

# 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*



# Objetivos

- Comprender el significado de los valores numéricos que resumen las tablas de datos de los planetas del Sistema Solar.
- Entender las principales características de los sistemas planetarios extra solares.



# Sistema Solar

Buscamos otro tipo de modelos que den información, no sólo sean trabajos manuales



# Según el aspecto

Queremos modelos con más contenido y que permitan mostrar algunos aspectos concretos



# Actividad 1: Distancias al Sol

|                 |                         |  |               |                |
|-----------------|-------------------------|--|---------------|----------------|
| <b>Mercurio</b> | <b>57 900 000 km</b>    |   | <b>6 cm</b>   | <b>0.4 AU</b>  |
| <b>Venus</b>    | <b>108 300 000 km</b>   |   | <b>11 cm</b>  | <b>0.7 AU</b>  |
| <b>Tierra</b>   | <b>149 700 000 km</b>   |   | <b>15 cm</b>  | <b>1.0 AU</b>  |
| <b>Marte</b>    | <b>228 100 000 km</b>   |   | <b>23 cm</b>  | <b>1.5 AU</b>  |
| <b>Júpiter</b>  | <b>778 700 000 km</b>   |   | <b>78 cm</b>  | <b>5.2 AU</b>  |
| <b>Saturno</b>  | <b>1 430 100 000 km</b> |   | <b>143 cm</b> | <b>9.6 AU</b>  |
| <b>Urano</b>    | <b>2 876 500 000 km</b> |   | <b>288 cm</b> | <b>19.2 AU</b> |
| <b>Neptuno</b>  | <b>4 506 600 000 km</b> |  | <b>450 cm</b> | <b>30.1 AU</b> |



# Actividad 2: Diámetros

|                 |                     |   |                 |
|-----------------|---------------------|---|-----------------|
| <b>Sol</b>      | <b>1 392 000 km</b> |    | <b>139.0 cm</b> |
| <b>Mercurio</b> | <b>4 878 km</b>     |    | <b>0.5 cm</b>   |
| <b>Venus</b>    | <b>12 180 km</b>    |    | <b>1.2 cm</b>   |
| <b>Tierra</b>   | <b>12 756 km</b>    |    | <b>1.3 cm</b>   |
| <b>Marte</b>    | <b>6 760 km</b>     |    | <b>0.7 cm</b>   |
| <b>Júpiter</b>  | <b>142 800 km</b>   |    | <b>14.3 cm</b>  |
| <b>Saturno</b>  | <b>120 000 km</b>   |    | <b>12.0 cm</b>  |
| <b>Urano</b>    | <b>50 000 km</b>    |  | <b>5.0 cm</b>   |
| <b>Neptuno</b>  | <b>45 000 km</b>    |  | <b>4.5 cm</b>   |

# Actividad 2: Diámetros



Camiseta con los diámetros  
de los planetas a escala



# Actividad 3: Diámetros y distancias al Sol

|                 |                     |                         |   |                |              |
|-----------------|---------------------|-------------------------|---|----------------|--------------|
| <b>Sol</b>      | <b>1 392 000 km</b> |                         |    | <b>25.0 cm</b> |              |
| <b>Mercurio</b> | <b>4 878 km</b>     | <b>57 900 000 km</b>    |    | <b>0.1cm</b>   | <b>10 m</b>  |
| <b>Venus</b>    | <b>12 180 km</b>    | <b>108 300 000 km</b>   |    | <b>0.2 cm</b>  | <b>19 m</b>  |
| <b>Tierra</b>   | <b>12 756 km</b>    | <b>149 700 000 km</b>   |    | <b>0.2 cm</b>  | <b>27 m</b>  |
| <b>Marte</b>    | <b>6 760 km</b>     | <b>228 100 000 km</b>   |    | <b>0.1 cm</b>  | <b>41 m</b>  |
| <b>Júpiter</b>  | <b>142 800 km</b>   | <b>778 700 000 km</b>   |    | <b>2.5 cm</b>  | <b>140 m</b> |
| <b>Saturno</b>  | <b>120 000 km</b>   | <b>1 430 100 000 km</b> |   | <b>2.0 cm</b>  | <b>250 m</b> |
| <b>Urano</b>    | <b>50 000 km</b>    | <b>2 876 500 000 km</b> |  | <b>1.0 cm</b>  | <b>500 m</b> |
| <b>Neptuno</b>  | <b>45 000 km</b>    | <b>4 506 600 000 km</b> |  | <b>1.0 cm</b>  | <b>800 m</b> |

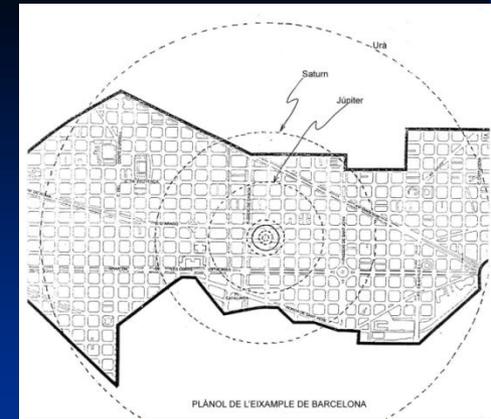
Normalmente no hay patio de escuela  
que llegue mas allá de Marte



# Actividad 3: Maqueta de diámetros y distancias en el patio ...



# Actividad 4: Maqueta en la ciudad (Barcelona)



|                 |                          |                                 |
|-----------------|--------------------------|---------------------------------|
| <b>Sol</b>      | <b>“lavavajillas”</b>    | <i>Puerta Instituto</i>         |
| <b>Mercurio</b> | <b>bolita caviar</b>     | <i>Puerta Hotel Diplomatic</i>  |
| <b>Venus</b>    | <b>guisante</b>          | <i>Pasaje Méndez Vigo</i>       |
| <b>Tierra</b>   | <b>guisante</b>          | <i>Entre Méndez Vigo y Bruc</i> |
| <b>Marte</b>    | <b>grano de pimienta</b> | <i>Paseo de Gracia</i>          |
| <b>Júpiter</b>  | <b>naranja</b>           | <i>Calle Balmes</i>             |
| <b>Saturno</b>  | <b>mandarina</b>         | <i>Pasaje Valeri Serra</i>      |
| <b>Urano</b>    | <b>nuez</b>              | <i>Calle Entenza</i>            |
| <b>Neptuno</b>  | <b>nuez</b>              | <i>Estación de Sans</i>         |

# Modelo en la ciudad de Metz (Francia)



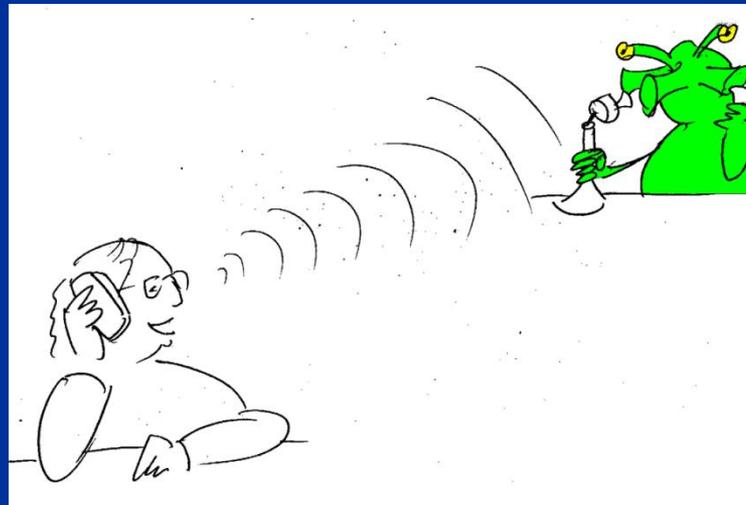
# Actividad 5: Maqueta de tiempos

- $c = 300\,000 \text{ km/s}$

El tiempo que tarda la luz de la Luna a la Tierra es:

$$t = \text{distancia TL}/c = 384\,000\text{km}/ 300\,000 = 1.3 \text{ seg.}$$

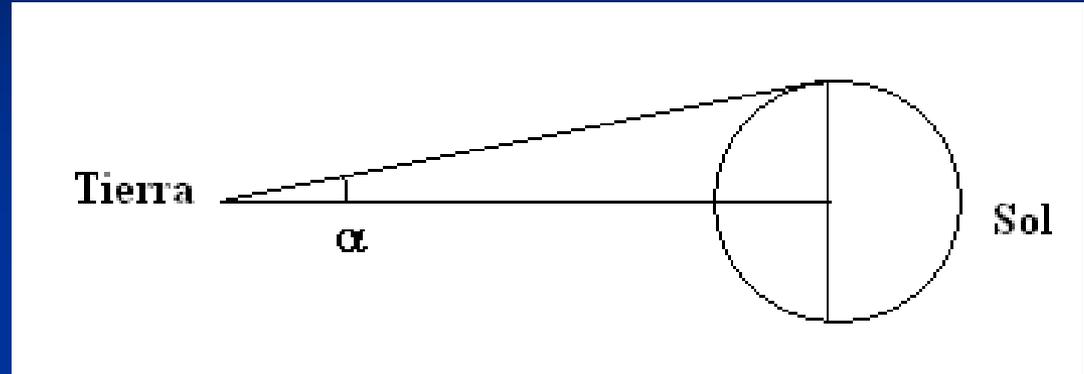
¿Cómo sería la conversación entre planetas por “videoconferencia”?



# La luz del Sol tarda en llegar a...

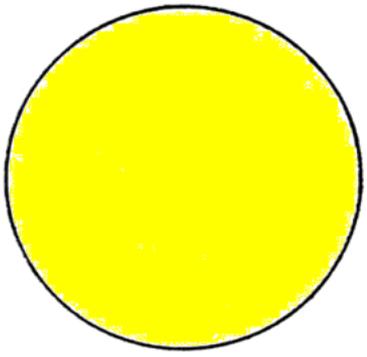
|                 |                         |   |                     |
|-----------------|-------------------------|---|---------------------|
| <b>Mercurio</b> | <b>57 900 000 km</b>    |    | <b>3.3 minutos</b>  |
| <b>Venus</b>    | <b>108 300 000 km</b>   |    | <b>6.0 minutos</b>  |
| <b>Tierra</b>   | <b>149 700 000 km</b>   |    | <b>8.3 minutos</b>  |
| <b>Marte</b>    | <b>228 100 000 km</b>   |    | <b>12.7 minutos</b> |
| <b>Júpiter</b>  | <b>778 700 000 km</b>   |    | <b>43.2 minutos</b> |
| <b>Saturno</b>  | <b>1 430 100 000 km</b> |   | <b>1.32 horas</b>   |
| <b>Urano</b>    | <b>2 876 500 000 km</b> |  | <b>2.66 horas</b>   |
| <b>Neptuno</b>  | <b>4 506 600 000 km</b> |  | <b>4.16 horas</b>   |

# Actividad 6: El Sol visto desde los planetas

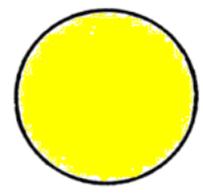


- $\alpha = \tan \alpha = \text{radio Sol} / \text{distancia al Sol} =$   
 $= 700\ 000 / 150\ 000\ 000 = 0.0045 \text{ radianes} = 0.255^\circ$
- Desde la Tierra el Sol mide  $2\ \alpha = 0.51^\circ$

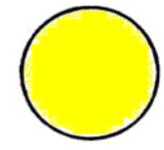
# Actividad 6: El Sol visto desde los planetas



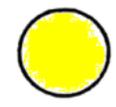
desde Mercurio



desde Venus



desde la Tierra



desde Marte



desde Júpiter



desde Saturno



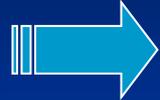
desde Urano



desde Neptuno



# Actividad 7: Modelo de densidades

|          |                        |   |                    |
|----------|------------------------|---|--------------------|
| Sol      | 1.41 g/cm <sup>3</sup> |    | Azufre (1.1-2.2)   |
| Mercurio | 5.41 g/cm <sup>3</sup> |    | Pirita (5.2)       |
| Venus    | 5.25 g/cm <sup>3</sup> |    | Pirita (5.2)       |
| Tierra   | 5.52 g/cm <sup>3</sup> |    | Pirita (5.2)       |
| Marte    | 3.90 g/cm <sup>3</sup> |    | Blenda (4.0)       |
| Júpiter  | 1.33 g/cm <sup>3</sup> |    | Azufre (1.1-2.2)   |
| Saturno  | 0.71 g/cm <sup>3</sup> |   | Madera pino (0.55) |
| Urano    | 1.30 g/cm <sup>3</sup> |  | Azufre (1.1-2.2)   |
| Neptuno  | 1.70 g/cm <sup>3</sup> |  | Arcilla (1.8-2.5)  |



# Actividad 8: Modelo de achatamiento

- Cortar tiras de cartulina de 35x1 cm.
- Sujetarlas a un palo cilíndrico de 50 cm de largo y 1 cm de diámetro, fijando la parte superior y dejando la parte inferior libre para que pueda desplazarse a lo largo del palo.
- Se hace girar el palo al frotar entre las manos con un rápido movimiento de rotación en un sentido y otro. La fuerza centrífuga deforma las bandas de cartulina al igual que deforma los planetas.



# Actividad 8: Achatamiento

| Planetas | (radio ecuatorial-radio polar)/<br>radio ecuatorial |
|----------|---|
| Mercurio | 0.0   |
| Venus    | 0.0   |
| Tierra   | 0.0034  |
| Marte    | 0.005   |
| Júpiter  | 0.064   |
| Saturno  | 0.108   |
| Urano    | 0.03  |
| Neptuno  | 0.03  |



# Actividad 9: Modelo de periodos orbitales

- sujetamos una cuerda por el extremo opuesto al que hemos fijado una tuerca y lo hacemos girar como una onda por encima de nuestra cabeza
- al ir soltando cuerda veremos que necesita mas tiempo para dar una vuelta
- si retiramos cuerda necesita menos tiempo para dar la vuelta



# Datos de la órbita terrestre

Velocidad orbital media  $v=2\pi R/T$

Para la Tierra

$$v=2\pi 150 \cdot 10^6 / 365$$

$$v= 2,582,100 \text{ km/día} = 107,590 \text{ km/h} = 29.9 \text{ km/s}$$

(La velocidad orbital media del Sol en torno al centro galáctico es 220 km/s ó 800000 km/h.)



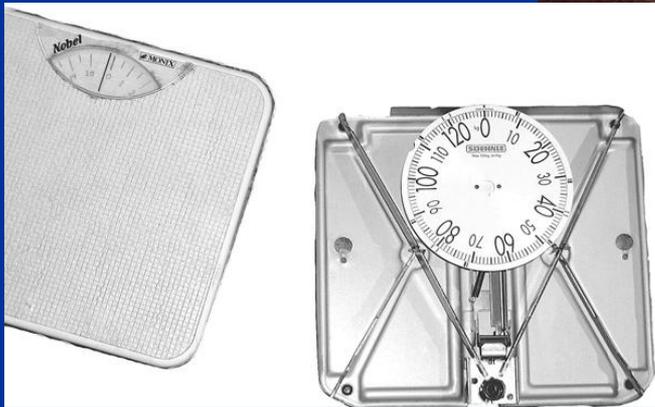
# Datos orbitales

| Planeta  | Período orbital (días) | Distancia desde el Sol (km) | Velocidad orbital media (km/s) | Velocidad orbital media (km/h) |
|----------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Mercurio | 87.97                  | 57.9 $10^6$                 | 47.90                          | 172440                         |
| Venus    | 224.70                 | 108.3 $10^6$                | 35.02                          | 126072                         |
| Tierra   | 365.26                 | 149.7 $10^6$                | 29.78                          | 107208                         |
| Marte    | 686.97                 | 228.1 $10^6$                | 24.08                          | 86688                          |
| Jupiter  | 4331.57                | 778.7 $10^6$                | 13.07                          | 47052                          |
| Saturno  | 10759.22               | 1 430.1 $10^6$              | 9.69                           | 34884                          |
| Urano    | 30.799.10              | 2 876.5 $10^6$              | 6.81                           | 24876                          |
| Neptuno  | 60190.00               | 4 506.6 $10^6$              | 5.43                           | 19558                          |



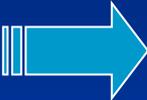
# Actividad 10: Modelo de gravedades superficiales

- gravedad superficial,  $F = G M m / d^2$  con  $m=1$   $d=R$  entonces  $g = GM / R^2$  donde la masa  $M = 4 \pi R \rho^3 / 3$
- Sustituyendo  $g = 4 \pi G R \rho / 3$



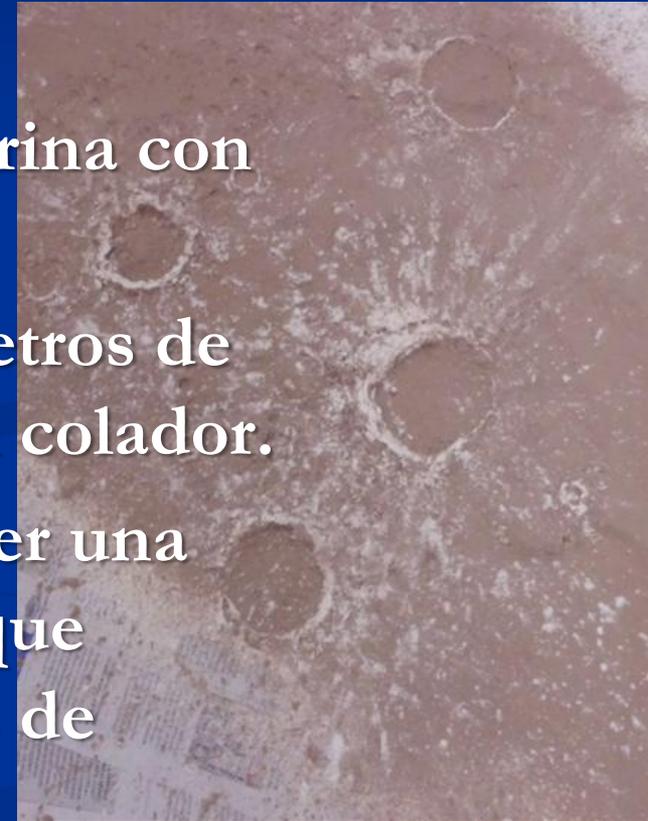
# Actividad 10: Gravedad superficial

la masa es la misma en cada planeta, solo el peso (fuerza de atracción) es diferente

| Planeta  | R. Ecut. | Densidad              |   | Grav. Calc. | Grav. sup.Real         |      |
|----------|----------|-----------------------|---|-------------|------------------------|------|
| Mercurio | 2439 km  | 5.4 g/cm <sup>3</sup> |    | 0.378       | 3.70 m/s <sup>2</sup>  | 0.37 |
| Venus    | 6052 km  | 5.3 g/cm <sup>3</sup> |    | 0.894       | 8.87 m/s <sup>2</sup>  | 0.86 |
| Tierra   | 6378 km  | 5.5 g/cm <sup>3</sup> |    | 1.000       | 9.80 m/s <sup>2</sup>  | 1.00 |
| Marte    | 3397 km  | 3.9 g/cm <sup>3</sup> |    | 0.379       | 3.71 m/s <sup>2</sup>  | 0.38 |
| Júpiter  | 71492 km | 1.3 g/cm <sup>3</sup> |    | 2.540       | 23.12 m/s <sup>2</sup> | 2.36 |
| Saturno  | 60268 km | 0.7 g/cm <sup>3</sup> |   | 1.070       | 8.96 m/s <sup>2</sup>  | 0.91 |
| Urano    | 25559 km | 1.2 g/cm <sup>3</sup> |  | 0.800       | 8.69 m/s <sup>2</sup>  | 0.88 |
| Neptuno  | 25269 km | 1.7 g/cm <sup>3</sup> |  | 1.200       | 11.00 m/s <sup>2</sup> | 1.12 |
| Luna     |          |                       |  |             | 1.62 m/s <sup>2</sup>  | 0.16 |

# Actividad 11: Modelo de “cráteres de impacto”

- Recubrir el suelo con periódicos para no ensuciar y recoger la harina.
- Poner una capa lisa de 1 ó 2 cm de harina con un colador.
- Poner una capa de unos pocos milímetros de cacao en polvo sobre la harina con un colador.
- Desde unos 2 m de altura dejamos caer una cucharada sopera de cacao en polvo que dejara marcas. similares a los cráteres de impacto.
- Terminado el modelo se puede reciclar la harina para repetirlo.



# Actividad 12: Velocidad de escape

- $E_{\text{cin}} = \frac{1}{2} mv^2$
- $E_{\text{pot}} = -GM_{\text{Planeta}} m/R_{\text{Planeta}}$
- $E_{\text{Mec}} = E_{\text{cin}} + E_{\text{pot}} = 0$
- $g_{\text{planeta}} = GM_{\text{planeta}}/R_{\text{planeta}}^2$

Entonces:  $-GM_{\text{planeta}} m/R_{\text{Planeta}} + \frac{1}{2} mv^2 = 0$

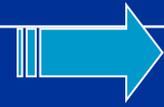
$$\frac{1}{2} mv^2 = g_{\text{planeta}} mR_{\text{planeta}}$$

la velocidad de velocity resulta:

$$v = (2gR)^{1/2}$$

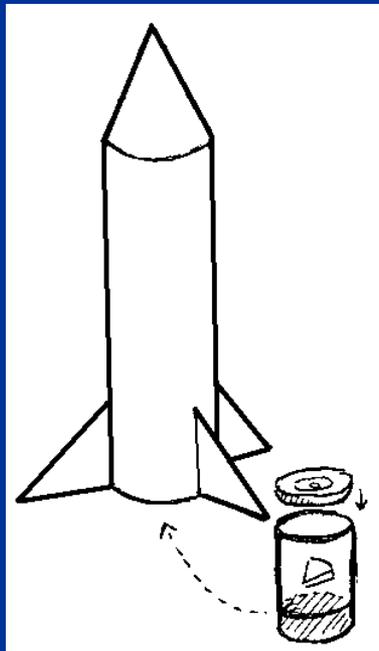


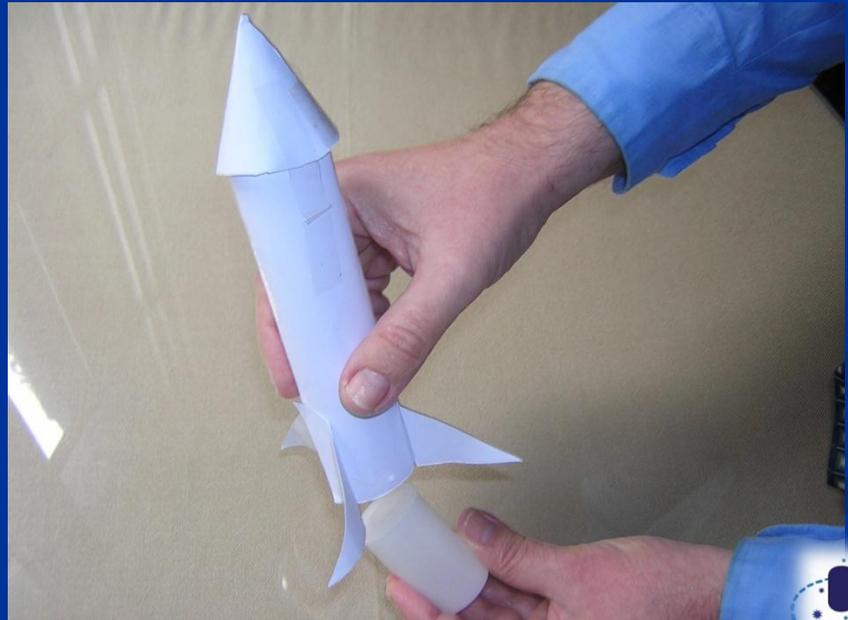
# Actividad 12: Velocidades de escape

| Planeta  | Radio Ecuatorial | Gravedad superficial |   | Velocidad de escape |
|----------|------------------|----------------------|---|---------------------|
| Mercurio | 2 439 km         | 0.378                |    | 4.3 km/s            |
| Venus    | 6 052 km         | 0.894                |    | 10.3 km/s           |
| Tierra   | 6 378 km         | 1.000                |    | 11.2 km/s           |
| Marte    | 3 397 km         | 0.379                |    | 5.0 km/s            |
| Júpiter  | 71 492 km        | 2.540                |    | 59.5 km/s           |
| Saturno  | 60 268 km        | 1.070                |   | 35.6 km/s           |
| Urano    | 25 559 km        | 0.800                |  | 21.2 km/s           |
| Neptuno  | 25 269 km        | 1.200                |  | 23.6 km/s           |

# Lanzamiento de cohetes

- Cartulina
- Cápsula de película
- $\frac{1}{4}$  aspirina efervescente

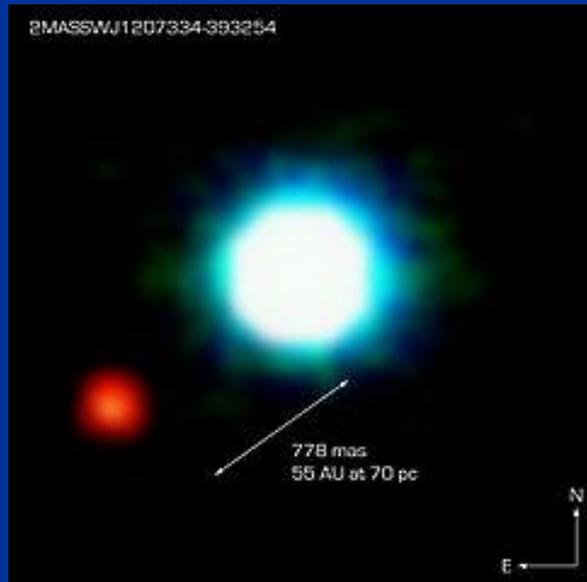




# Sistemas planetarios extrasolares



# 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.

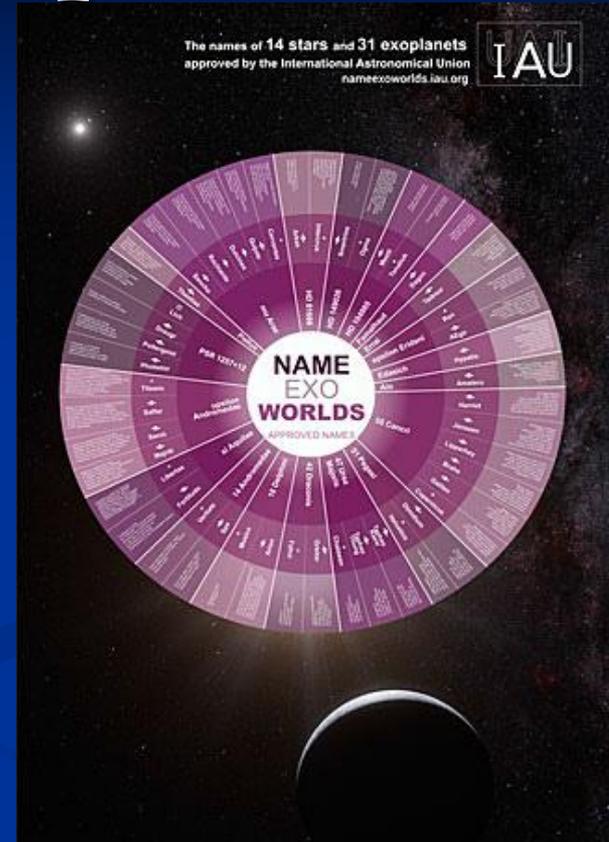


# Nombres para exoplanetas

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

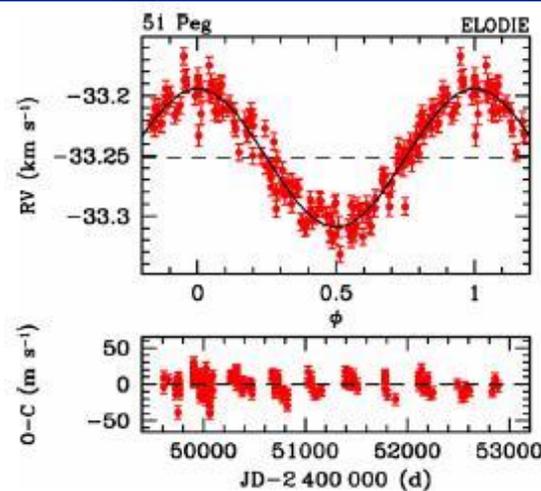
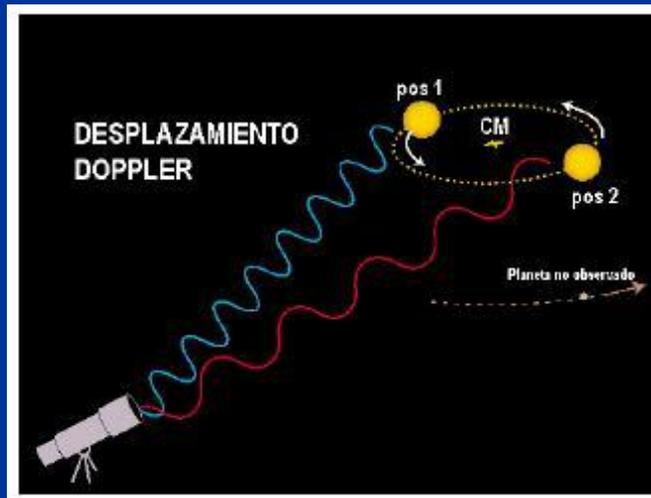
Se utilizan muchos métodos, p.e.:

- 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.

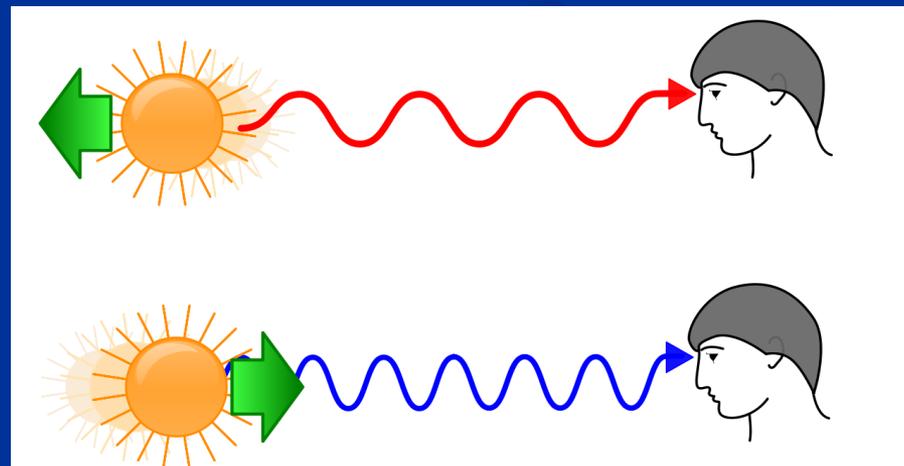


# Actividad 13: Efecto Doppler

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

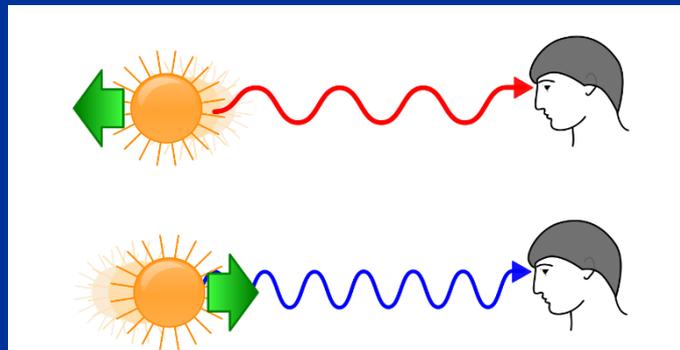
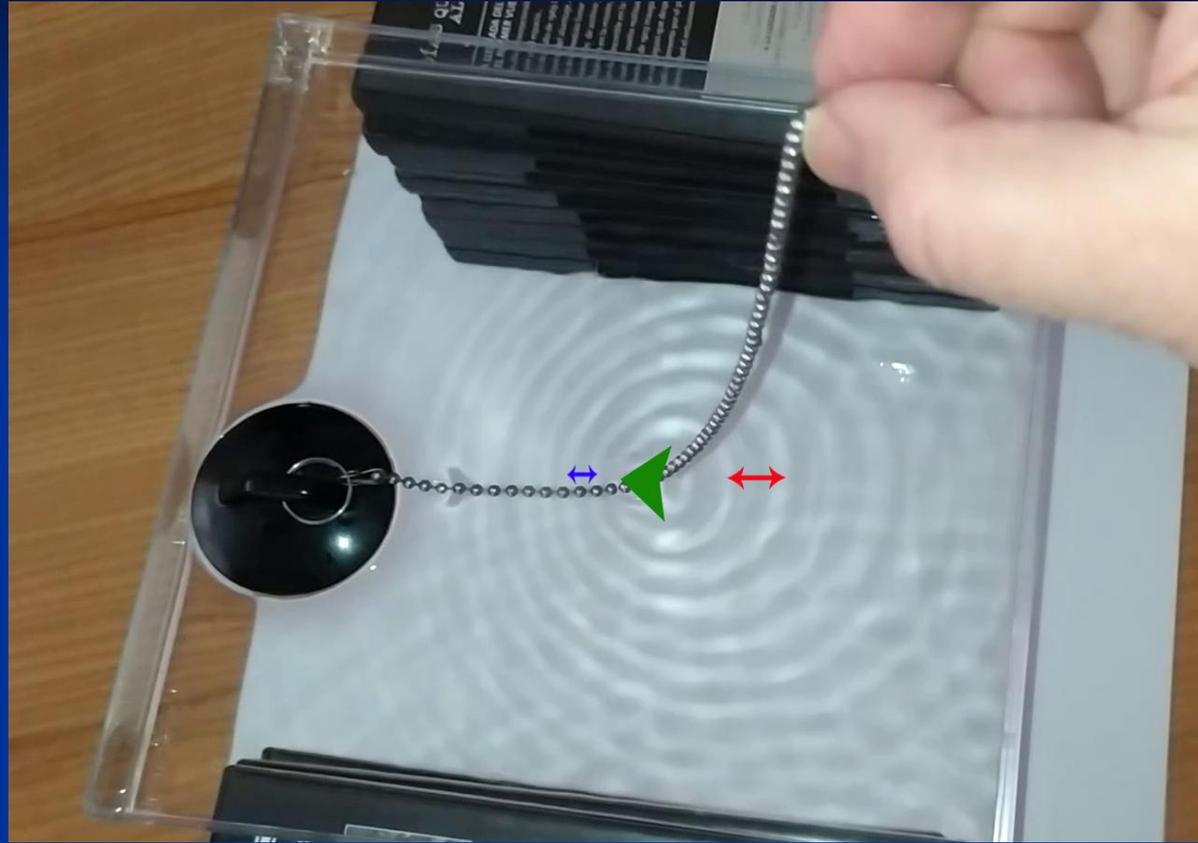
Cuando se acerca al espectador, la longitud de onda se acorta y la luz se desplaza hacia la parte azul del espectro visible.

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



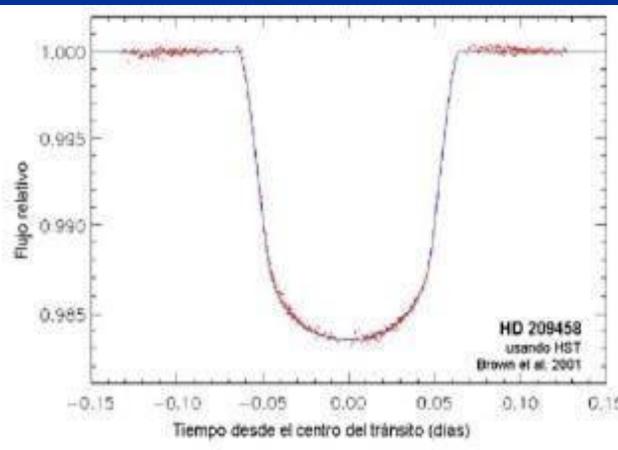
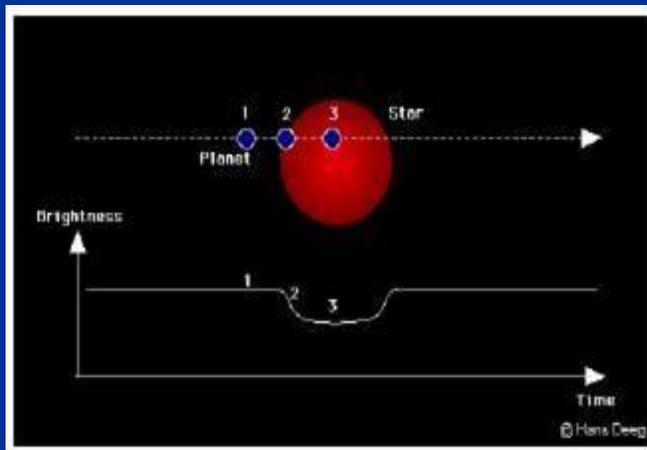
# Actividad 13: Efecto Doppler

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.



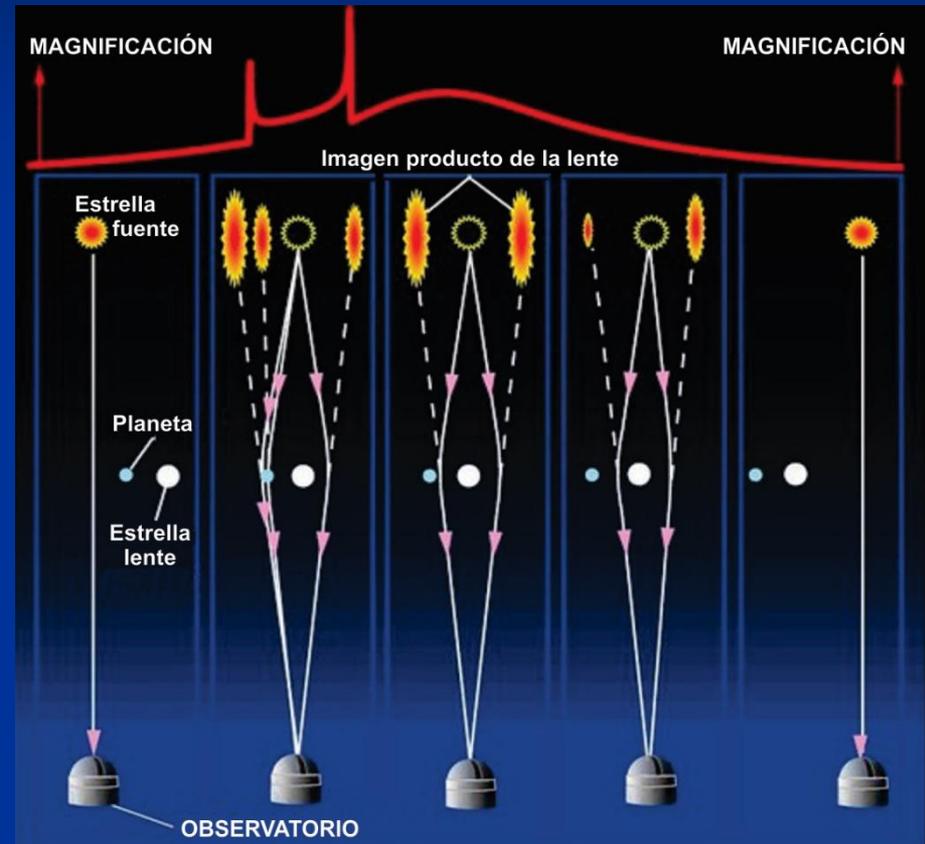
Observador en el plano de giro



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.

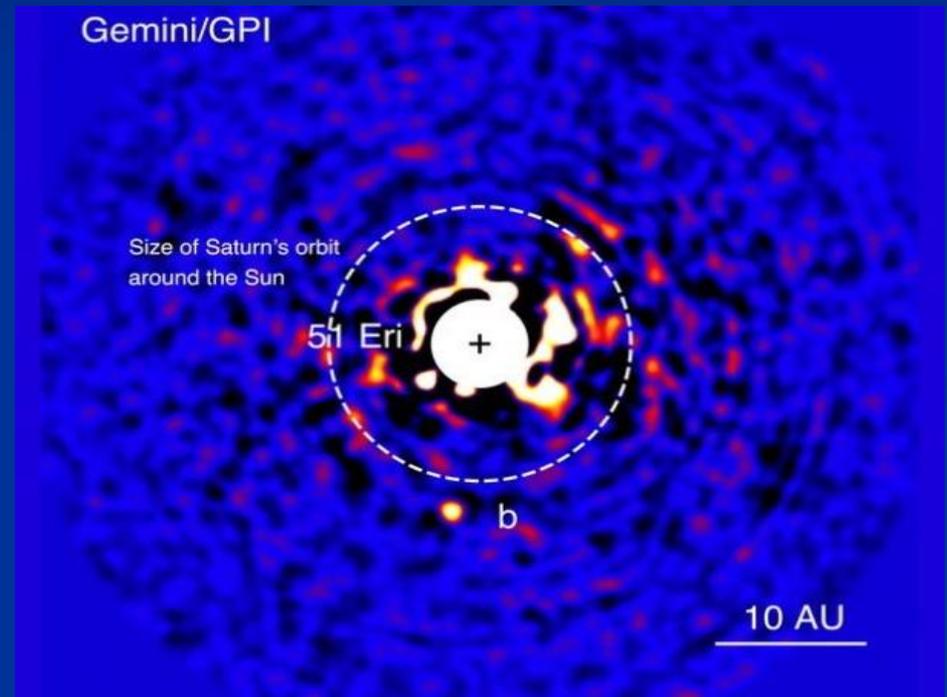


Con un par de pies de copa

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

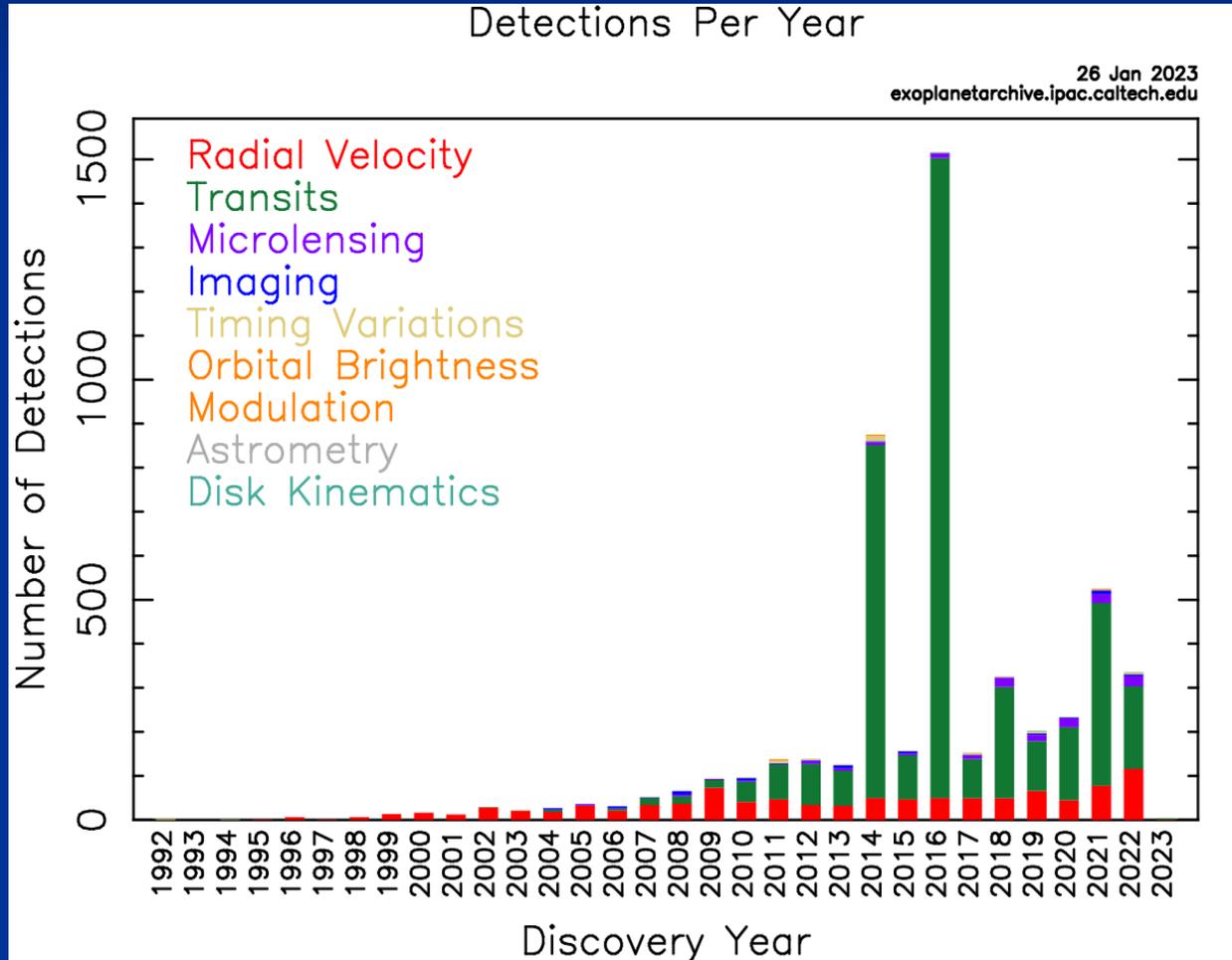
# Método de detección: directa

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 2023 según método de detección



# Modelos de sistemas de exoplanetas

Actualmente, se han descubierto unos 4000 sistemas planetarios mas de 5300 exoplanetas, y se han realizado observaciones de cerca de 10000 candidatos a exoplanetas

Jet Propulsion Laboratory (NASA; <http://planetquest.jpl.nasa.gov/>)

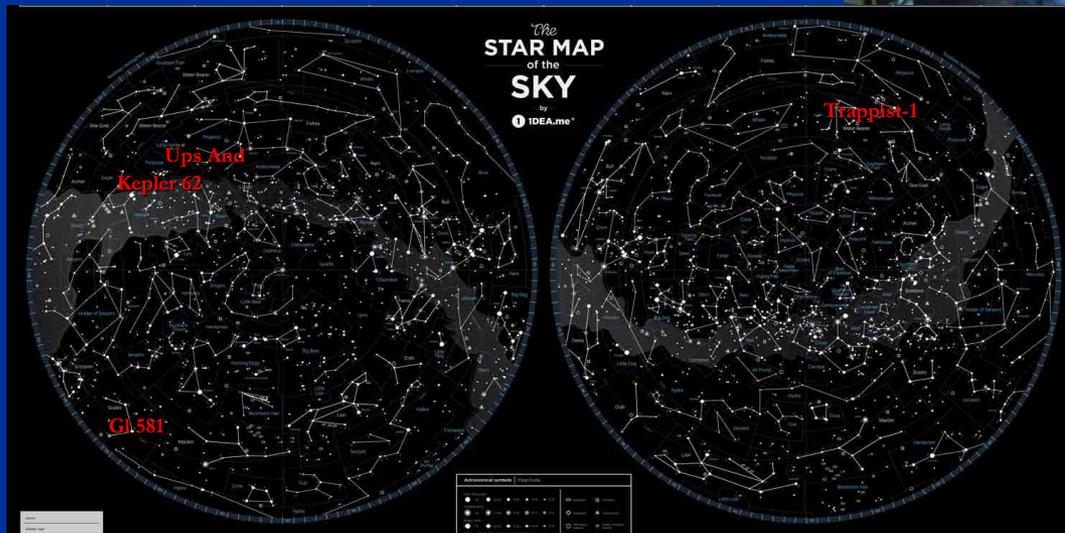
Las masas se comparan con la de Júpiter ( $1.9 \times 10^{27}$  kg) o con la de la Tierra ( $5,97 \times 10^{24}$  kg).



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<br>Titawin | Descub.<br>año | Distancia<br>AU | Diámetro<br>km | Modelo<br>Distancia | Modelo<br>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 esta a 44 a.l. en And., Diámetro 1,28 del Sol que en el modelo es 45

$\text{cm}$   
Distancia 1 AU = 1 m  
Diámetro 10000 km = 0.5 cm



# Actividad 16: Construir (con planetas “terrestres”)

| Gliese 581 | Descub.<br>año | Distancia<br>AU | Diámetro<br>km | Modelo<br>Distancia | Modelo<br>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.<br>año | Distancia<br>AU | Diámetro<br>km | Modelo<br>Distancia | Modelo<br>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

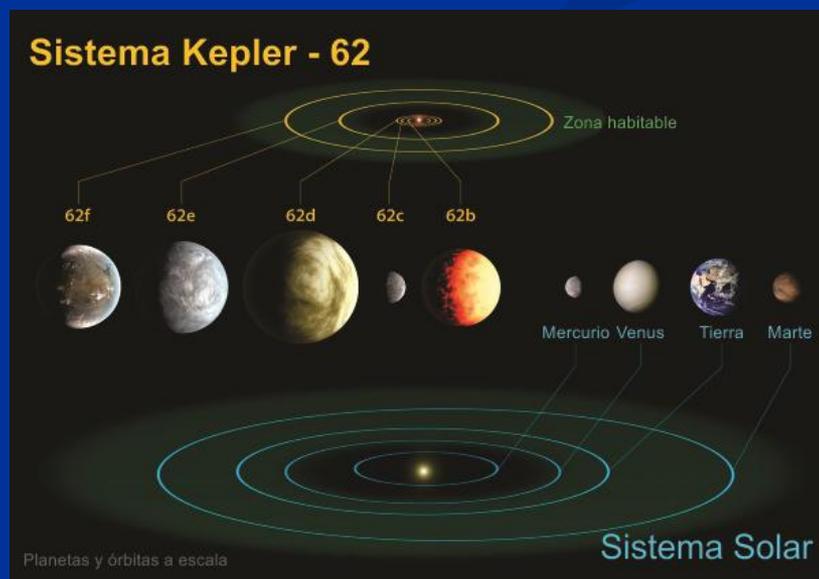
Distancia 1AU = 1m

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

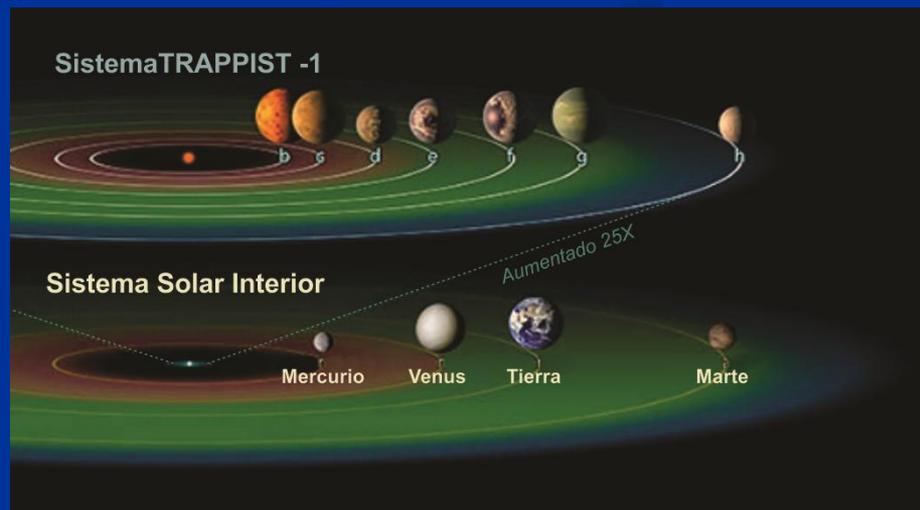
Distancia 1 AU = 1 m

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!**

