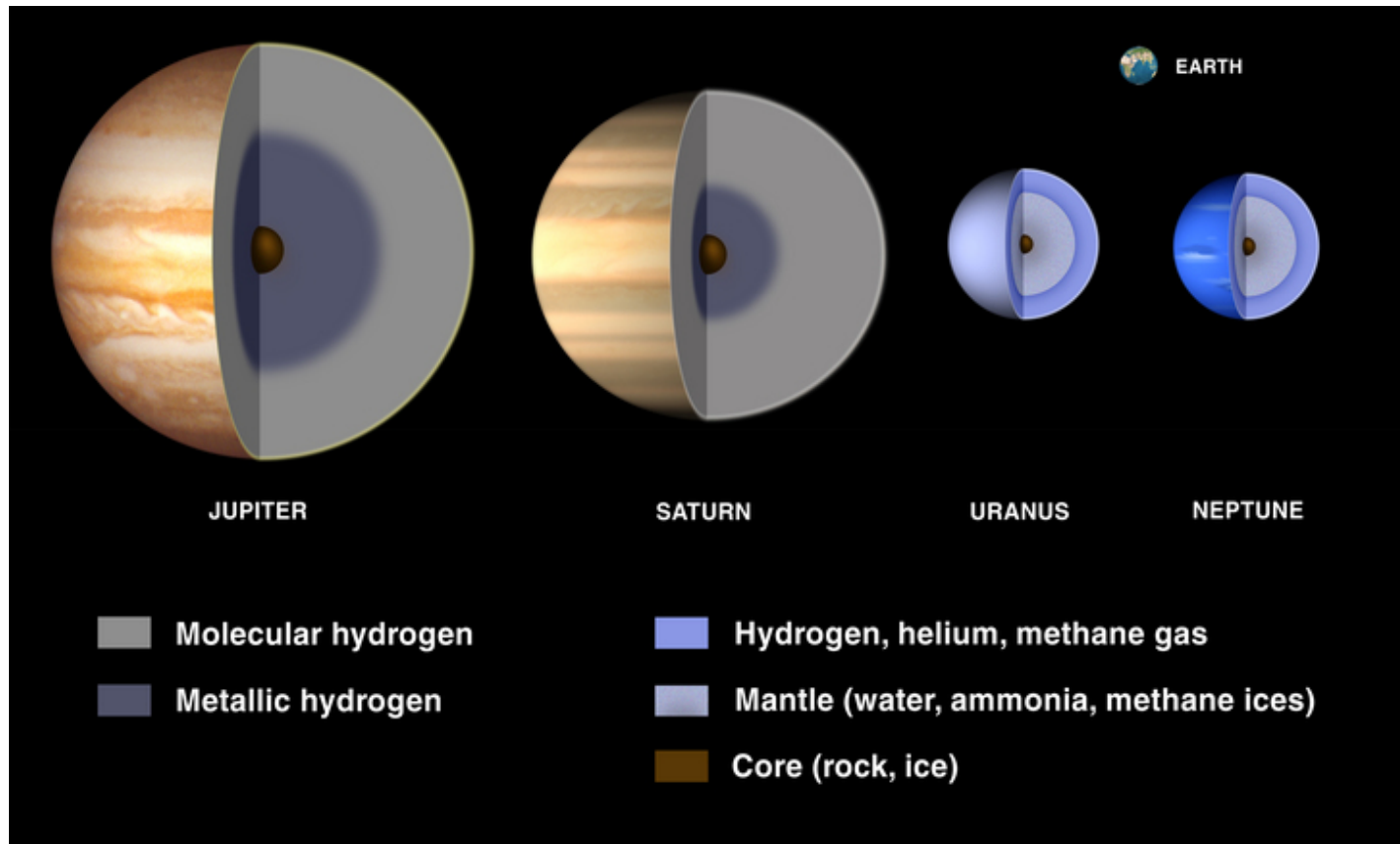
Algunos exoplanetas gigantes giran tan cerca del Sol que sus atmósfera están infladas por las altas temperaturas, e incluso en proceso de disipación de gas. Estos exoplanetas se denominan *Jupiteres calientes* (o *hot Jupiters*) y sus propiedades han sido analizadas a través de tránsitos.

Planetas orbitando alrededor de una estrella doble



Algunas estrellas binarias podrían poseer planetas mucho más distantes que "ven" a las estrellas como una sola masa en el centro de gravedad común. Este es el caso de los 2 exoplanetas: Kepler- 47b y 47c, descubiertos por el método de tránsito, que orbitan una binaria en la cual una de las estrellas es similar al Sol y la otra es aproximadamente $1/3$ de su tamaño. Kepler-47b tiene un diámetro ~ 3 el de la Tierra y tiene un período de 49 días, mientras que el más lejano es del tamaño de Urano y un período de 303 días.

Formación y evolución de los planetas gigantes gaseosos



* Hay 2 teorías:

- 1) Primero se forma un núcleo sólido que, una vez que adquiere suficiente masa, acreta una extensa envoltura gaseosa (similar a los planetas jovianos).
- 2) Inestabilidad gravitacional de una porción del disco protoplanetario que colapsa en un objeto masivo. Formación de tipo “estelar” (p. ej. Boss 1997).

spectral types



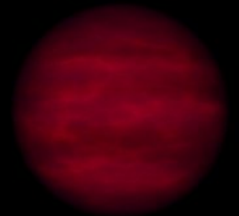
M dwarfs (3500-2100 K)

magnetically active, only the youngest brown dwarfs are classified M-type



L dwarfs (2100-1300 K)

molecule-rich atmospheres contain clouds of “hot dirt” and other condensates



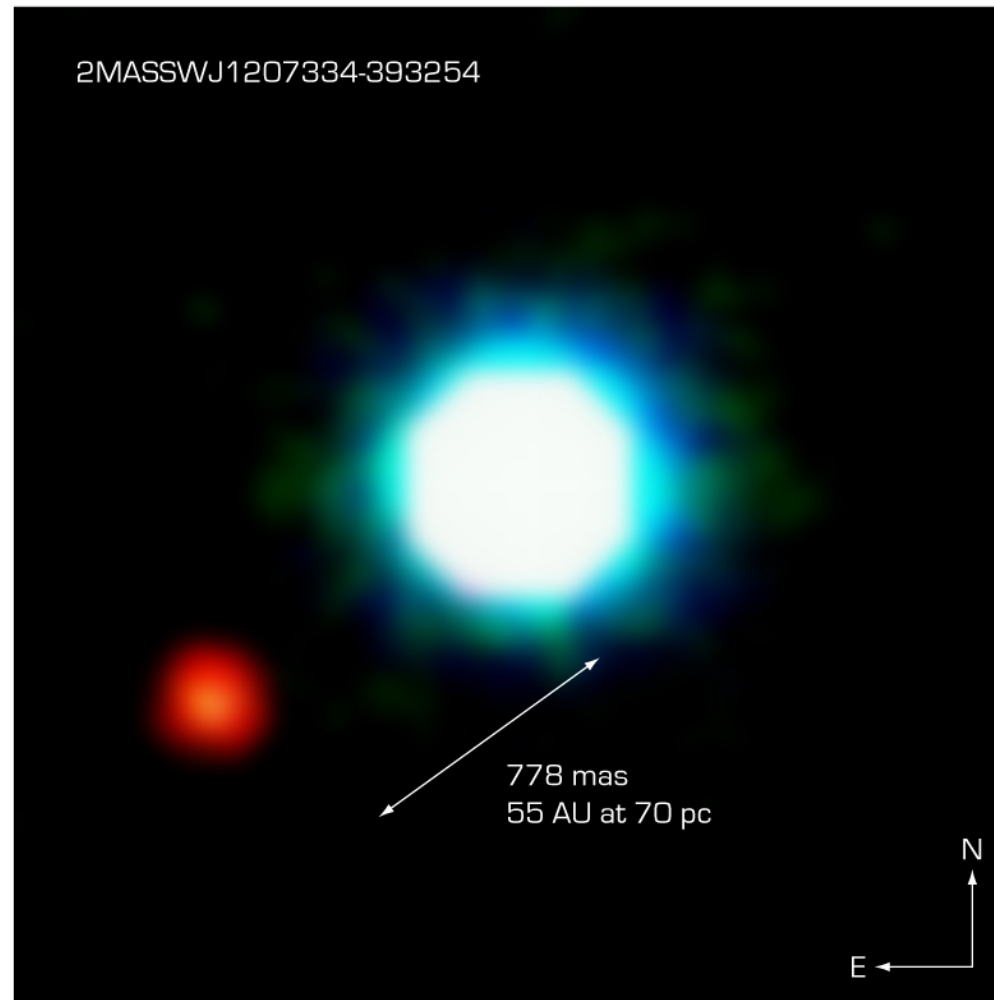
T dwarfs (1300-600? K)

coldest known brown dwarfs, atmospheres contain CH_4 and NH_3 gases

© 2009 Adam J. Burgasser

Las estrellas y las enanas marrones tenderían a formarse en forma independiente en nubes de gas y polvo. Los planetas se formarían en discos protoplanetarios.

Imagen directa de un exoplaneta orbitando una enana marrón



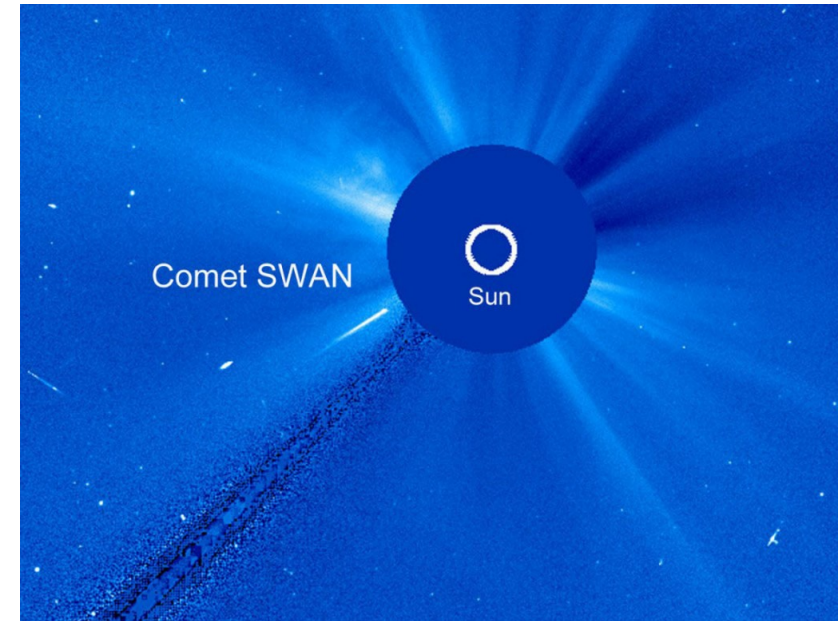
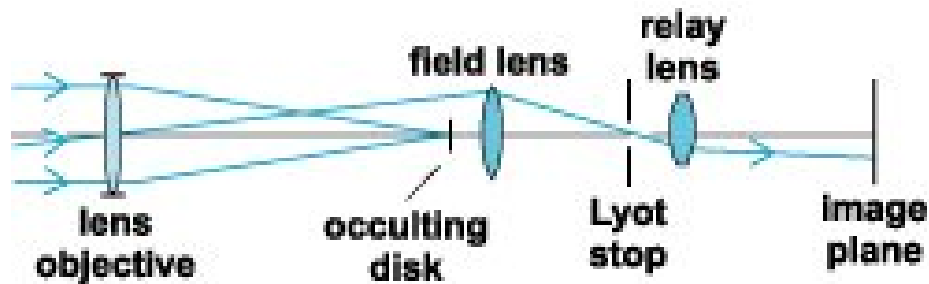
NACO Image of the Brown Dwarf Object 2M1207 and GPCC

ESO PR Photo 26a/04 (10 September 2004)

© European Southern Observatory

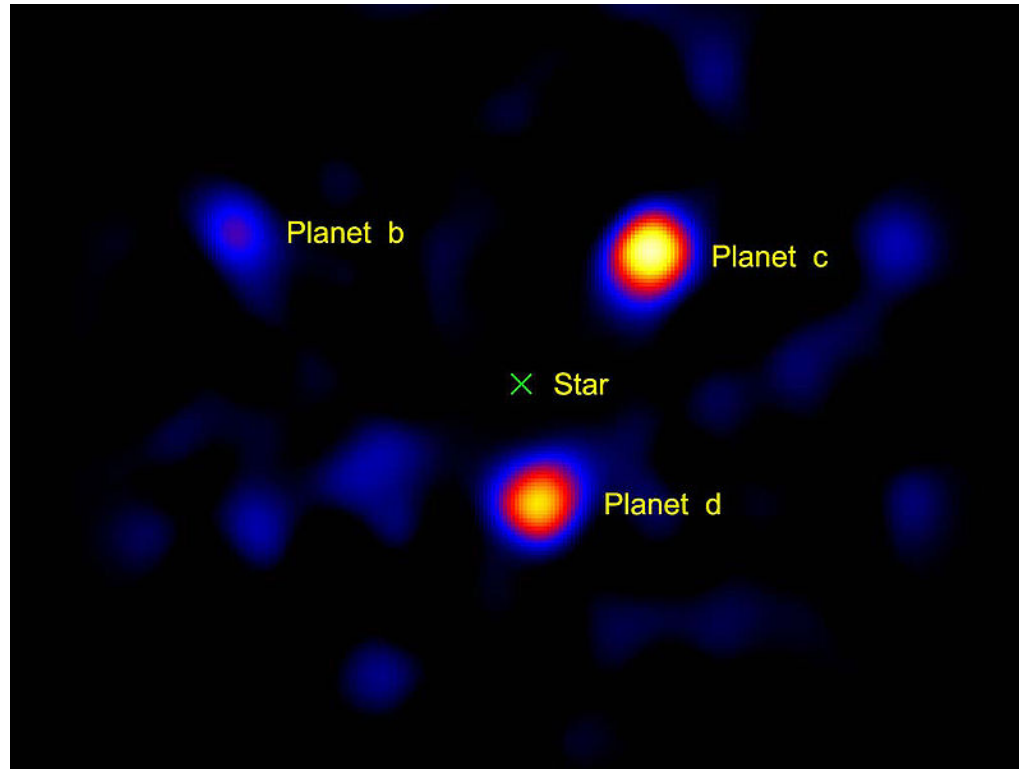


Imagen directa de exoplanetas usando un coronógrafo



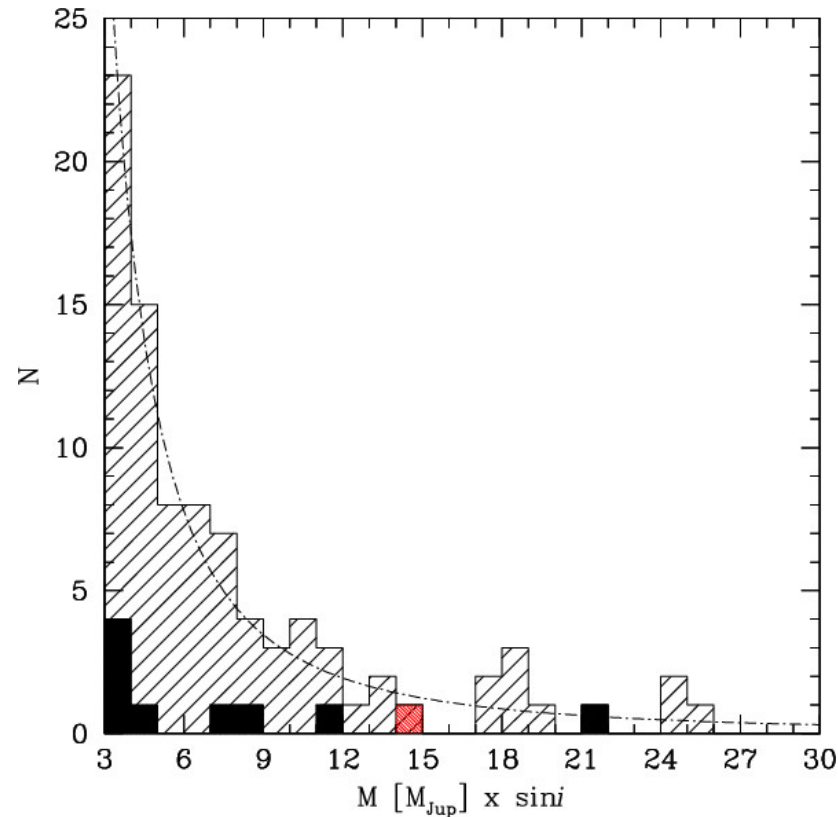
El coronógrafo permite bloquear la intensa luz de la estrella central para observar la tenue luz de objetos cercanos, como planetas o cometas. Esta estrella también presenta un disco de polvo y pequeños objetos similar al cinturón de Kuiper.

El sistema de exoplanetas HR 8799



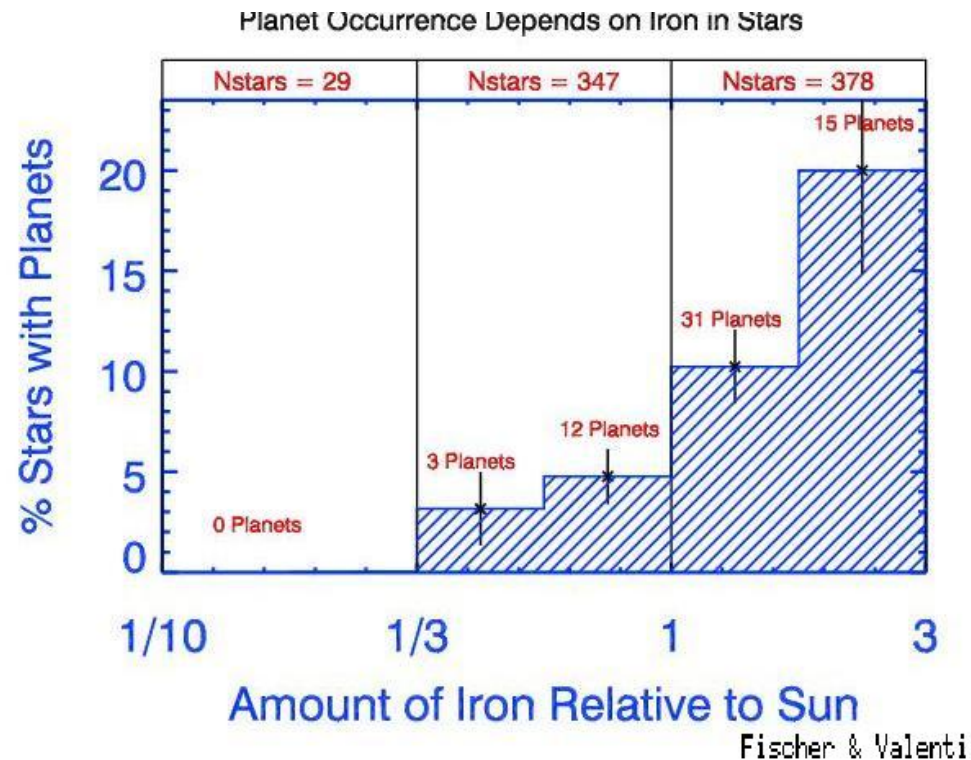
Esta es una estrella más masiva que el Sol (tipo espectral F0 V) que muestra 3 planetas gigantes de masas aproximadas 10, 10 y 7 veces la de Júpiter que se extienden hasta una distancia aproximada de ~ 70 ua. Las masas se estiman en 7, 7, 5 veces la masa de Júpiter. Aparte de estos 3 planetas, se ha descubierto un 4to. planeta interior a una distancia unas 14,5 ua de la estrella central. Las observaciones con el coronógrafo fueron hechas en el IR.

Masas de exoplanetas: Límite entre planetas y enanas marrones



Entre los más masivos exoplanetas y las enanas marrones más pequeñas parece existir una brecha: ¿será debida a distintos modos de formación?. En rojo aparece el exoplaneta más masivo reportado, con una masa de $14,3 M_J$, que se mueve en una órbita casi circular en torno a una estrella G5V. Su órbita casi circular sugiere una formación en un disco protoplanetario como los planetas (descubrimiento con el espectrógrafo SOPHIE, Bouchy y col. (2009)).

Una clave para entender qué estrellas se forman con planetas a su alrededor: la anomalía del hierro



(Fisher, Valenti & Marcy 2004)

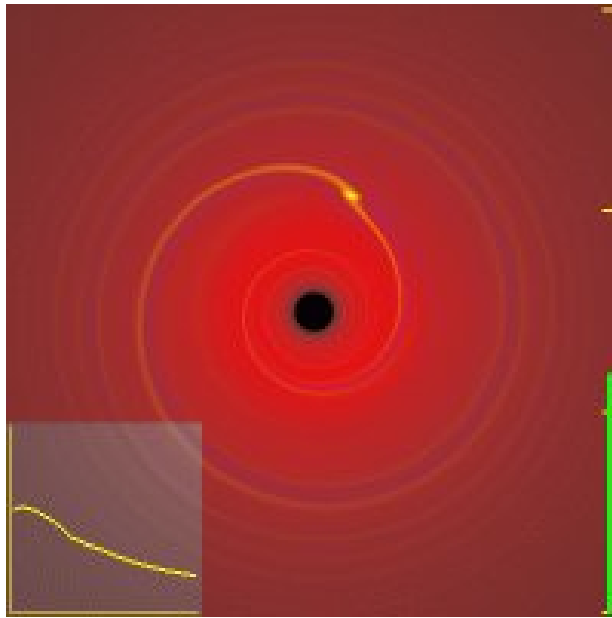
CONCLUSION:

* Las estrellas que poseen planetas tienden a ser ricas en metales.

RAZONES:

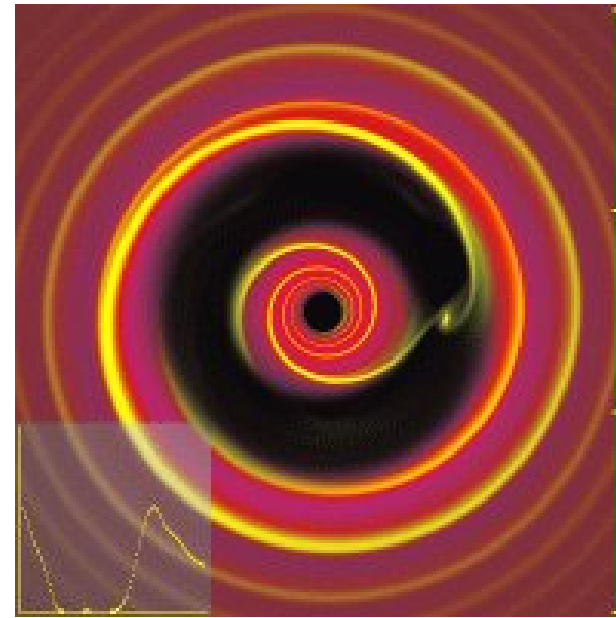
- 1) Material rico en metales es necesario para formar planetas.
- 2) Contaminación de la estrella central con planetas que colisionan.

¿Porqué se observan planetas masivos cerca de la estrella central: La teoría de la migración planetaria revisitada



Migración Tipo I :

La interacción planeta-disco es relativamente débil. El planeta excita una onda de densidad por detrás de su movimiento.

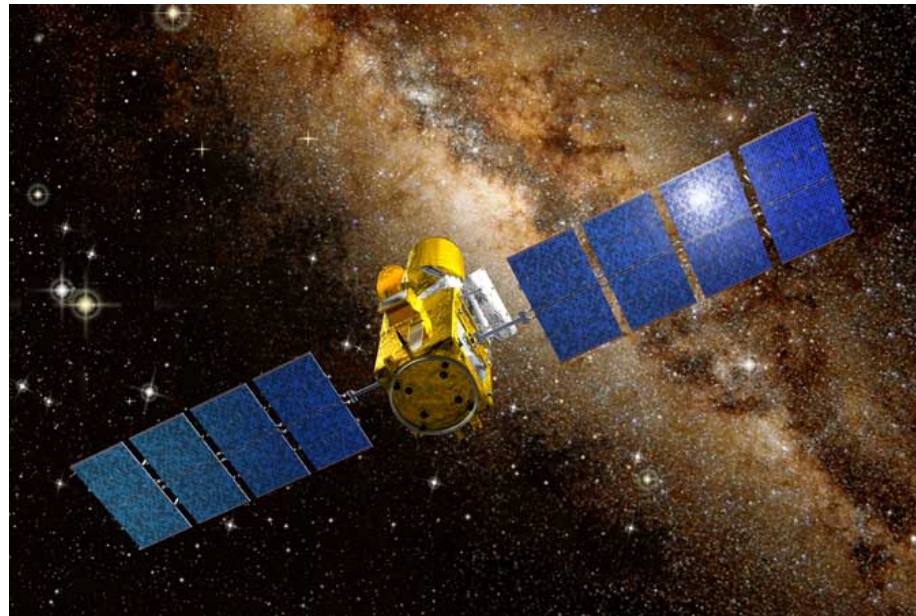


Migración Tipo II

En el caso de un planeta más masivo, el intercambio de momento angular repele el gas de las cercanías del planeta, lo que abre una brecha.

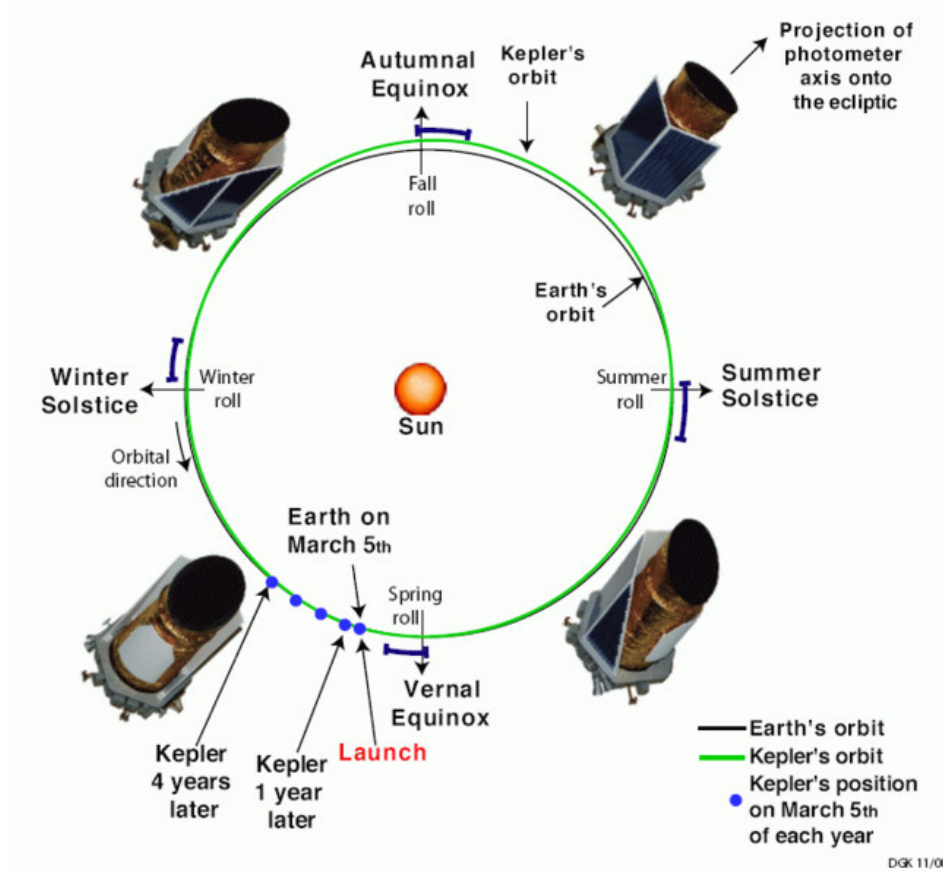
La nueva frontera: Detección de planetas extrasolares desde el espacio

* **Misiones en curso:** COROT (COncvection ROtation et Transits planétaires) : Misión espacial francesa lanzada en diciembre/2006.



- * Instrumental : telescopio de 27 cm de diámetro.
- * Método de descubrimiento : tránsito.
- * Resultados hasta el presente : 24 exoplanetas confirmados.

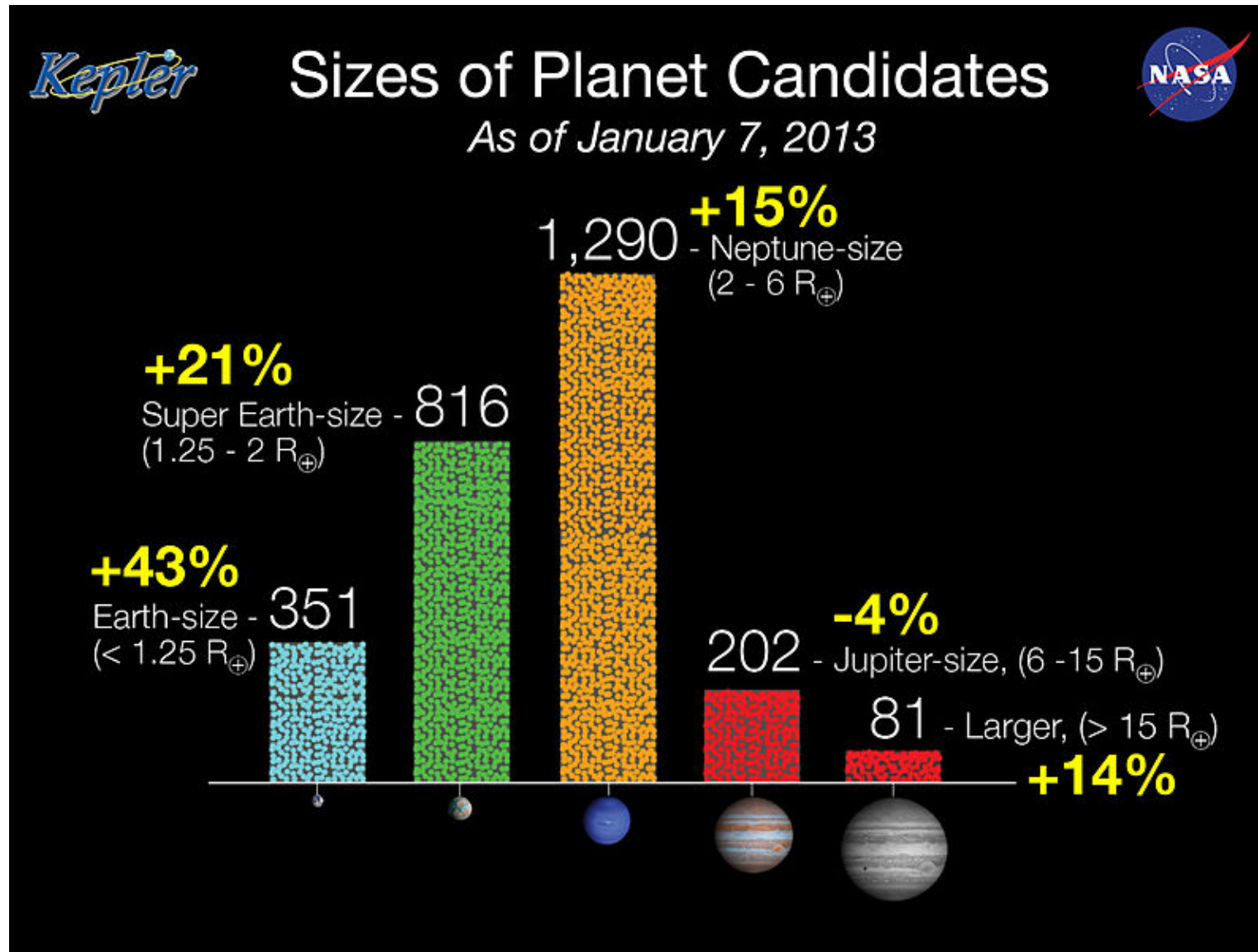
La misión KEPLER



Kepler es una misión de la NASA lanzada en marzo/2009. Se mueve en una órbita heliocéntrica con un período de 372,5 días lo que hace que paulatinamente se vaya alejando de la Tierra. Contiene un telescopio con una apertura de 0,95 cm con un fotómetro que monitorea continuamente 145000 estrellas de la Secuencia Principal en una dirección fija del cielo.

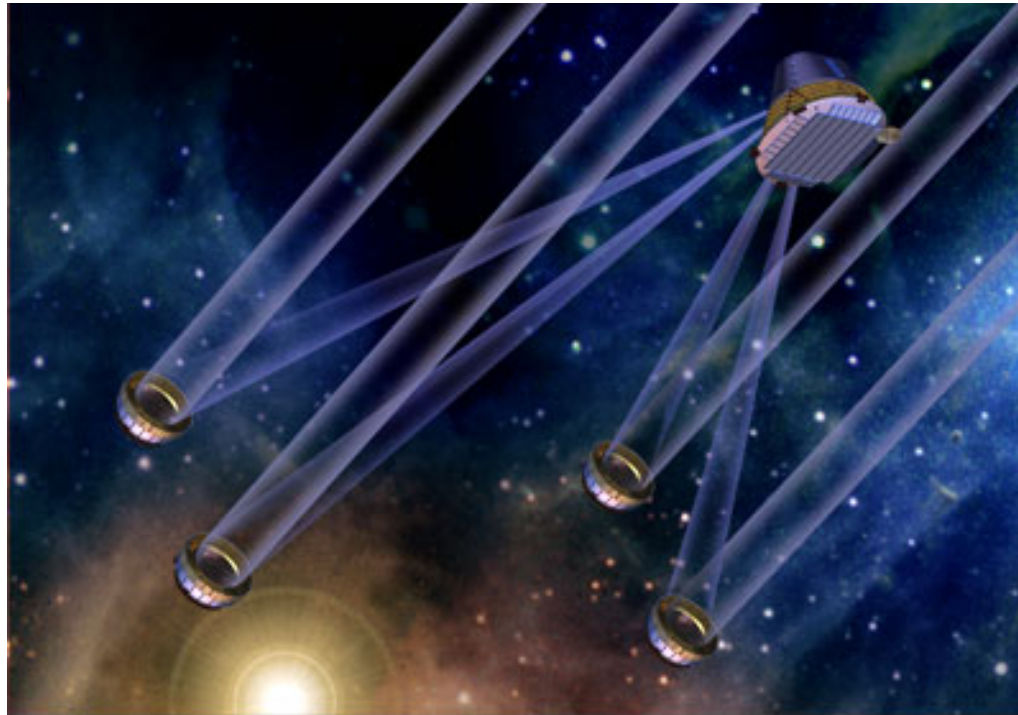
- * Método de descubrimiento : tránsito.
- * Objetivo : monitoreo del brillo de 145 000 estrellas de la Secuencia Principal.
- * Resultados hasta el presente (febrero 2013): 114 exoplanetas descubiertos (50 en sistemas múltiples de 2 o más planetas.) y hay además 3277 candidatos a planetas aun no confirmados.

Estrellas candidatas a poseer exoplanetas observadas por Kepler



El futuro

TERRESTRIAL PLANET FINDER



SPACECRAFT IMAGE BY T. HERBST (MPIA)

- * Es por el momento un concepto de misión de la NASA aun no aprobada.
- * Técnica : sistema interferométrico que anula la luz de la estrella central haciendo detectable la tenue luz de algún planeta de su entorno. Para mejorar la calidad de la señal, las observaciones se harían en el IR.

El descubrimiento de atmósferas planetarias ... y vida

