

Planetas y exoplanetas

Rosa M. Ros, Hans Deeg, Ricardo Moreno

International Astronomical Union

Universidad Politécnica de Cataluña, España

Instituto de Astrofísica de Canarias, España

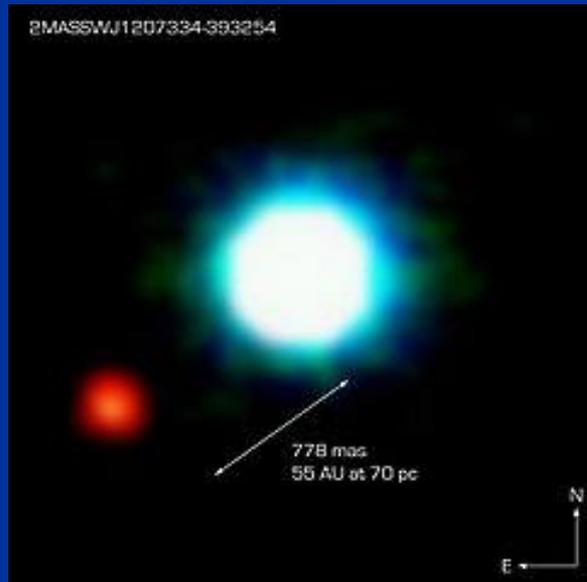
Colegio Retamar de Madrid, España



Sistemas planetarios extrasolares



1995 Michael Mayor y Didier Queloz anunciaron la detección de un exoplaneta orbitando 51 Pegasi.



2M1207b directly imaged (ESO)

1a foto
16 marzo 2003



Dependemos de la tecnología



Galileo en 1610, observa por primera vez Saturno, con su telescopio no ve un fino anillo sino que lo interpreta como un astro con tres cuerpos. Hay que esperar a Huygens (1659) con un telescopio mejor y puede resolver el anillo. Por ese motivo la pintura de Rubens (1636-1638) simboliza Saturno con tres objetos según el descubrimiento de Galileo.



Nombres para exoplanetas

Se pone una letra después del nombre de la estrella central empezando por “b” para el primer planeta encontrado en el sistema (*p.e. 51 Pegasi b*).

El siguiente planeta se nombra con la siguiente letra del alfabeto c, d, e, f, etc.

(*51 Pegasi c, 51 Pegasi d, 51 Pegasi e ó 51 Pegasi f*).



Métodos de detección de exoplanetas

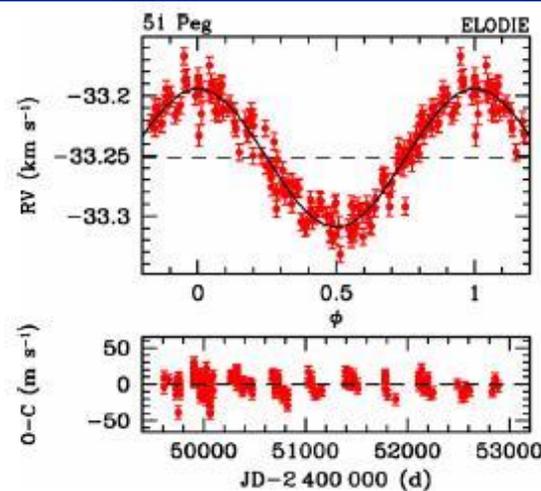
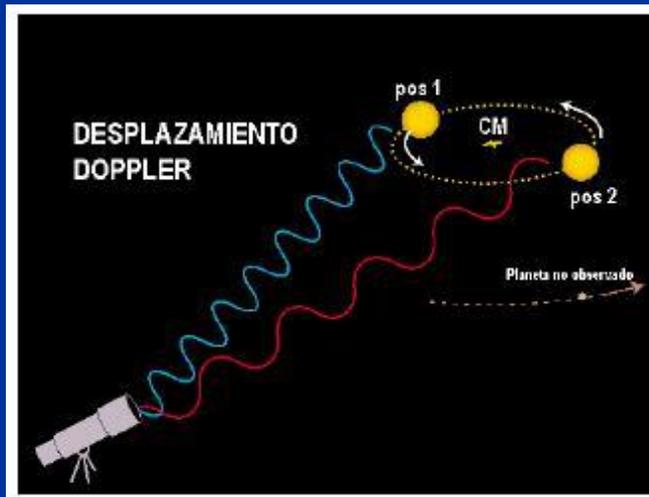
Se utilizan muchos métodos, p.e.:

- Velocidad Radial o efecto Doppler
- Método de Tránsitos
- Microlensing
- Otros



Método de detección: Velocidad radial

Se mide la variación de la velocidad radial de la estrella causada por el efecto Doppler al orbitar alrededor del baricentro del sistema planeta+estrella. Fue con este método que se logró detectar el primer exoplaneta 51 Pegaso b.

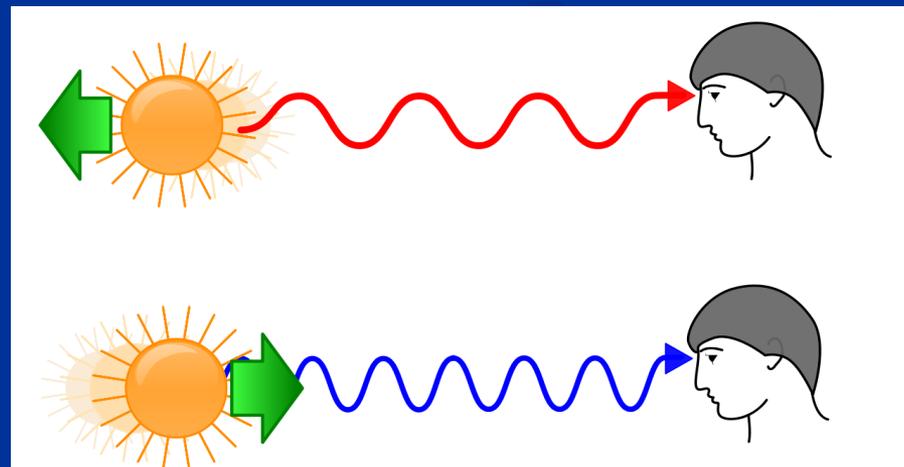


Actividad 13: Efecto Doppler

El efecto Doppler hace variar la longitud de onda de una fuente de luz si se mueve.

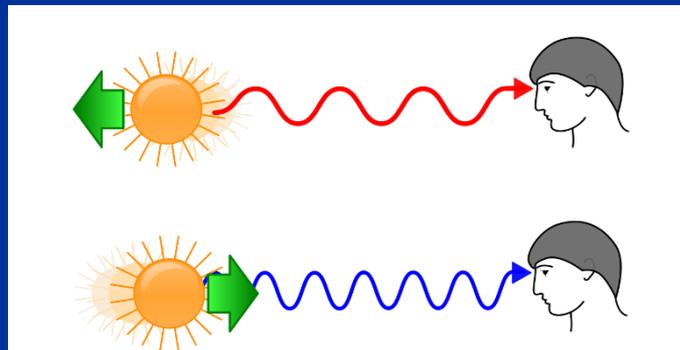
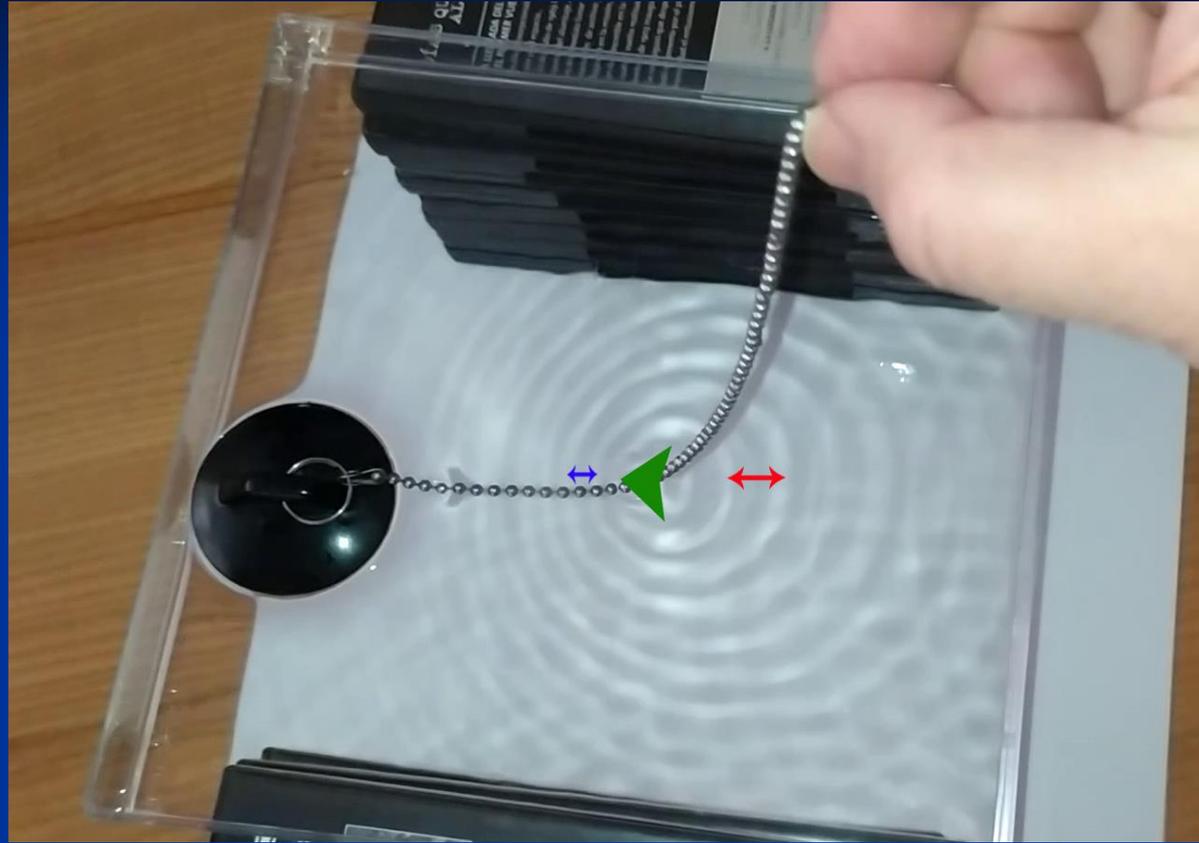
Cuando se acerca al espectador, la longitud de onda se acorta y la luz se desplaza hacia la parte azul del espectro visible.

Cuando se aleja, la longitud de onda se alarga y la luz se desplaza hacia la parte roja del espectro visible.



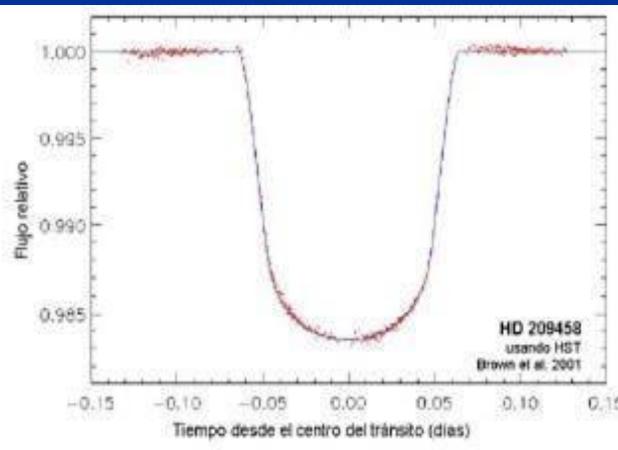
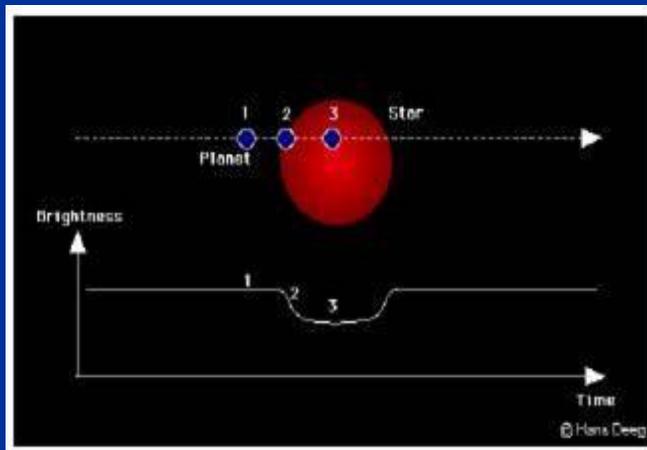
Actividad 13: Efecto Doppler

Se ha reproducido con una cubeta de agua, un tapón con cadenita y el flash del móvil.



Método de detección: Tránsitos

Durante el tránsito de un exoplaneta, el brillo de la estrella sufre una pequeña disminución. Para estrellas de tipo solar y planetas del tamaño de Júpiter, la disminución del brillo es de aproximadamente 1%, en el caso de planetas del tamaño de la Tierra la disminución está alrededor del 0.03%.

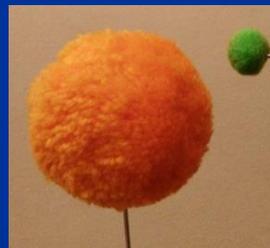


Actividad 14: Simulación de tránsito

Usando dos pelotas: una grande para la estrella y otra pequeña para el exoplaneta girando en trono a la estrella

Con el observador en el mismo plano de giro y si esta observando en ese instante, verá el planeta pasar por delante de la estrella y la curva de luminosidad tendra una alteración.

Pero si el observador no esta en el mismo plano de giro, no se observara ningun cambio en la curva de luminosidad.

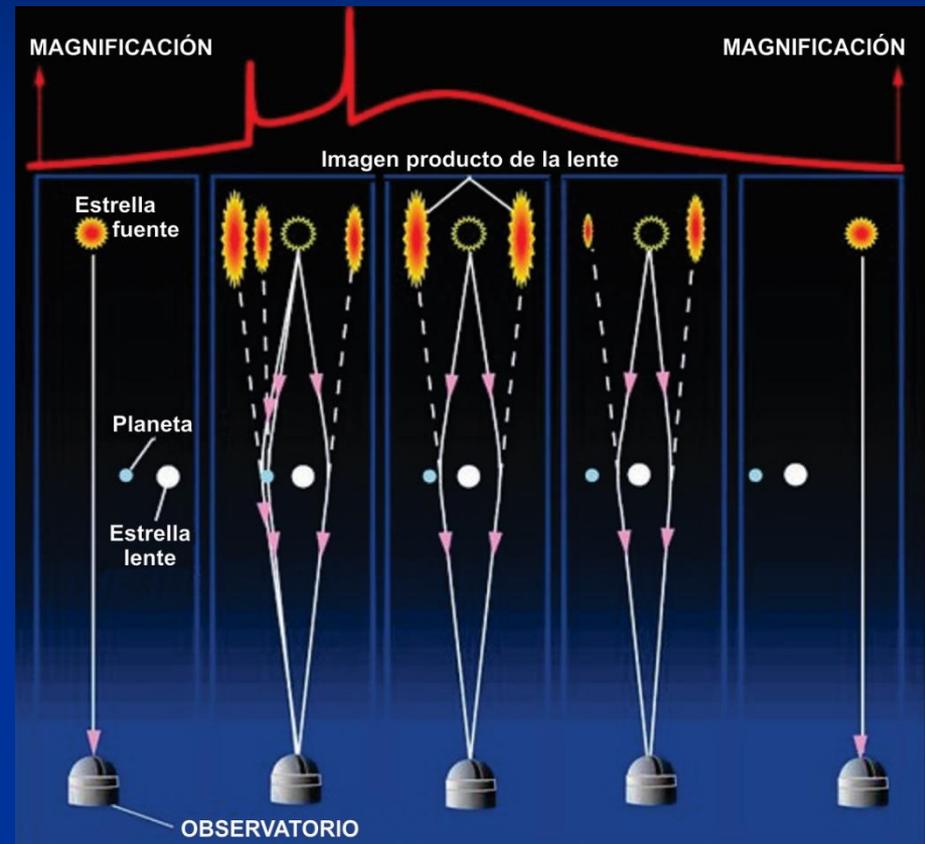


Observador en el plano de giro

Observador fuera del plano de giro

Método de detección: Microlentes

Cuando se tiene una ampliación o distorsión que resalte el sistema estrella-exoplaneta, debido al alineamiento de dicho sistema con una estrella u objeto que contenga un lente gravitacional.



Debe existir completa alineación visual entre los 3 cuerpos (tierra, objeto-lente y estrella-exoplaneta).

Actividad 15: Simulación de microlentes



Con solo un pie de copa y no se ve nada.

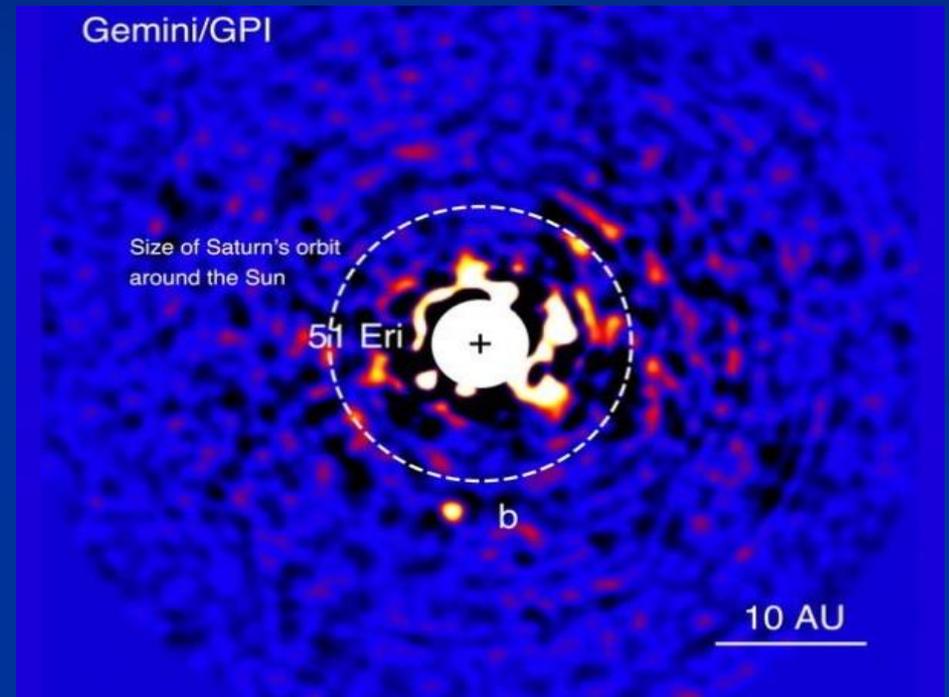


Con un par de pies de copa

Después pasamos por delante con el otro y surge un punto y después incluso dos

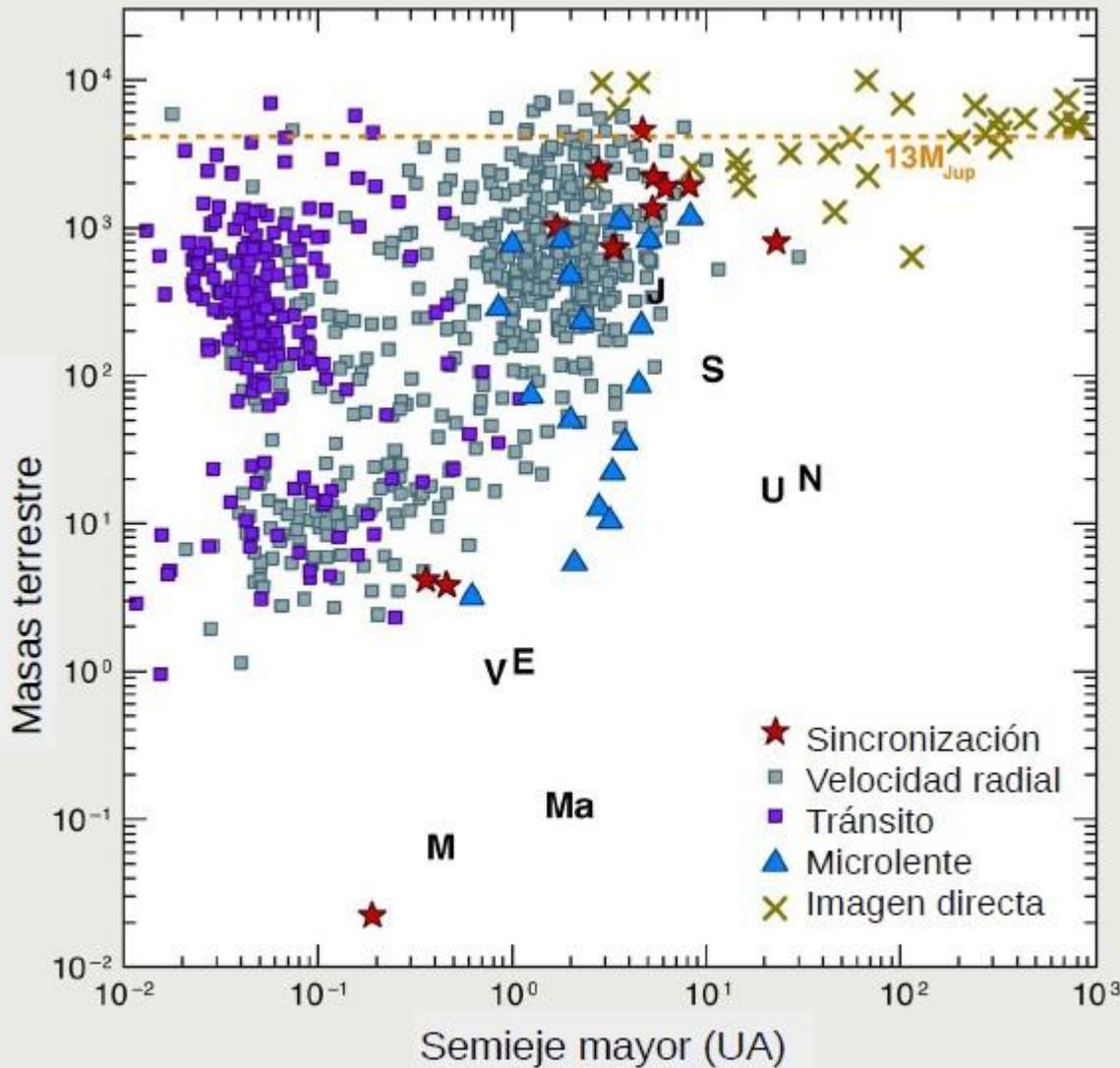
Método de detección: directa

Se estudia la imagen de la estrella, para determinar los exoplanetas alrededor de la misma.



Debido a la cantidad de luz que emite la estrella, no es sencillo de llevar a cabo.

Exoplanetas conocidos 2013 según método de detección



Modelos de sistemas de exoplanetas

Los sistemas de exoplanetas descubiertos son más de 2000 confirmados y varios miles de exoplanetas candidatos Jet Propulsion Laboratory (NASA; <http://planetquest.jpl.nasa.gov/>)

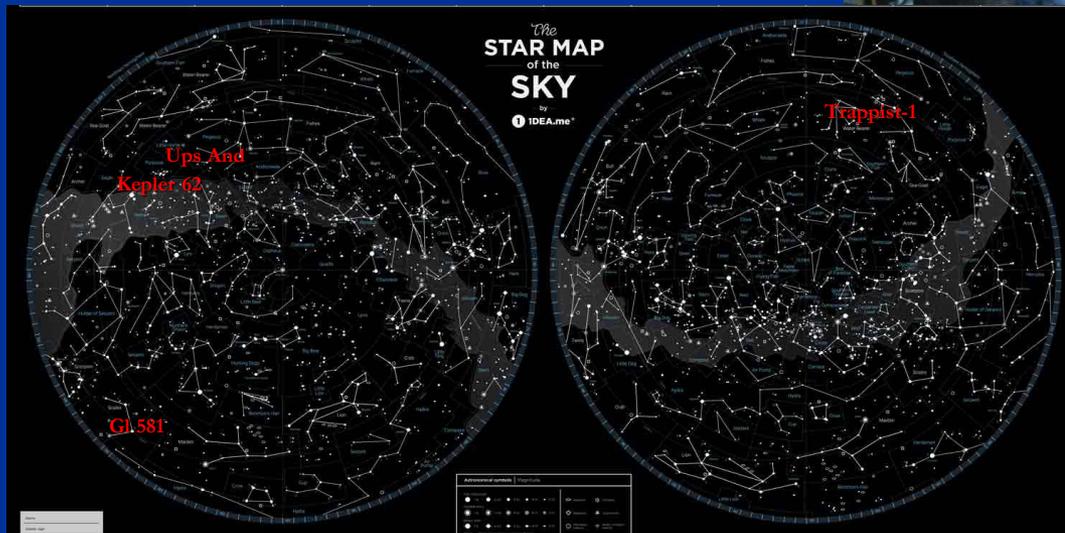
Las masas se comparan con la de Júpiter (1.9×10^{27} kg) o con la de la Tierra ($5,97 \times 10^{24}$ kg).



Los límites tecnológicos son la causa.



Actividad 16: Modelos a escala de sistemas exoplanetarios



Distancia 1 ua = 1 m

Diámetro 10000 km = 0.5 cm



Actividad 16: Construir Sistema Solar:

Sistema Solar	Distancia AU	Diámetro km	Modelo Distancia	Modelo Diámetro
Mercurio	0.39	4879	40 cm	0.2 cm
Venus	0.72	12104	70 cm	0.6 cm
Tierra	1	12756	1m	0.6 cm
Marte	1.52	6794	1.5 m	0.3 cm
Jupiter	5.2	142984	5 m	7 cm
Saturno	9.55	120536	10 m	6 cm
Urano	19.22	51118	19 m	2.5 cm
Neptuno	30.11	49528	30 m	2.5 cm

Estrella anfitriona Sol G2V, Diámetro del Sol en el modelo es 35 cm

Distancia 1 AU = 1 m

Diámetro 10000 km = 0.5 cm



Actividad 16: Construir (1r sistema exoplanetario):

Upsilon Andromedae Titawin	Descub. año	Distancia AU	Diámetro km	Modelo Distancia	Modelo Diámetro
Ups And b/Saffar	1996	0.059	108000	6 cm	5,5 cm
Ups And c/Samh	1999	0.830	200000	83 cm	10 cm
Ups And d/Majriti	1999	2.510	188000	2.5 m	9 cm
Ups And e/Titawin e	2010	5,240	140000	5,2 m	7 cm

Estrella anfitriona Upsilon Andromedae F8V está a 44 a.l. en And.,
Diámetro 1,28 del Sol que en el modelo es 45 cm

Distancia 1 AU = 1 m

Diámetro 10000 km = 0.5 cm



Actividad 16: Construir (con planetas “terrestres”)

Gliese 581	Descub. año	Distancia AU	Diámetro km	Modelo Distancia	Modelo Diámetro
Gl.581 e	2009	0.030	15200	3 cm	0.8 cm
Gl.581 b	2005	0.041	32000	4 cm	1.6 cm
Gl.581 c	2007	0.073	22000	7 cm	1,1 cm

Estrella anfitriona Gliese 581 M2,5V esta a 20,5 a.l. en Libra,
Diámetro 0,29 del Sol que en el modelo es 10 cm

Distancia 1AU = 1m

Diámetro 10000 km = 0.5 cm



Actividad 16: Construir (planetas “terrestres habitables”)

Kepler 62	Descub. año	Distancia AU	Diámetro km	Modelo Distancia	Modelo Diámetro
Kepler-62 b	2013	0,056	33600	5,6 cm	1,7 cm
Kepler-62 c	2013	0,093	13600	9 cm	0.7 cm
Kepler-62 d	2013	0,120	48000	12 cm	2,4 cm
Kepler-62 e	2013	0,427	40000	43 cm	2 cm
Kepler-62 f	2013	0,718	36000	72 cm	1,8 cm

Estrella anfitriona Kepler 62 K2V esta a 1200 a.l. en Lyra,
Diámetro 0,64 del Sol que en el modelo es 22 cm

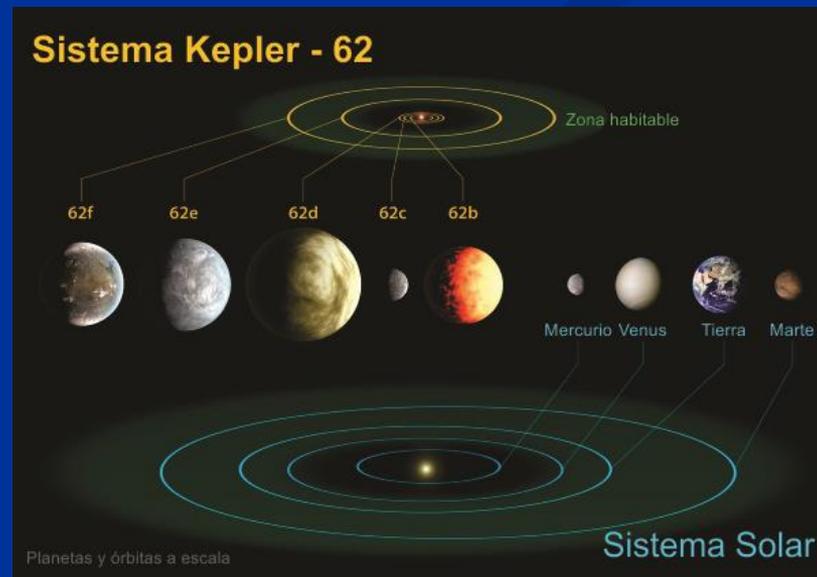
Distancia 1AU = 1m

Diámetro 10000 km = 0.5 cm



Possible habitabilidad de exoplanetas

- En la zona habitable de Kepler-62: los dos exoplanetas podrían tener agua líquida en sus superficies. Para Kepler-62e, que está cerca del interior de la zona habitable, esto requeriría la cobertura de nubes reflectantes que reducen la radiación que calienta la superficie. Kepler-62f, por otro lado, está en la zona exterior de la zona habitable



Construir (planetas “terrestres habitables”)

Nombre exoplaneta	Descub. año	Distancia AU	Diámetro km	Modelo Distancia	Modelo Diámetro
Trappist-1 b	2016	0.012	28400	1,2 cm	1,4 cm
Trappist-1 c	2016	0.016	28000	1,6 cm	1,4 cm
Trappist-1 d	2016	0.022	20000	2,2 cm	1,0 cm
Trappist-1 e	2017	0.030	23200	3,0 cm	1,2 cm
Trappist-1 f	2017	0.039	26800	3,9 cm	1,3 cm
Trappist-1 g	2017	0.047	29200	4,7 cm	1,5 cm
Trappist-1 h	2017	0.062	19600	6,2 cm	1,0 cm

Estrella anfitriona Trappist 1 M8V esta a 40 a.l. en Acuario,

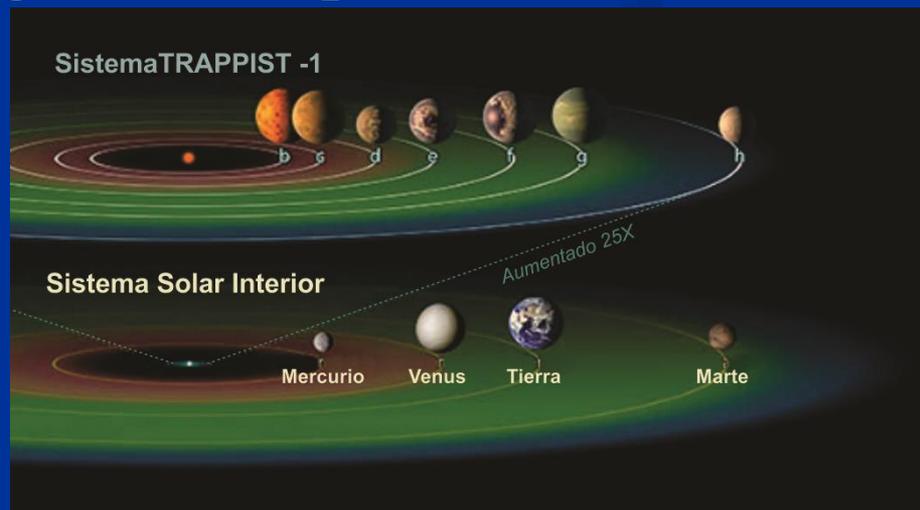
Diámetro 0,1 del Sol que en el modelo es 4 cm

Distancia 1 AU = 1 m Diámetro 10000 km = 0.5 cm



Posible habitabilidad de exoplanetas

- Los exoplanetas del sistema Trappist-1 son rocosos y podrían tener grandes cantidades de agua en su superficie, ya sea líquida, en forma de vapor, o como una corteza de hielo. En la zona habitable de Trappist 1 se encuentra **Trappist-1e** que parece tener **un núcleo denso, comparable con la Tierra** lo que parece indicar que de todos los planetas de este sistema, éste es el más parecido a la Tierra y es probable que tenga una magnetosfera protectora.



Conclusiones

- Conocimiento más “concreto” de los planetas.
- Se establecen relaciones de “parámetros” que permiten comprender mejor cuales son las dimensiones.
- El Sistema Solar “esta vacío”.
- Introducción de los exoplanetas. Reconocer los métodos para su detección.



¡Muchas gracias
por su atención!

