

TURISMO ASTRONÓMICO

CURSO DE ASTRONOMÍA

(NIVEL AVANZADO)

PARTICIPACIÓN CIUDADANA | JUVENTUD
AYUNTAMIENTO PRIEGO DE CÓRDOBA

PROGRAMA

- 1.- Exoplanetas
- 2.- Formación y evolución estelar
- 3.- Cosmología
- 4.- Manejo y observación con telescopios (práctica)
- 5.- Astrofotografía de gran campo y cielo profundo (práctica)



QR Inscripción

Sábado 10:00 - 13:30 h. (Teoría) y 18:00 - 22:00 h. (Práctica)

Domingo 10:00 h. - 11:30 h. (Teoría) / 12:00 - 13:30 (Obs. solar)
18:00 h. - 22:00 h. (Práctica)

Plazas limitadas. Inscripción gratuita.

Dr. Rafael Luque - Instituto de Astrofísica de Andalucía



Programación

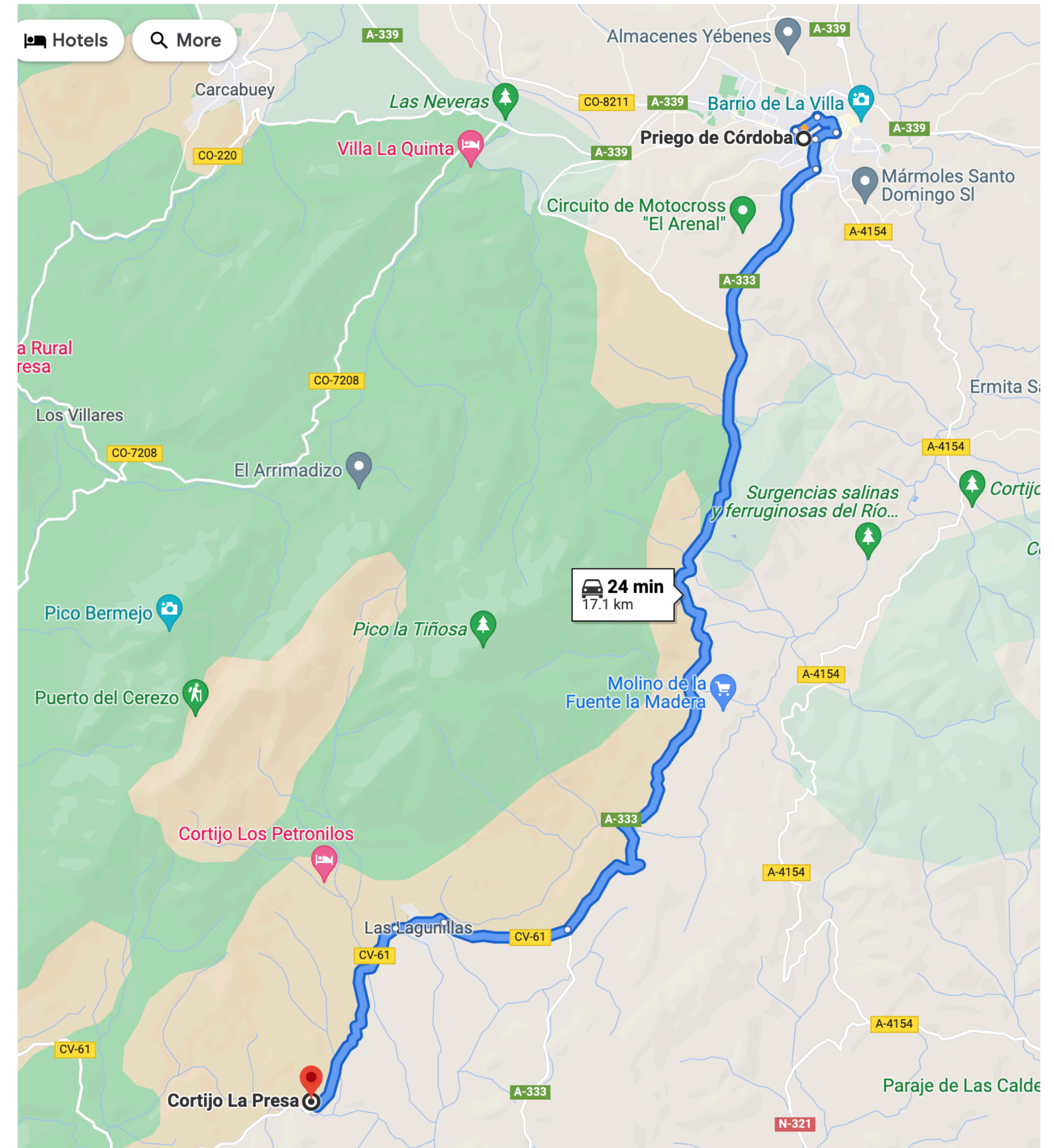
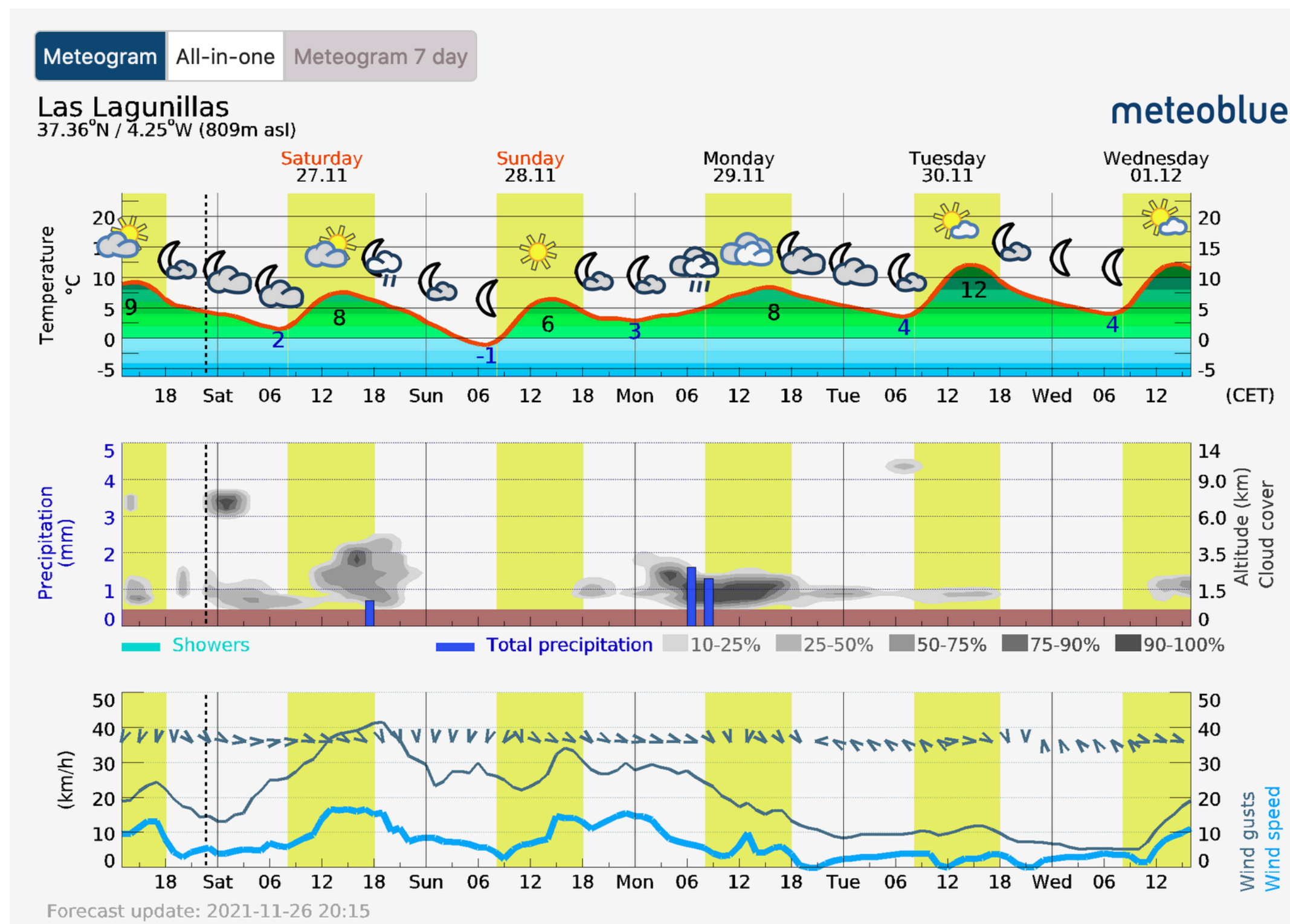
- ▶ Sábado, 27 de noviembre
 - ▶ S1: Exoplanetas (10:00 - 11:30)
 - ▶ S2: Formación y evolución estelar (12:00 - 13:30)
- ▶ Domingo, 28 de noviembre
 - ▶ S3: Cosmología (10:00 - 11:30)
- ▶ Sesiones prácticas
 - ▶ Observación nocturna: Sábado (18:00 - 22:00) y domingo (18:00 - 22:00)
 - ▶ Observación solar: Domingo (12:00 - 13:30)

Preparativos

- ▶ Observaciones nocturnas
 - ▶ ROPA DE ABRIGO (pero mucho abrigo, nunca sobran capas)
 - ▶ Luz blanca Y ROJA (hay apps para el teléfono o con papel celofán rojo en linterna normal)
 - ▶ Comida/bebida (aunque en el alojamiento se podrán comprar bocadillos y bebida)
 - ▶ Bonus: Termo con bebida caliente, silla plegable
 - ▶ **MÁS ROPA DE ABRIGO Y CALZADO APROPIADO**

Preparativos

- Observaciones nocturnas
 - **Cortijo La Presa:** Carretera Rute - Las Lagunillas Km . 4, 6, 14817 Las Lagunillas, Córdoba



INICIACIÓN A LA ASTRONOMÍA II

SESIÓN 1: Exoplanetas

Dr. Rafael Luque - Instituto de Astrofísica de Andalucía



Breve historia de los exoplanetas

- ▶ Los exoplanetas han sido históricamente un tema de discusión y especulación
- ▶ **Giordano Bruno**, filósofo italiano del s. XVI, opinaba que las estrellas fijas son similares al Sol y estarían acompañadas por sus propios planetas
- ▶ **Isaac Newton** también hablaba de esta posibilidad en su revolucionario *Principia Mathematica*
- ▶ Algunas alegaciones de detecciones se han hecho desde el s.XIX debido a anomalías observadas en algunas estrellas como 70 Ophiuchi o la estrella de Barnard

Breve historia de los exoplanetas

- ▶ El primer descubrimiento de un planeta orbitando una estrella “normal”, parecida al Sol, fue el de **51 Pegasi b**, por el grupo suizo formado por **Michel Mayor y Didier Queloz en 1995**

Breve historia de los exoplanetas

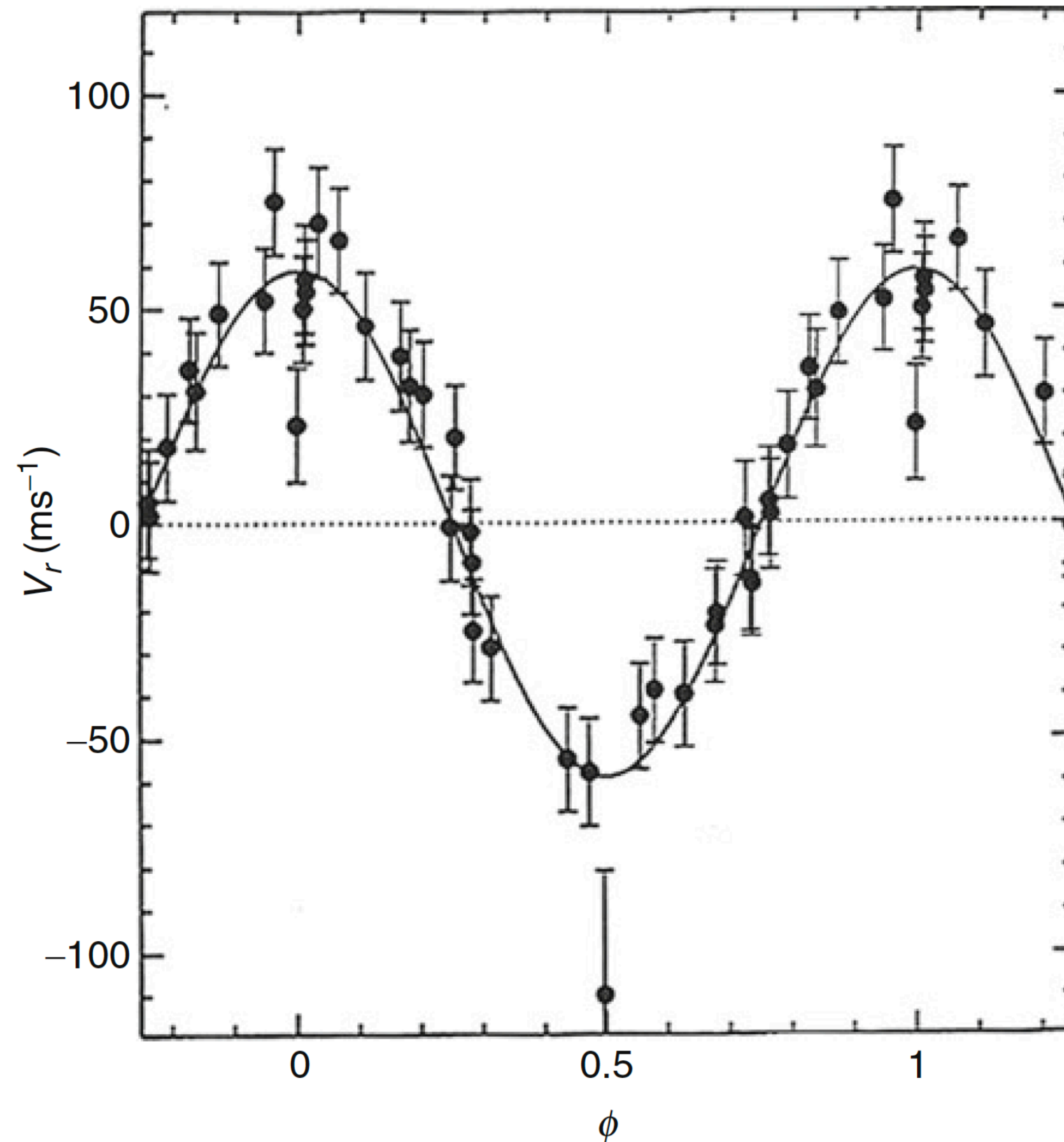
- El primer
parec
Miche



mal",
por

Breve historia de los exoplanetas

- El primer descubrimiento parecido al Sol, fue el de **Michel Mayor y Didier Queloz**



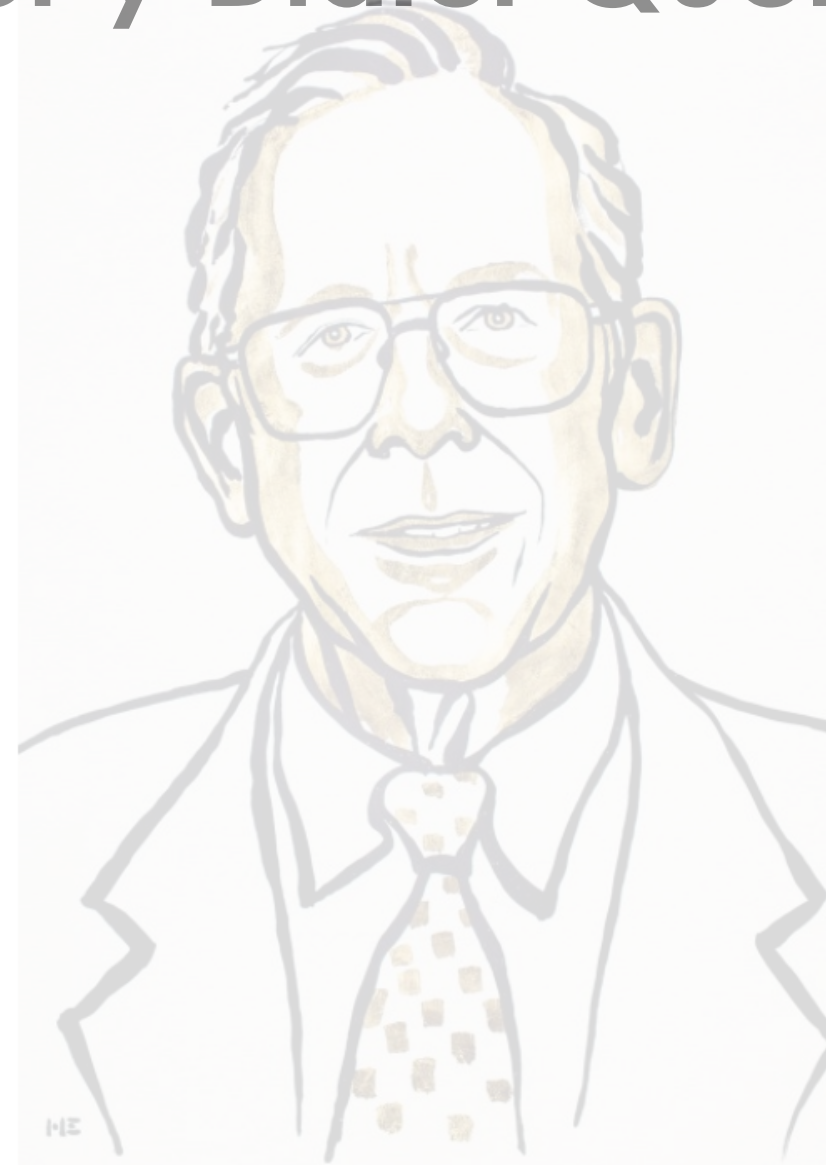
estrella “normal”,
formado por

Breve historia de los exoplanetas

► El primer candidato parecido **The Nobel Prize in Physics 2019**

“normal”,
do por

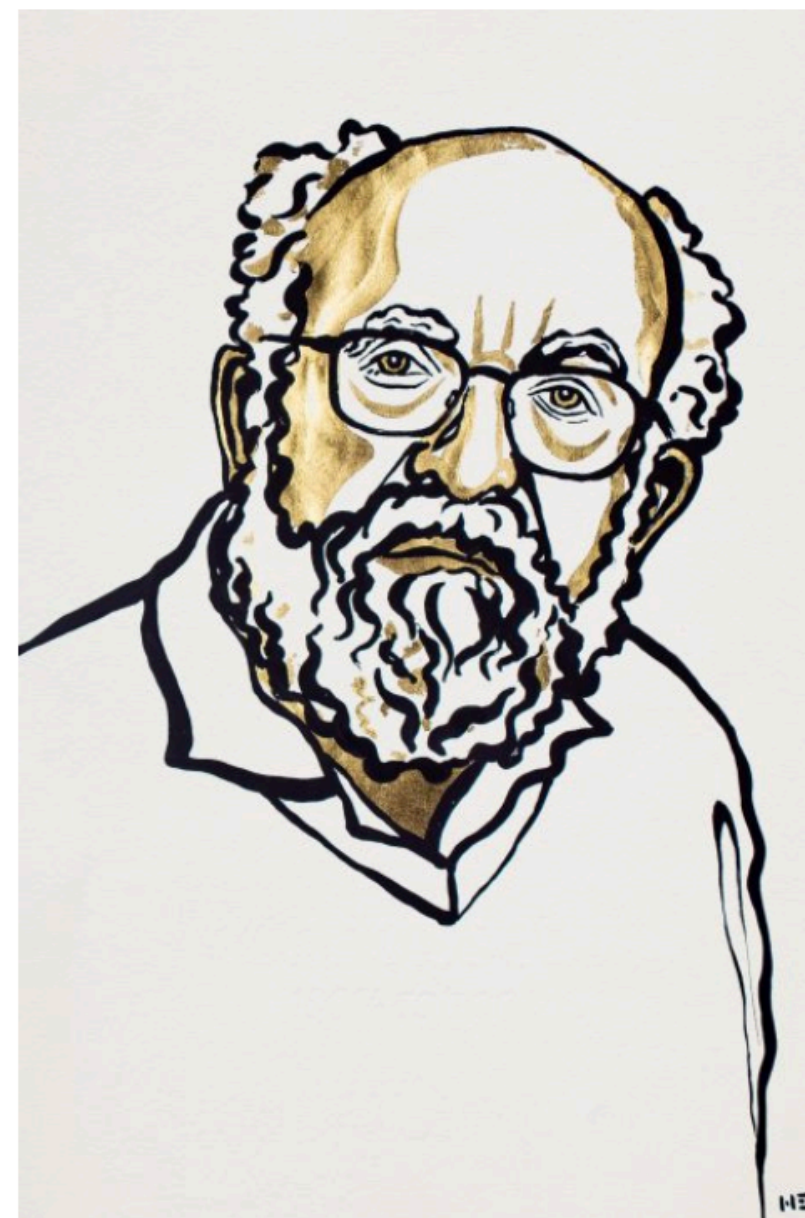
Michel Mayor y Didier Queloz el



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

James Peebles

Prize share: 1/2



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

Michel Mayor

Prize share: 1/4



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

Didier Queloz

Prize share: 1/4

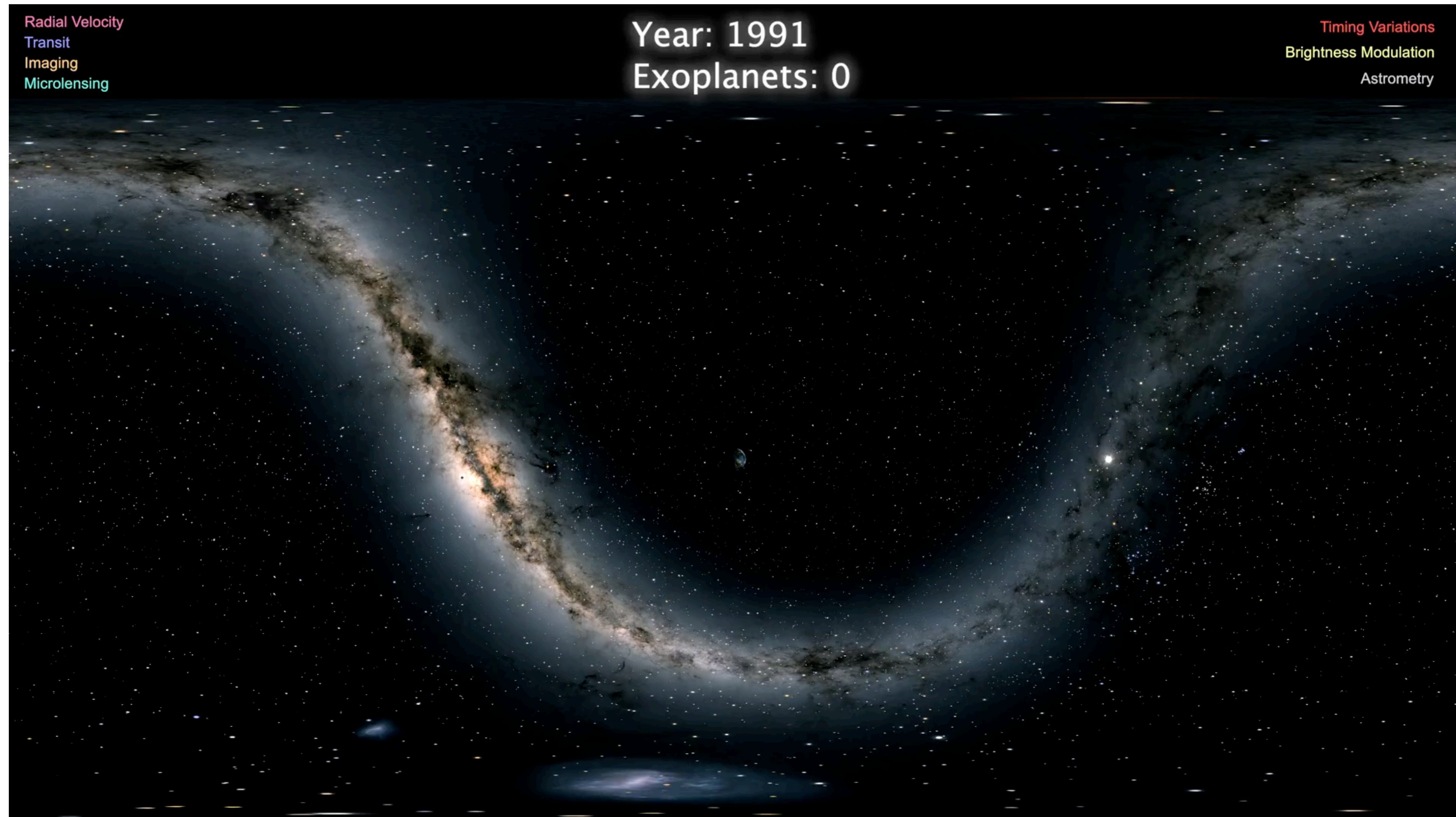
Breve historia de los exoplanetas

- ▶ El primer descubrimiento de un planeta orbitando una estrella “normal”, parecida al Sol, fue el de **51 Pegasi b**, por el grupo suizo formado por **Michel Mayor y Didier Queloz en 1995**
- ▶ Desde 1995 hasta el día de hoy se han descubierto alrededor de **????** planetas fuera de nuestro Sistema Solar

Breve historia de los exoplanetas

- ▶ El primer descubrimiento de un planeta orbitando una estrella “normal”, parecida al Sol, fue el de **51 Pegasi b**, por el grupo suizo formado por **Michel Mayor y Didier Queloz en 1995**
- ▶ Desde 1995 hasta el día de hoy se han descubierto alrededor de **4500** planetas fuera de nuestro Sistema Solar

Breve historia de los exoplanetas

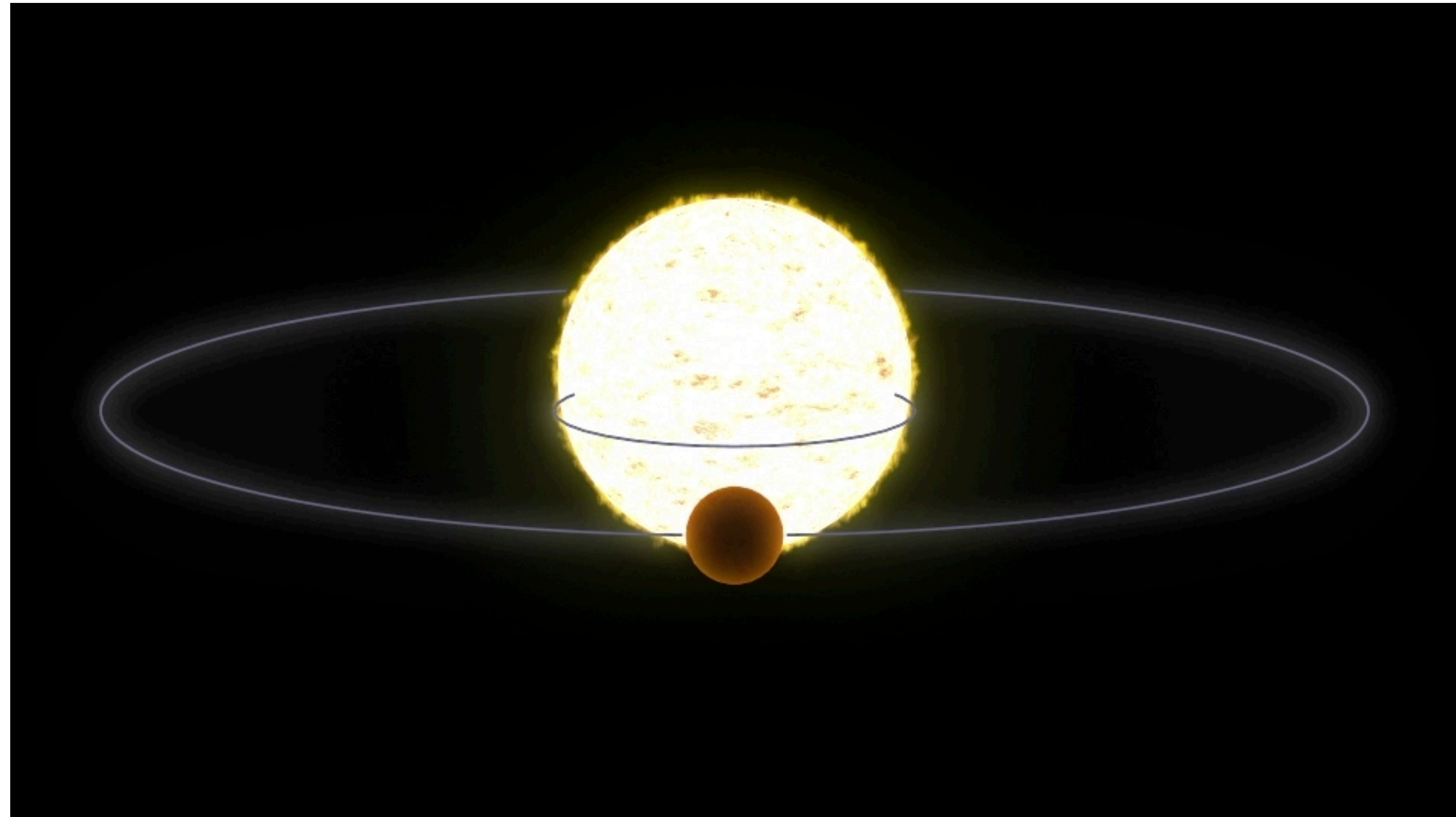


Técnicas de caza

- ▶ Velocidades radiales
- ▶ Tránsitos
- ▶ Astrometría
- ▶ Microlentes gravitacionales
- ▶ Imagen directa
- ▶ Y algunos más...

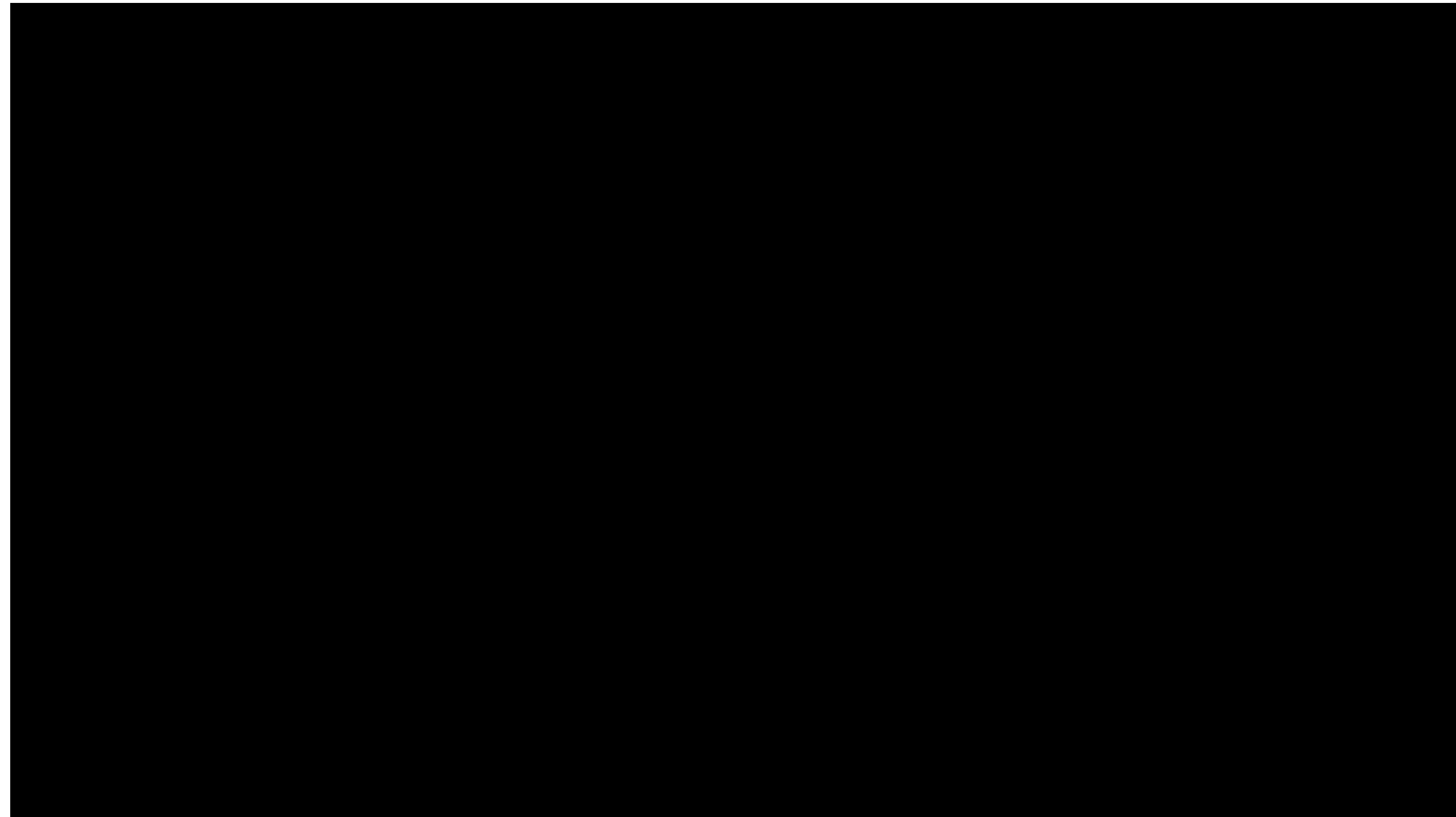
Técnicas de caza

- ▶ Velocidades radiales
- ▶ Tránsitos
- ▶ Astrometría
- ▶ Microlentes gravitacionales
- ▶ Imagen directa
- ▶ Y algunos más...



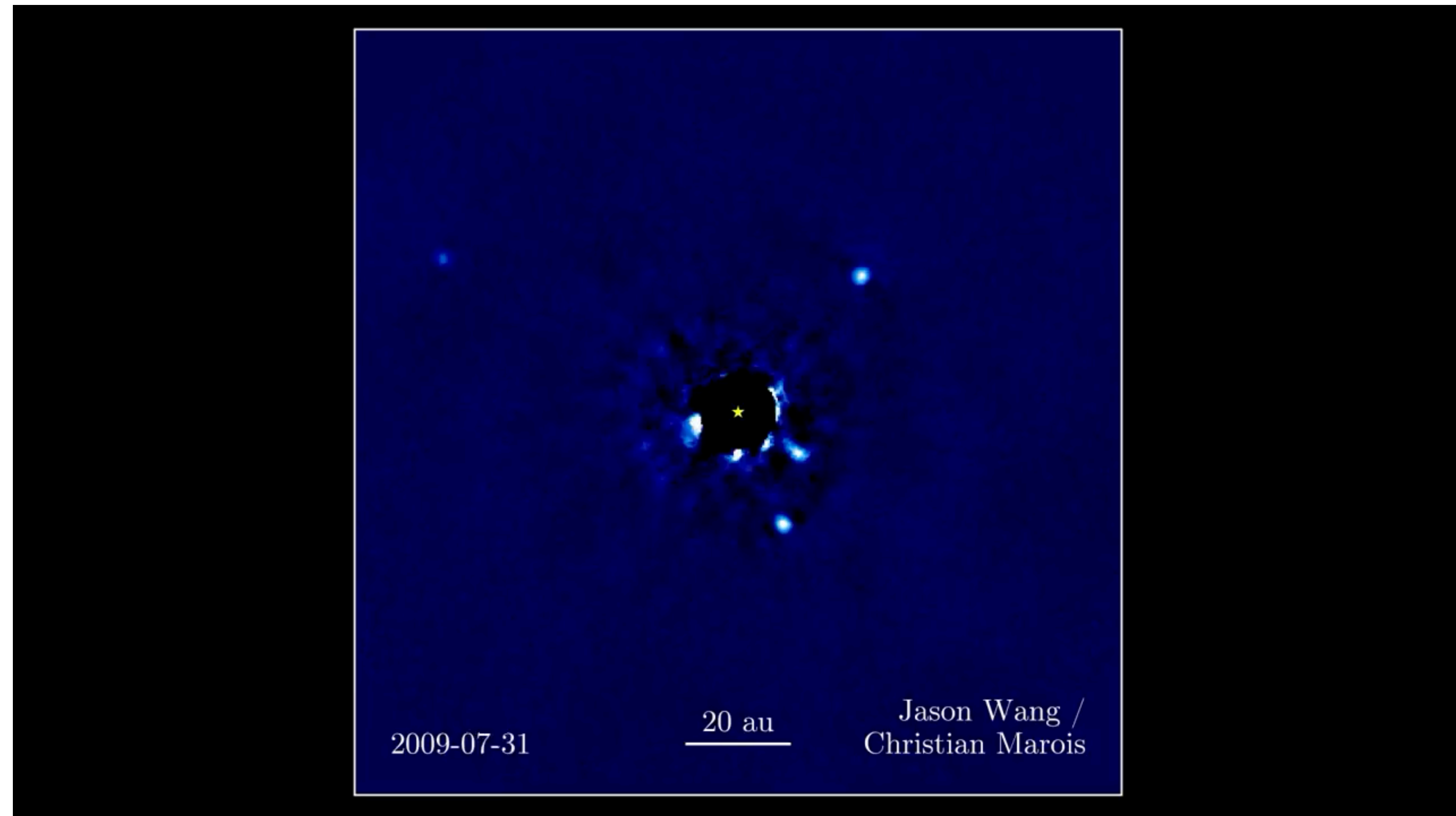
Técnicas de caza

- ▶ Velocidades radiales
- ▶ Tránsitos
- ▶ Astrometría
- ▶ Microlentes gravitacionales
- ▶ Imagen directa
- ▶ Y algunos más...



Técnicas de caza

- ▶ Velocidades radiales
- ▶ Tránsitos
- ▶ Astrometría
- ▶ Microlentes gravitacionales
- ▶ Imagen directa
- ▶ Y algunos más...



Técnicas de caza

► Velocidades radiales

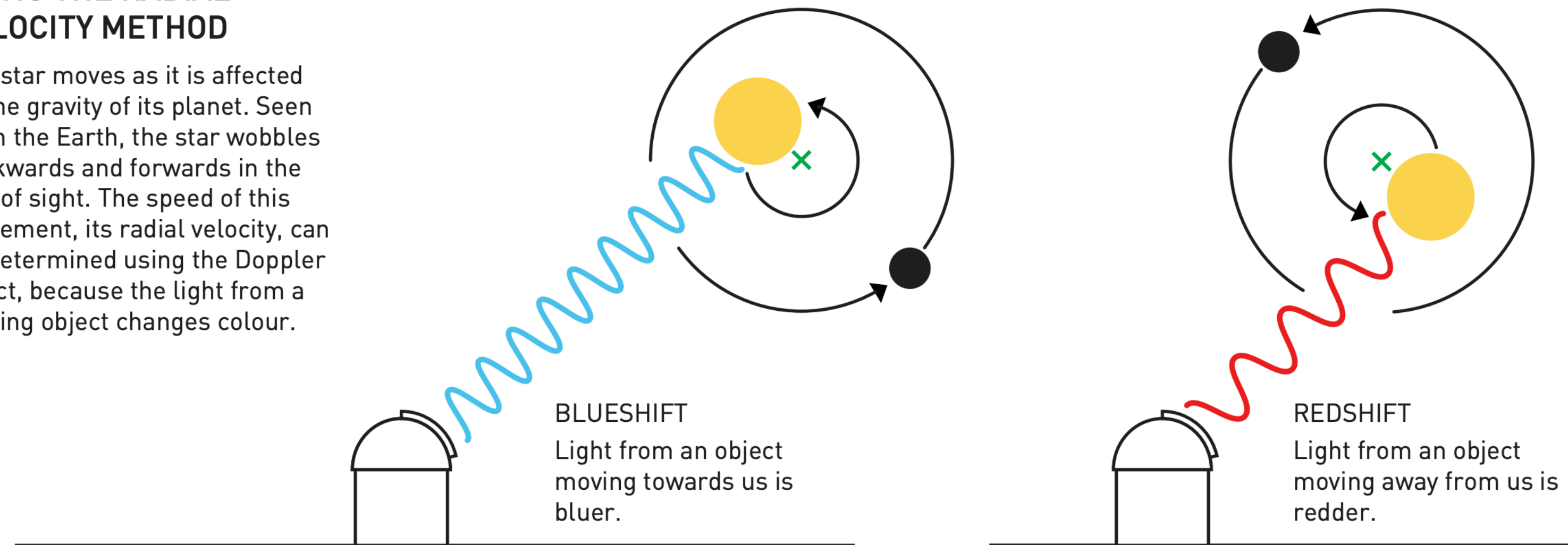


Velocidades radiales

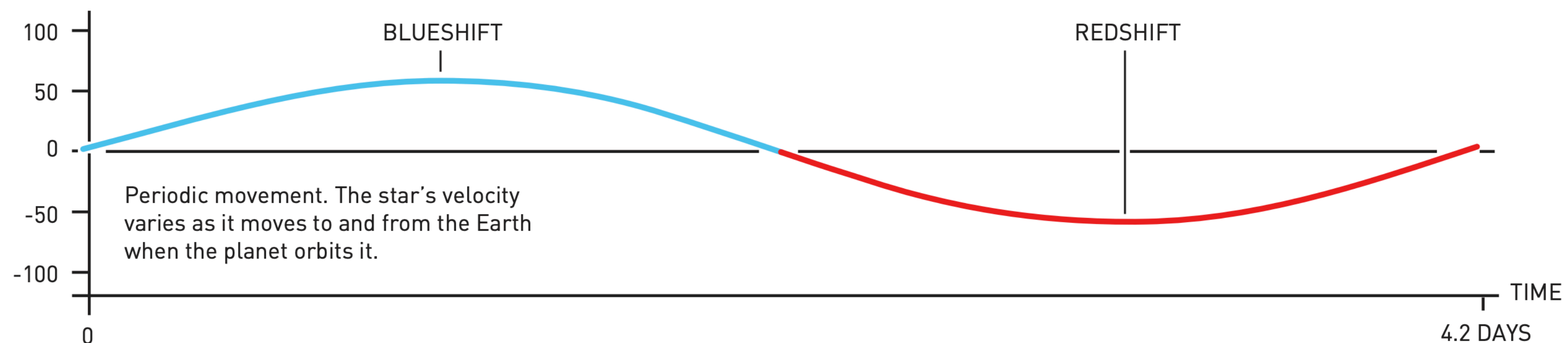
FINDING PLANETS USING THE RADIAL VELOCITY METHOD

The star moves as it is affected by the gravity of its planet. Seen from the Earth, the star wobbles backwards and forwards in the line of sight. The speed of this movement, its radial velocity, can be determined using the Doppler effect, because the light from a moving object changes colour.

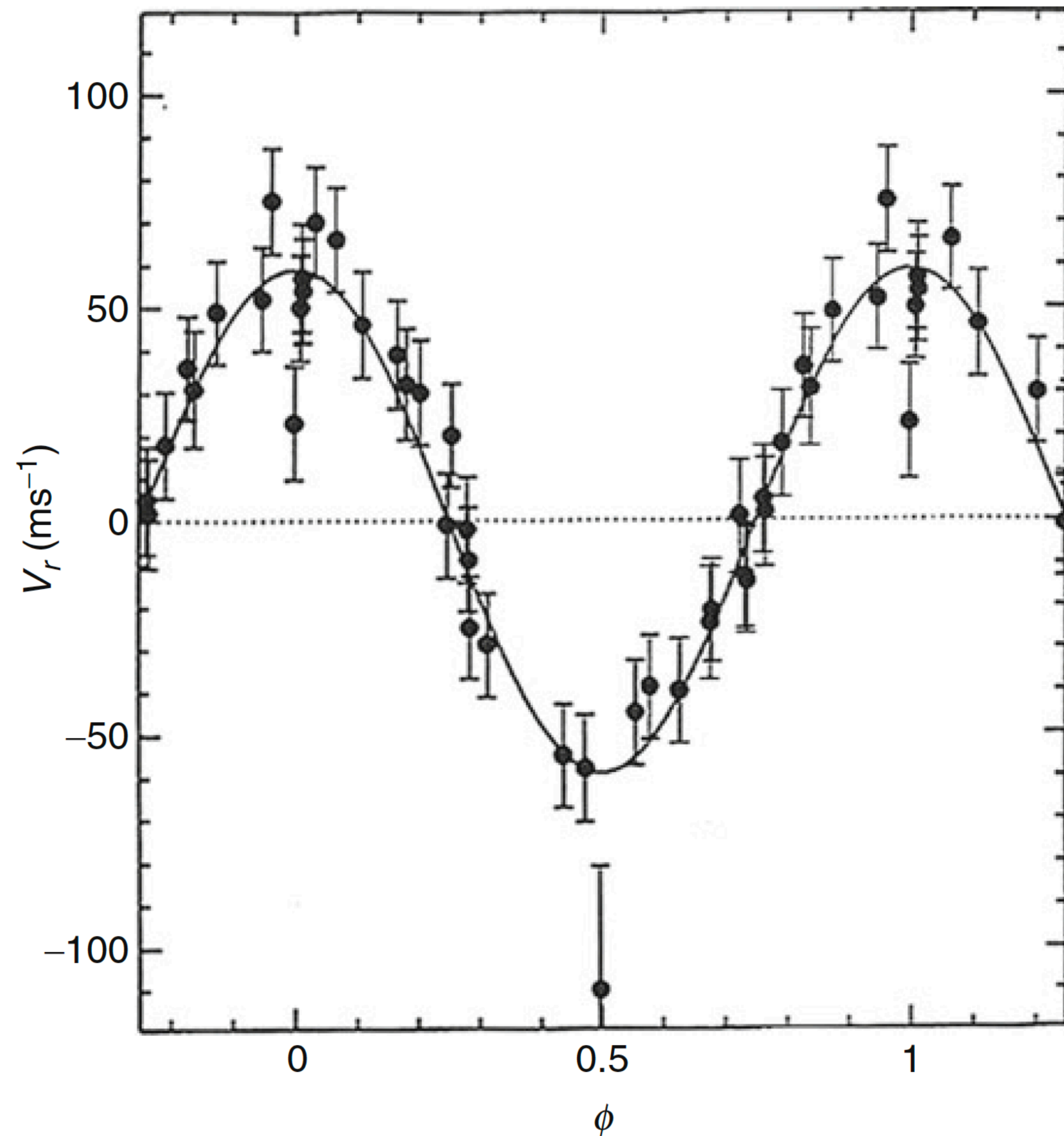
● STAR ● EXOPLANET ✕ CENTRE OF MASS



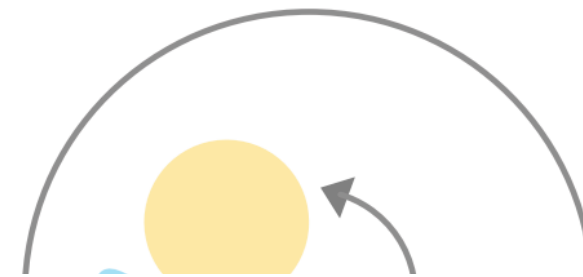
THE STAR'S VELOCITY TOWARDS THE EARTH (M/S)



Velocidades radiales



● EXOPLANET ✕ CENTRE OF MASS

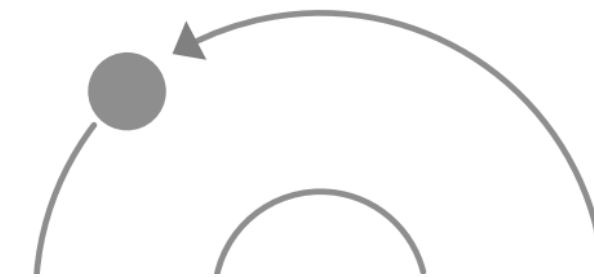


Masa como **Júpiter**, periodo orbital de **1 día**, señal de **200 m/s**

Masa como **Júpiter**, periodo orbital de **1 año**, señal de **28 m/s**

Masa como la **Tierra**, periodo orbital de **1 día**, señal de **0.6 m/s**

Masa como la **Tierra**, periodo orbital de **1 año**, señal de **0.08 m/s**



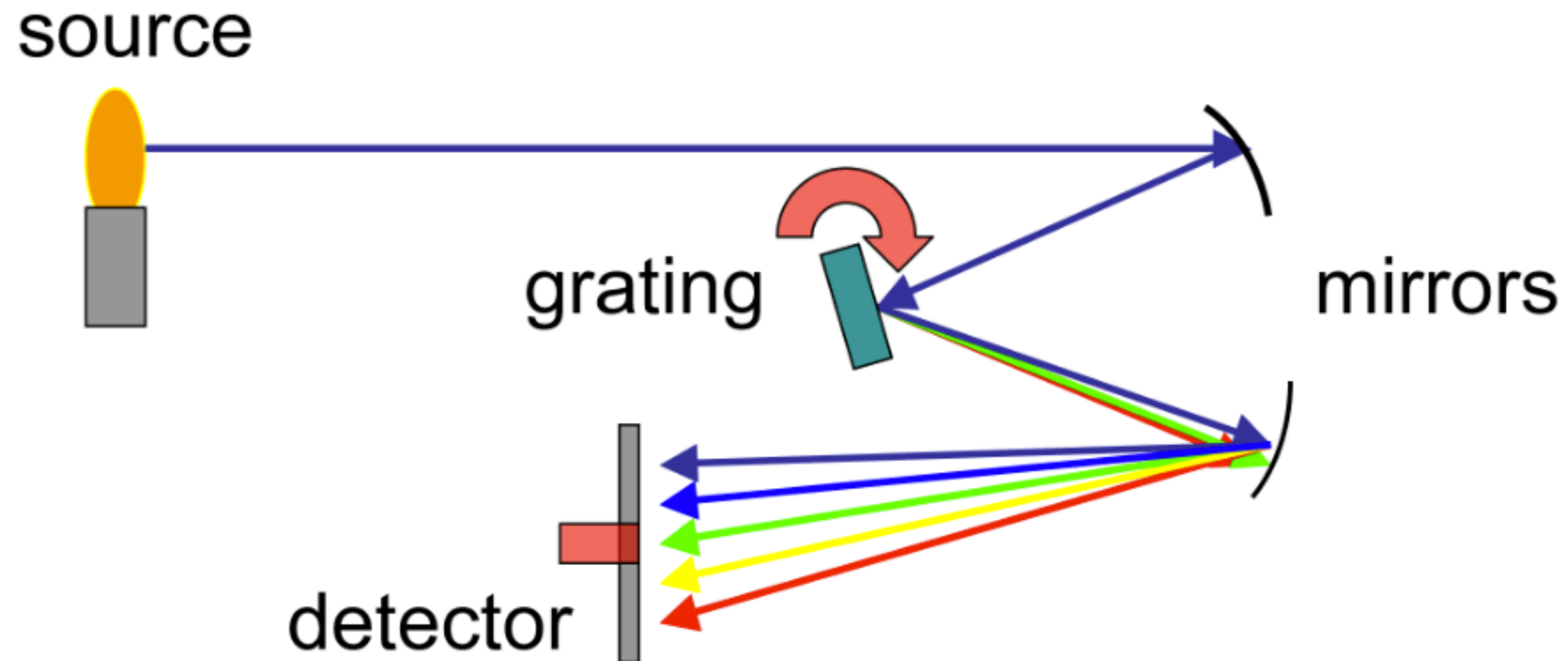
redder.

$$K \approx \left(\frac{2\pi G}{P M_*^2} \right)^{\frac{1}{3}} \frac{M_{\text{planet}} \sin i}{\sqrt{1 - e^2}}$$

4.2 DAYS

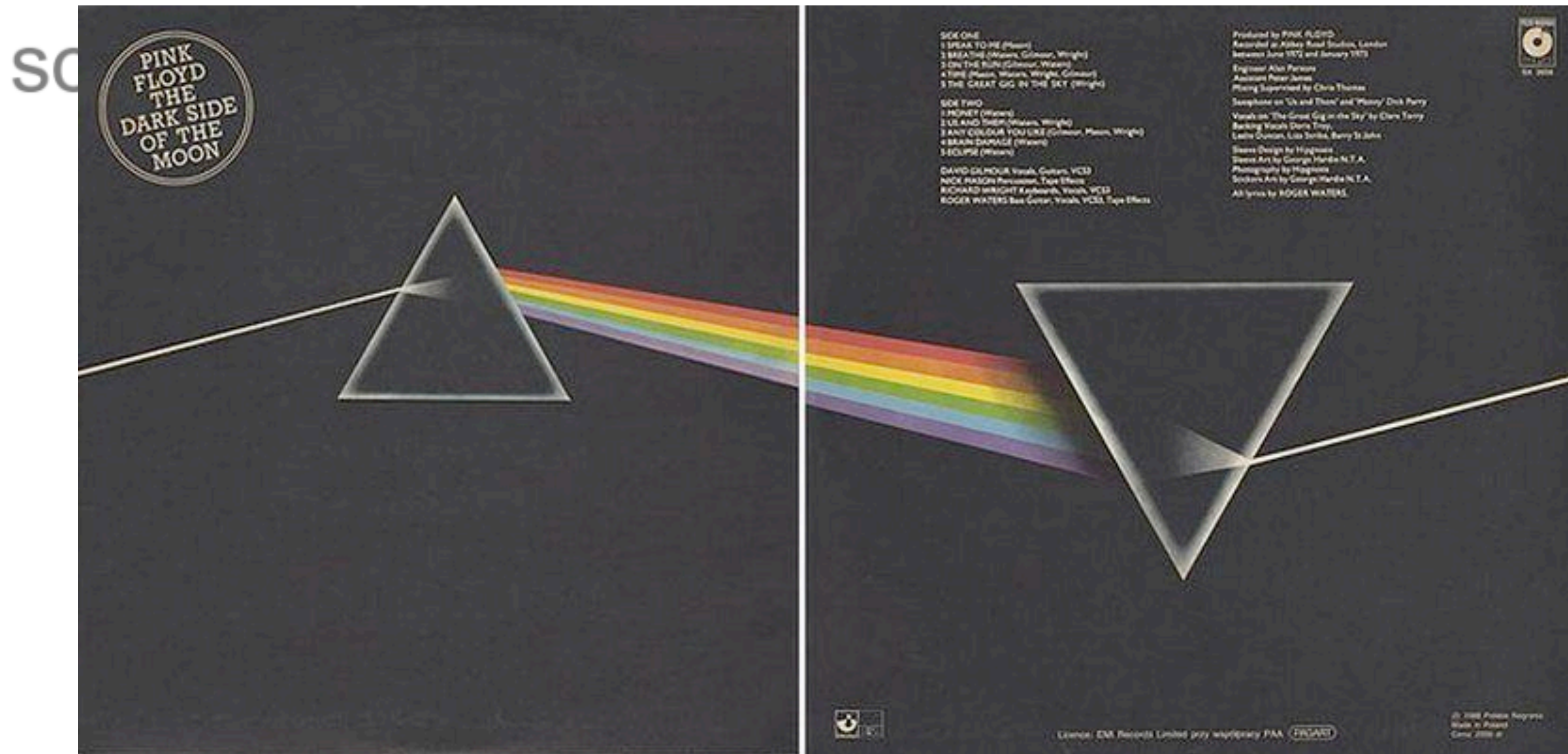
Velocidades radiales

- ¿Qué arma elegir? **Espectrógrafos de alta resolución**

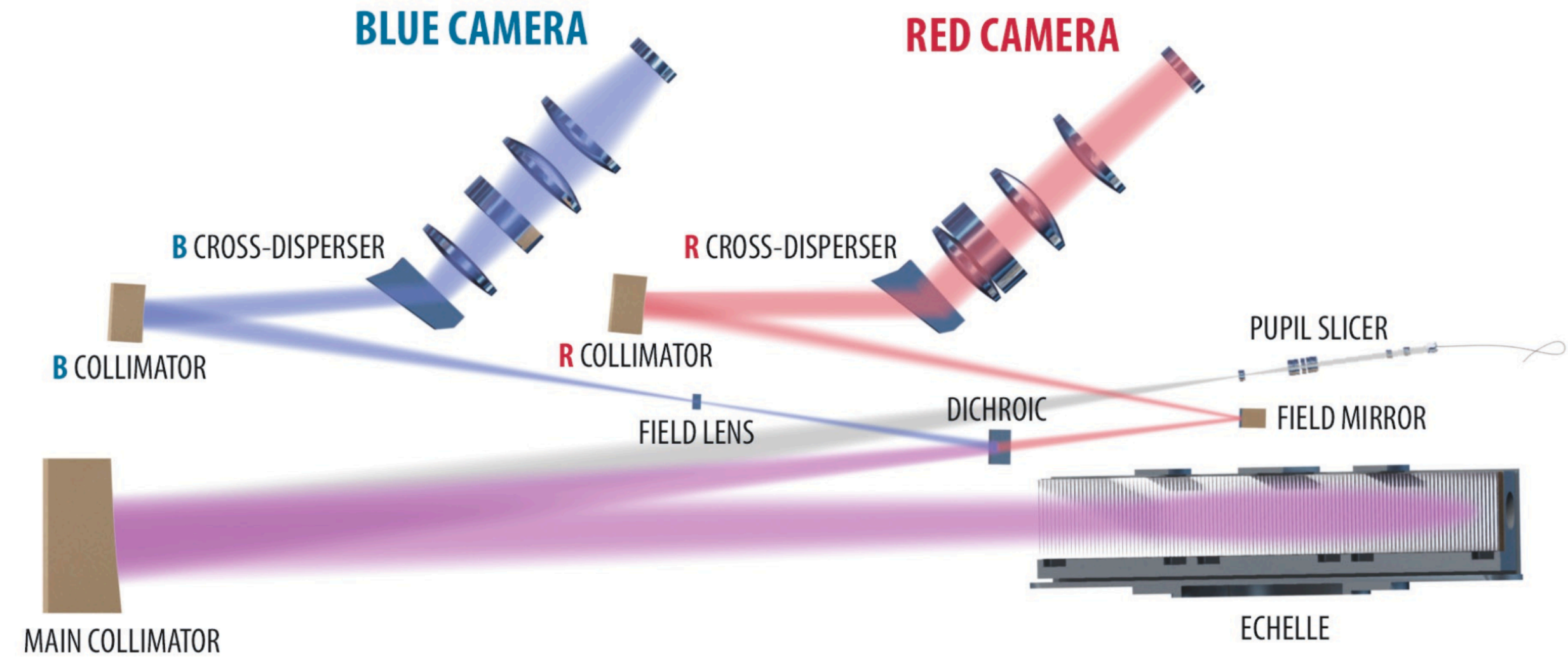
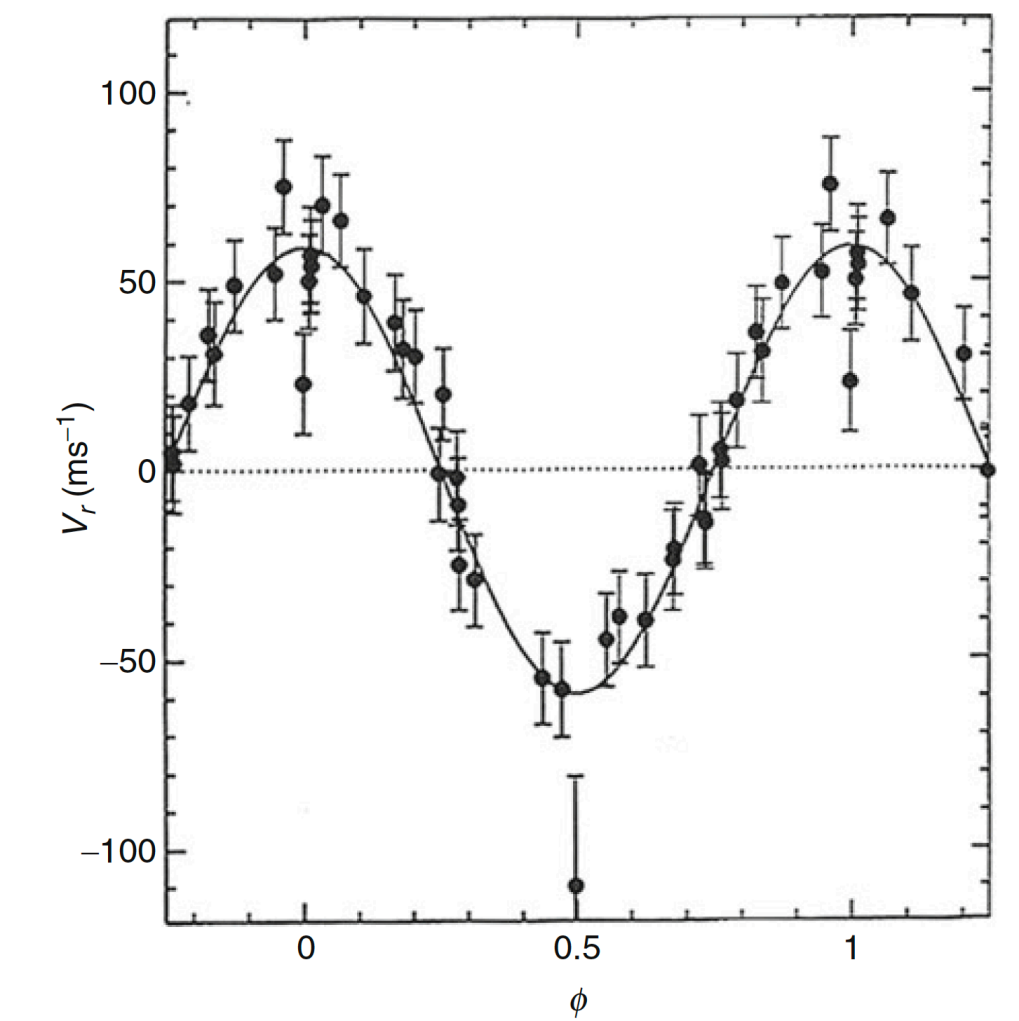
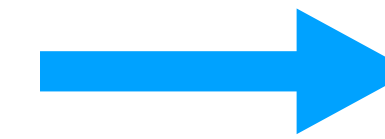
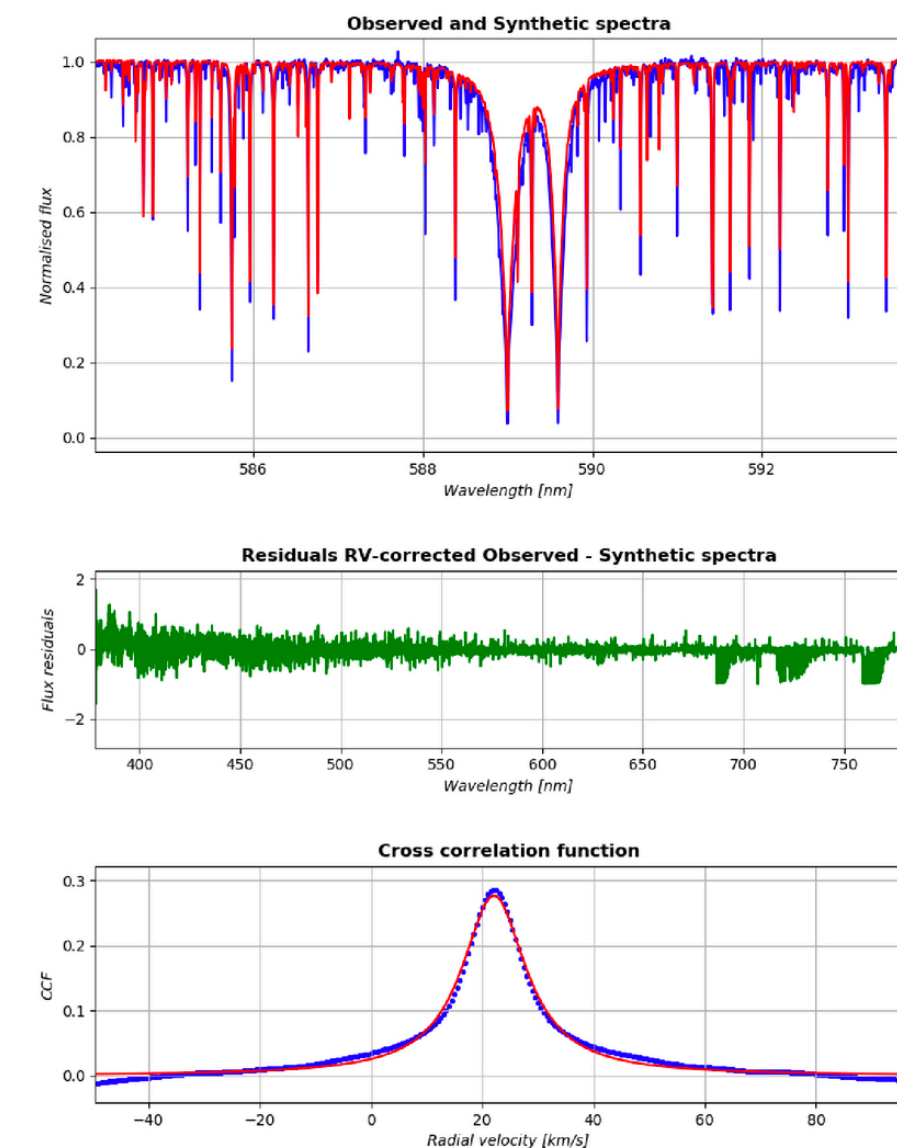
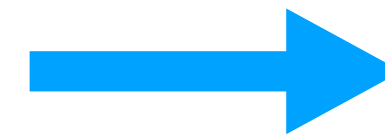
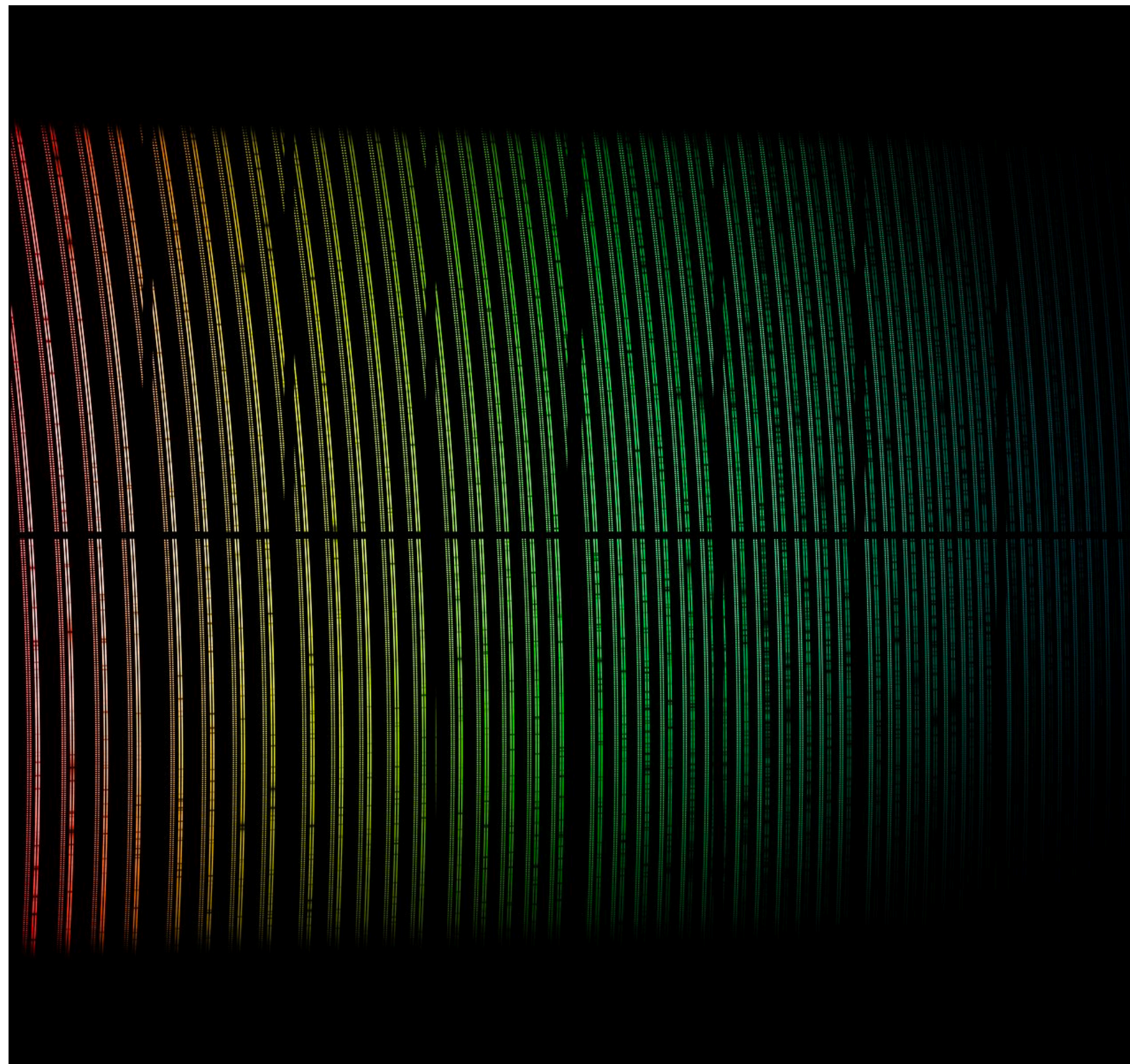


Velocidades radiales

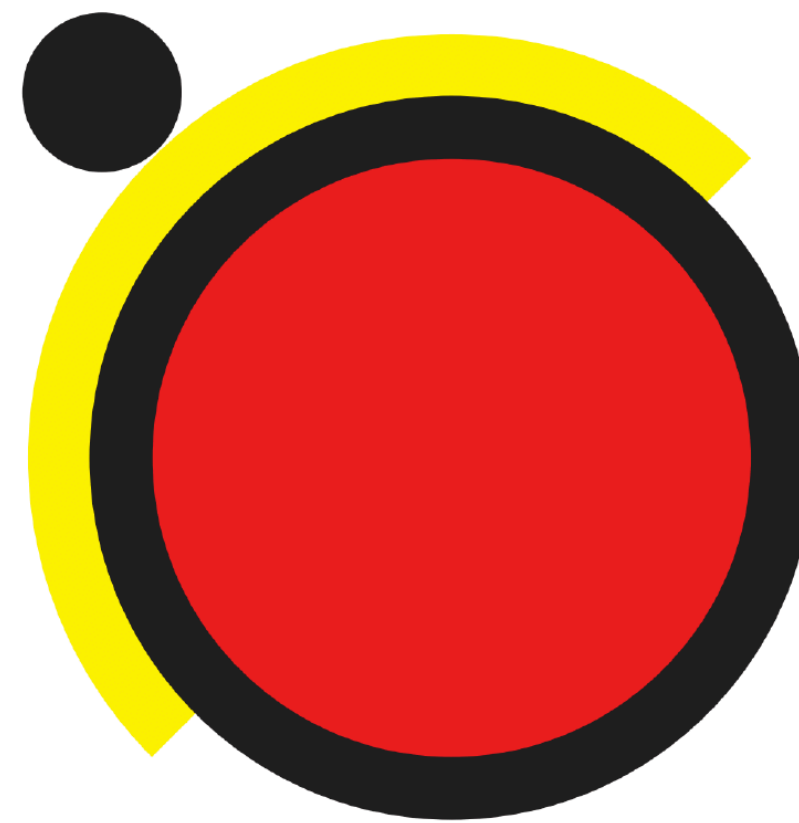
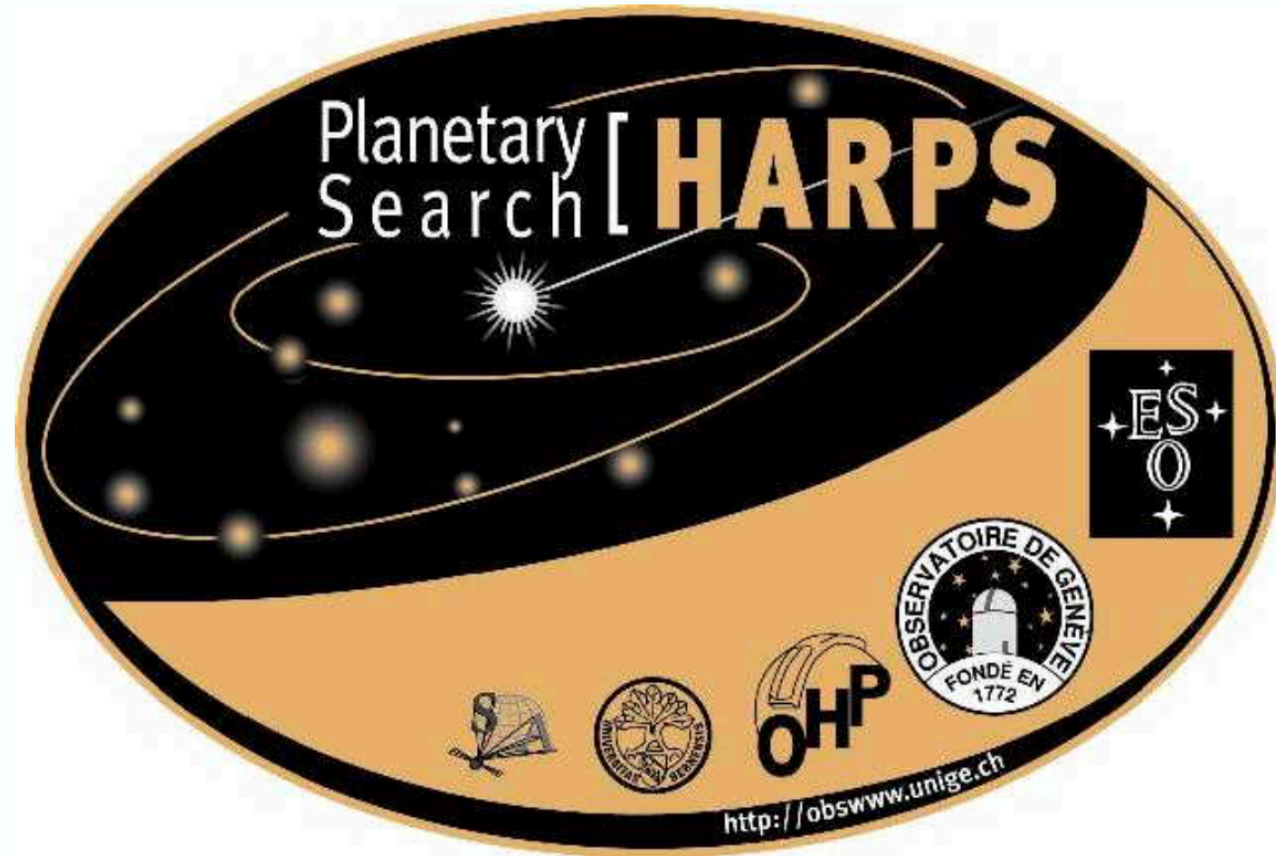
- ¿Qué arma elegir? **Espectrógrafos de alta resolución**



Velocidades radiales



Velocidades radiales

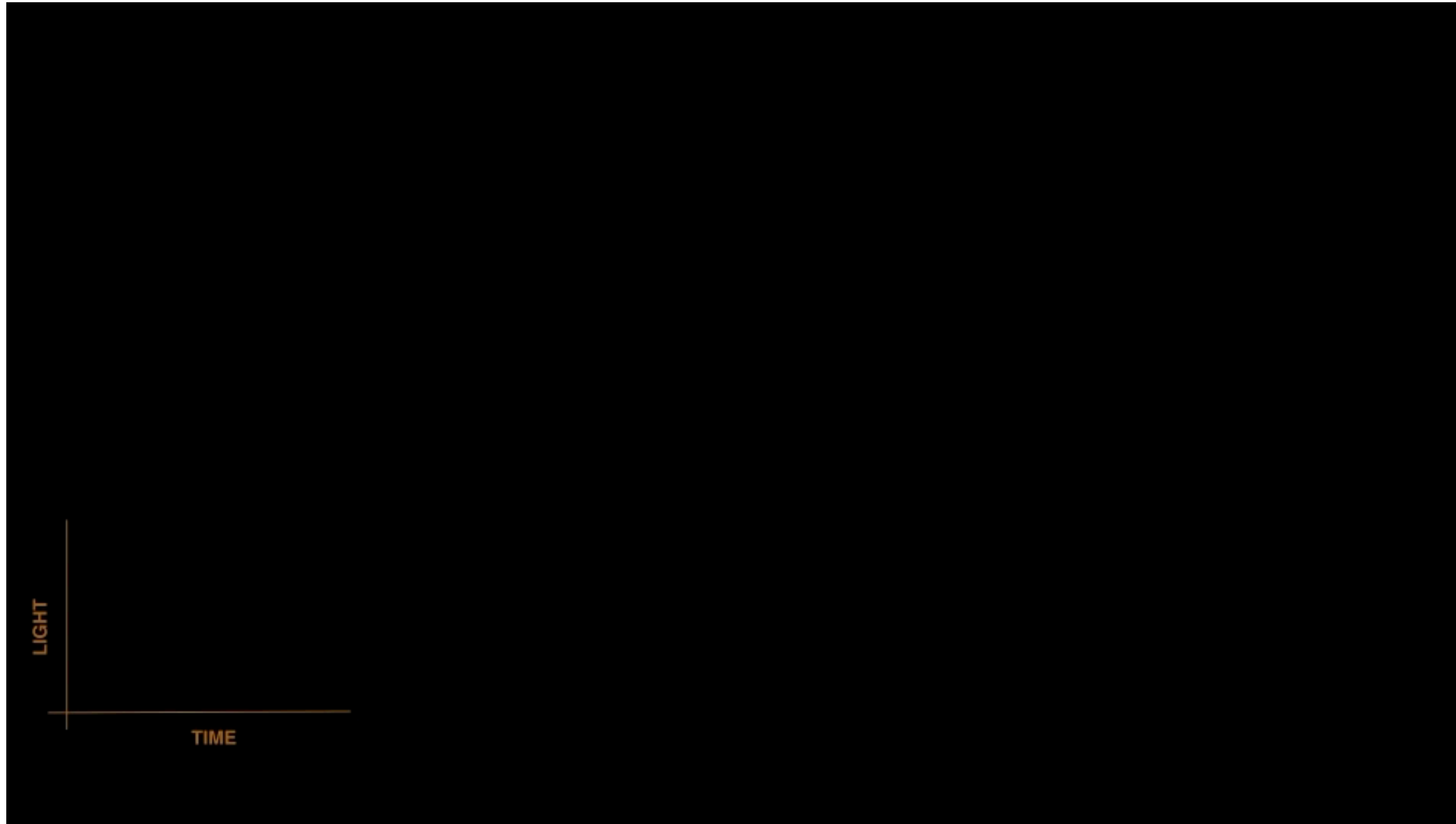


carmenes



Técnicas de caza

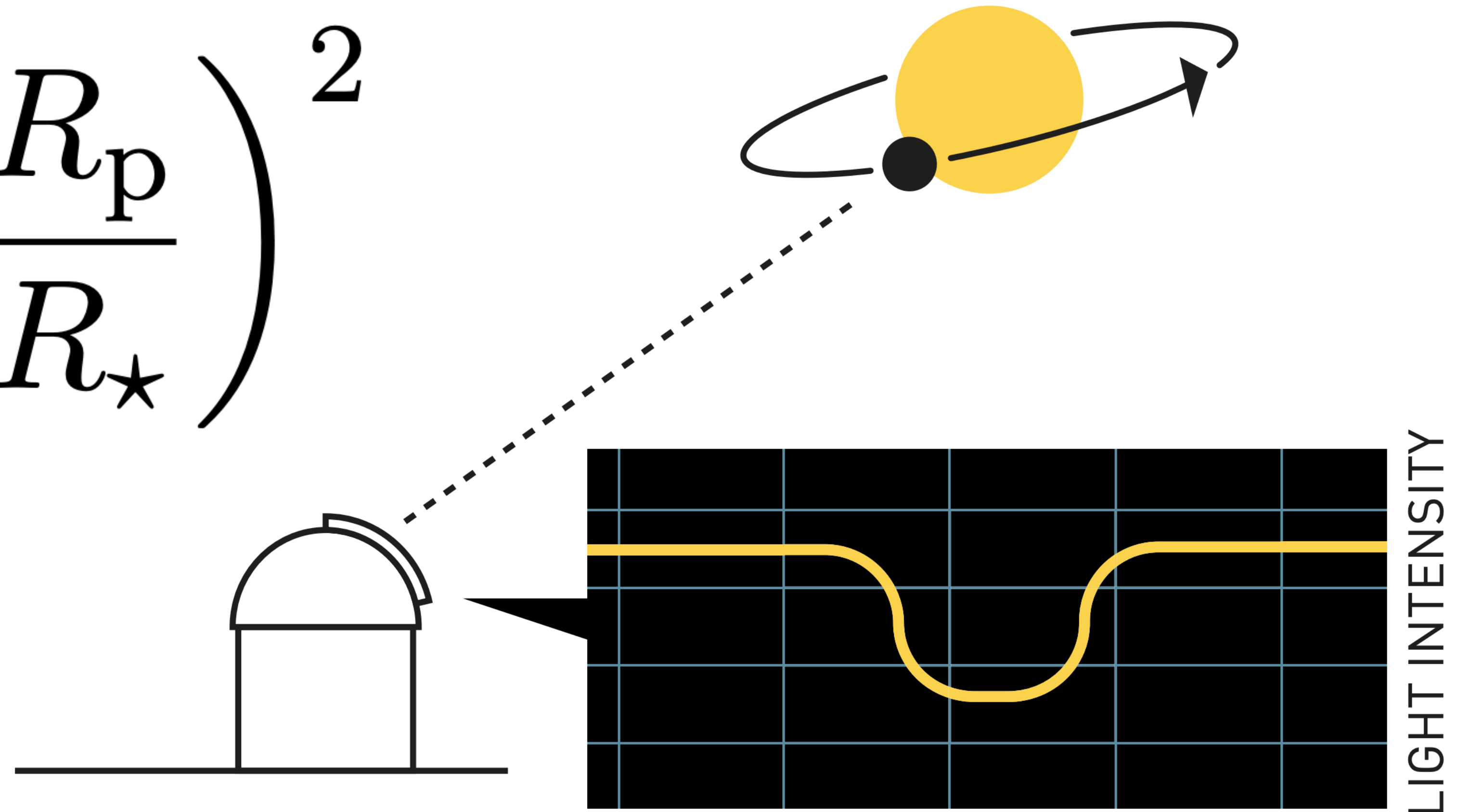
► Tránsito



Técnicas de caza

► Tránsito

$$\delta = \left(\frac{R_p}{R_\star} \right)^2$$



Técnicas de caza

- ¿Qué arma elegir? Simplemente, **una cámara**

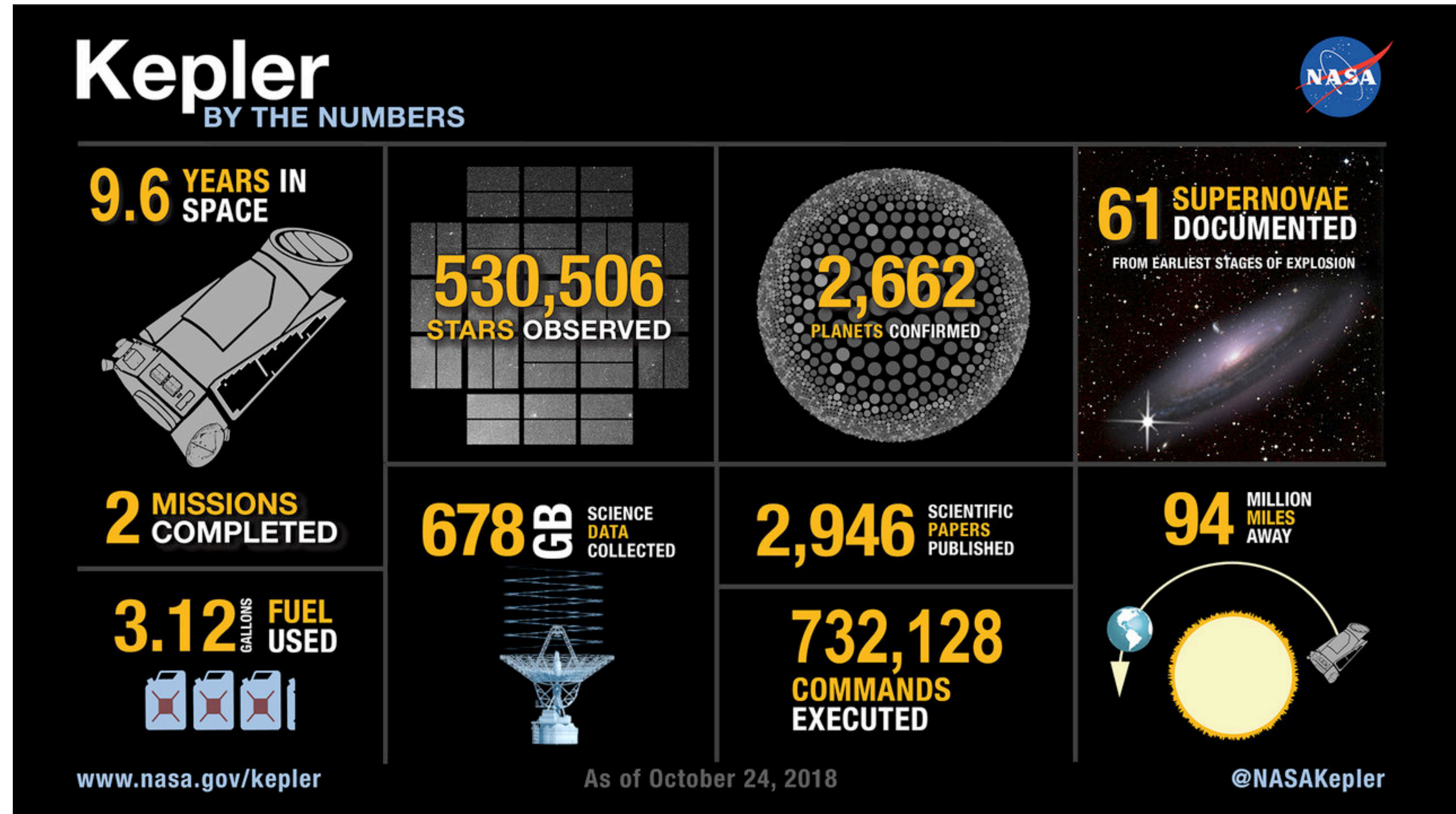
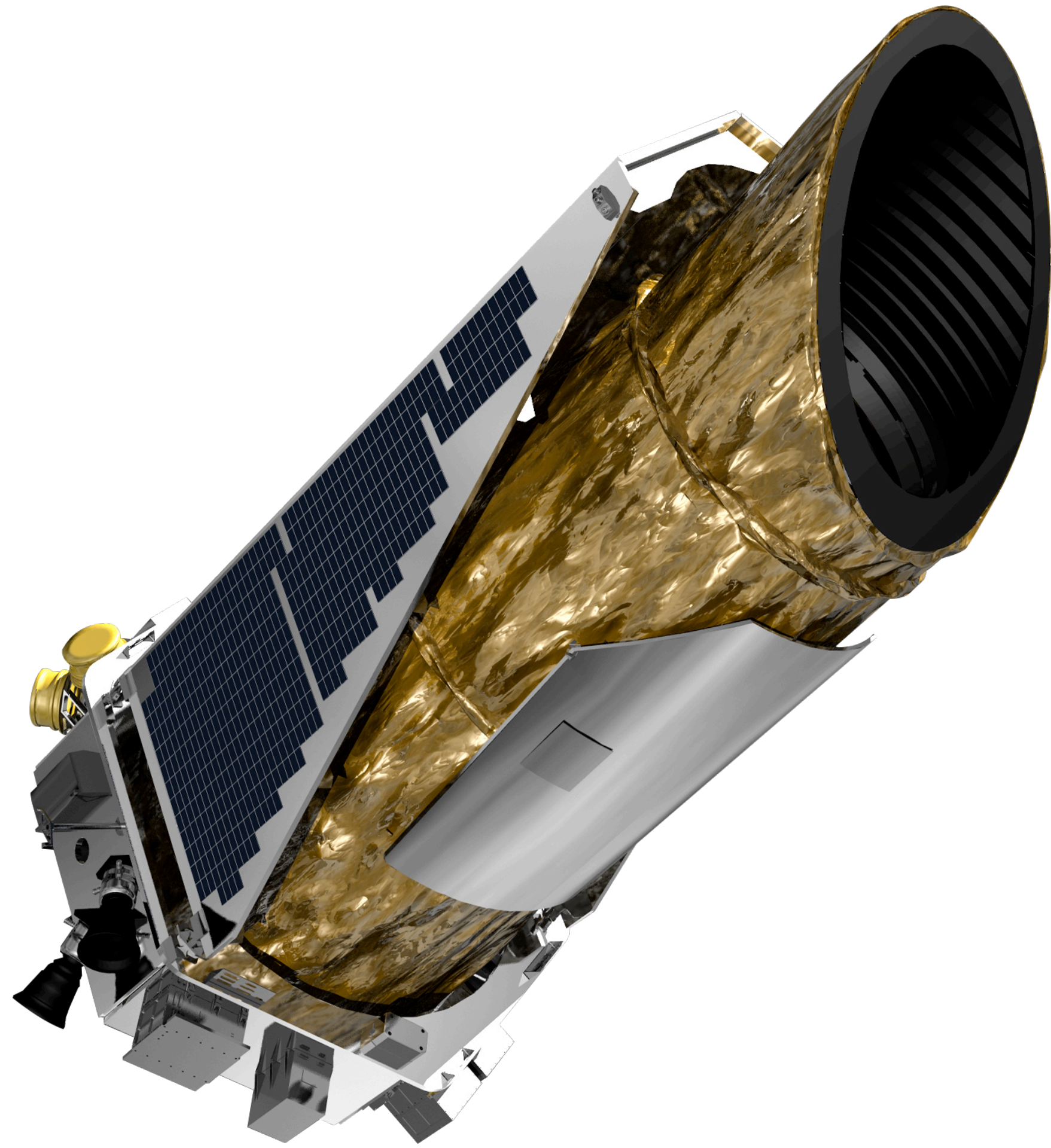


Técnicas de caza

► Método del tránsito

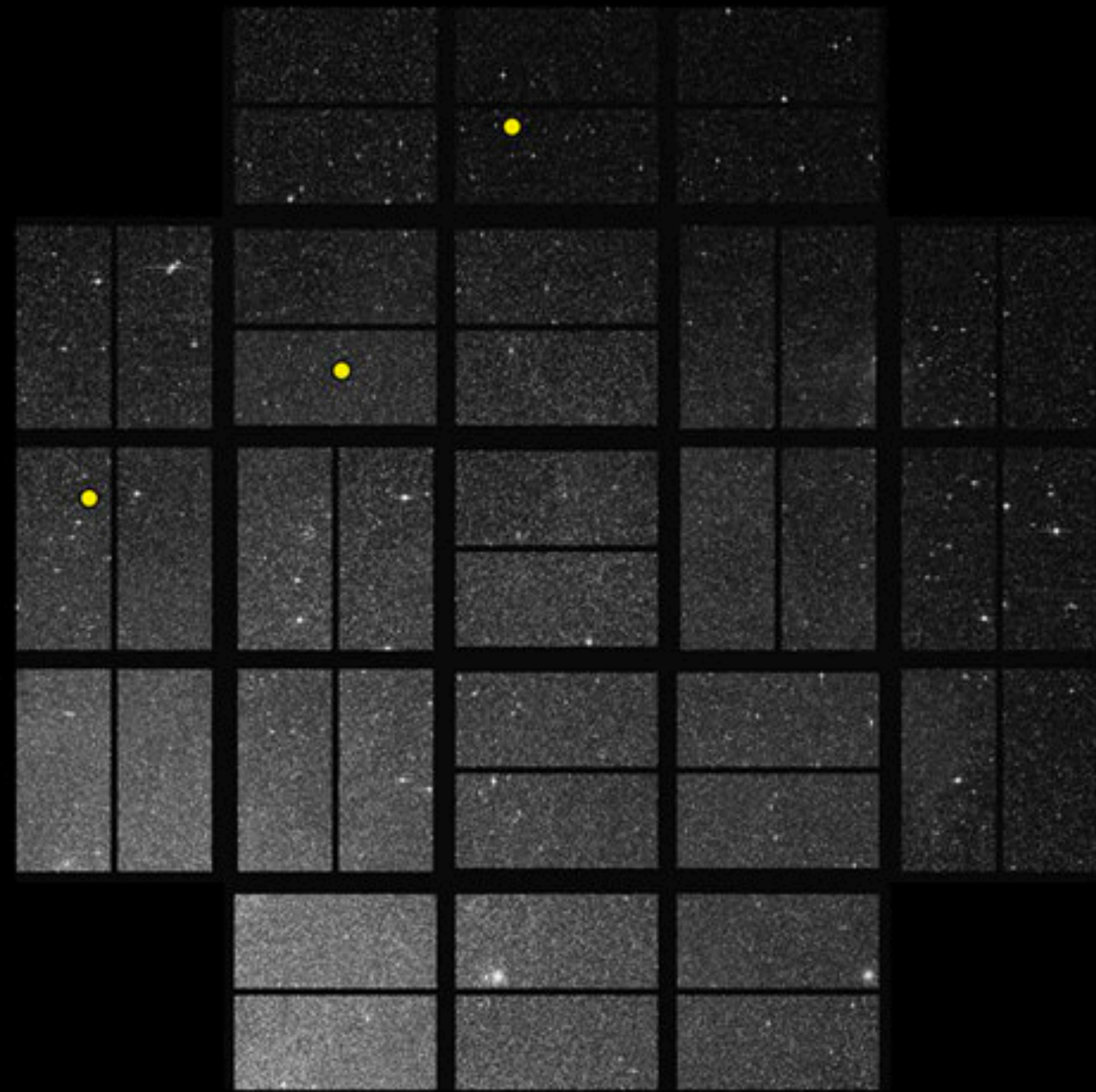
- ☑ Perfecto para encontrar **planetas con periodos cortos**
- ☑ Perfecto para **medir el tamaño** de los planetas con mucha precisión
- ☑ Perfecto para **observar muchas estrellas** al mismo tiempo
- ☐ Sólo detecta planetas alineados con la estrella desde nuestro punto de vista
- ☐ No puede medir la masa de los planetas
- ☐ A veces no puede distinguir si el objeto que bloquea la luz de la estrella es un planeta o una estrella pequeña

The GOAT: la misión Kepler



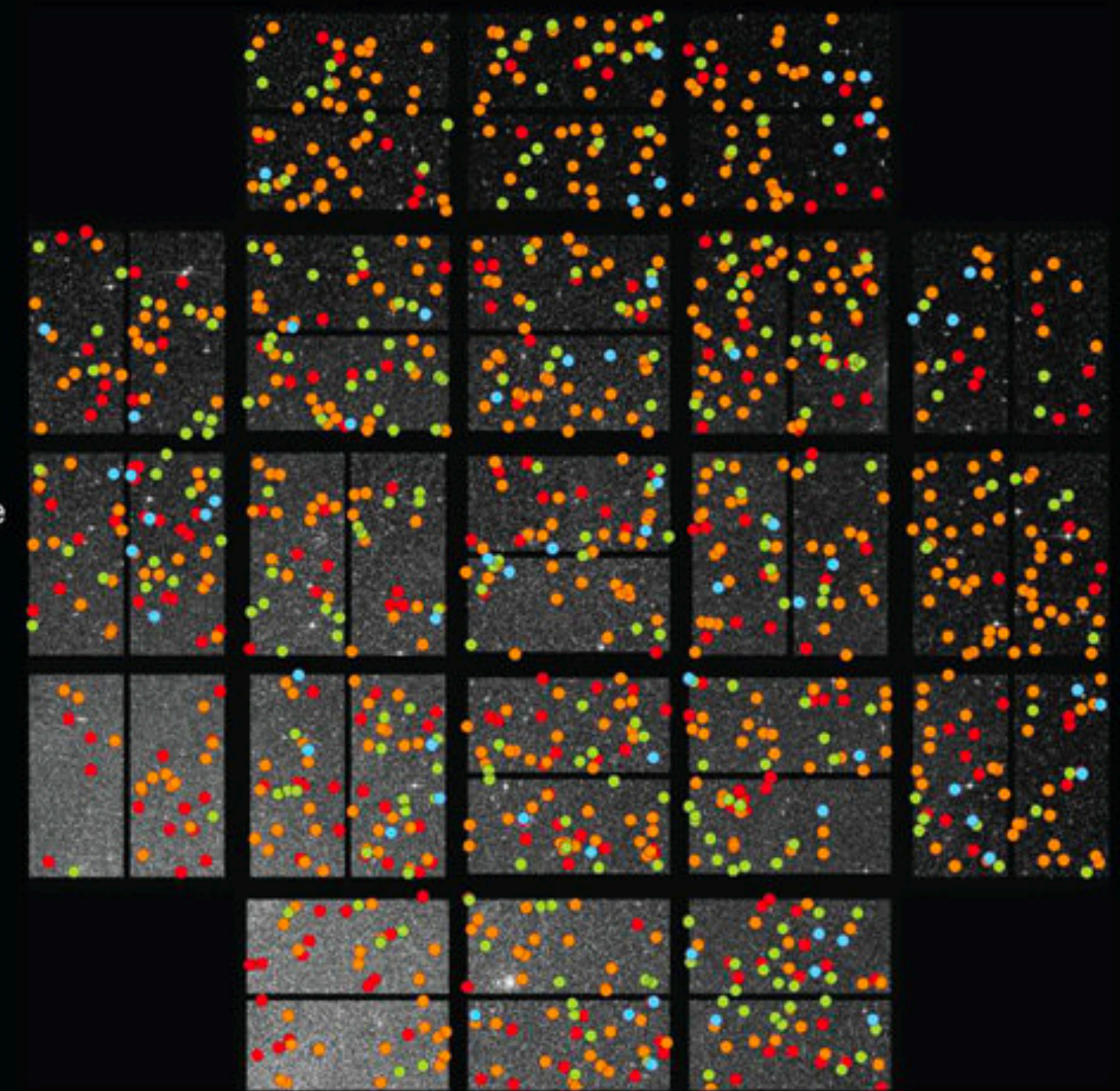
The GOAT: la misión Kepler

Pre-Kepler Planets in the Field of View

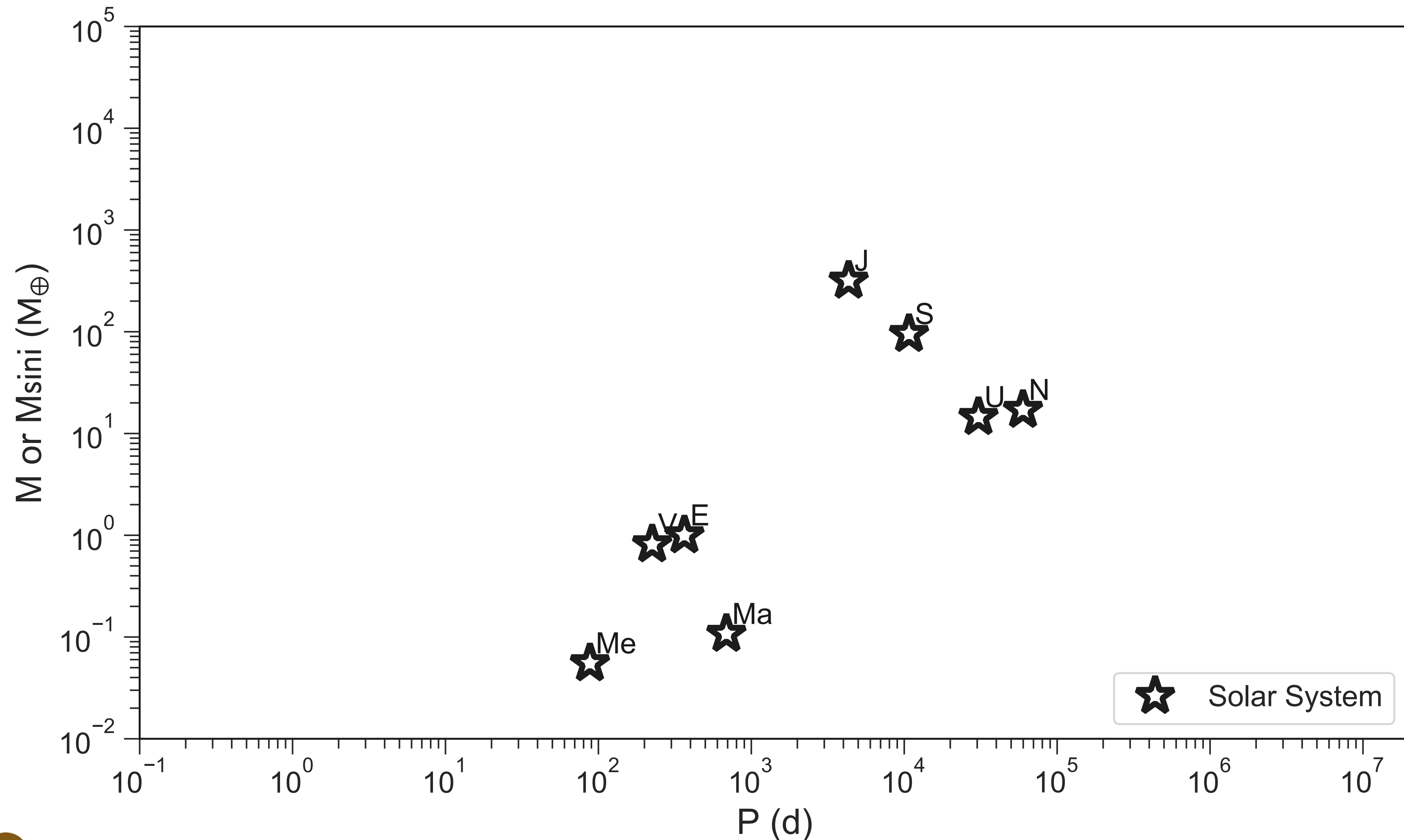


Locations of Kepler Planet Candidates

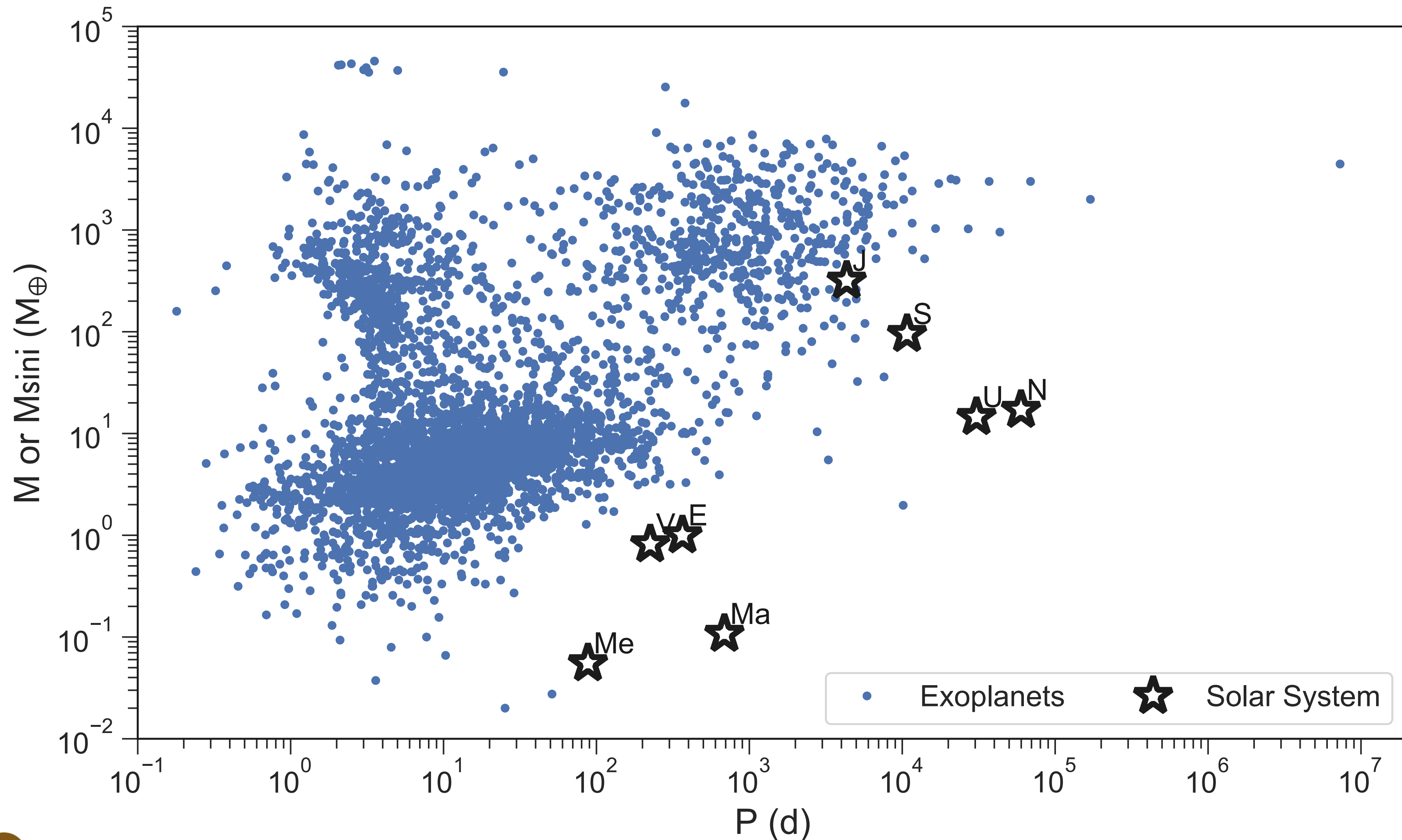
- Earth-size
- Super-Earth size
1.25 - 2.0 Earth-size
- Neptune-size
2.0 - 6.0 Earth-size
- Giant-planet size
6.0 - 22 Earth-size



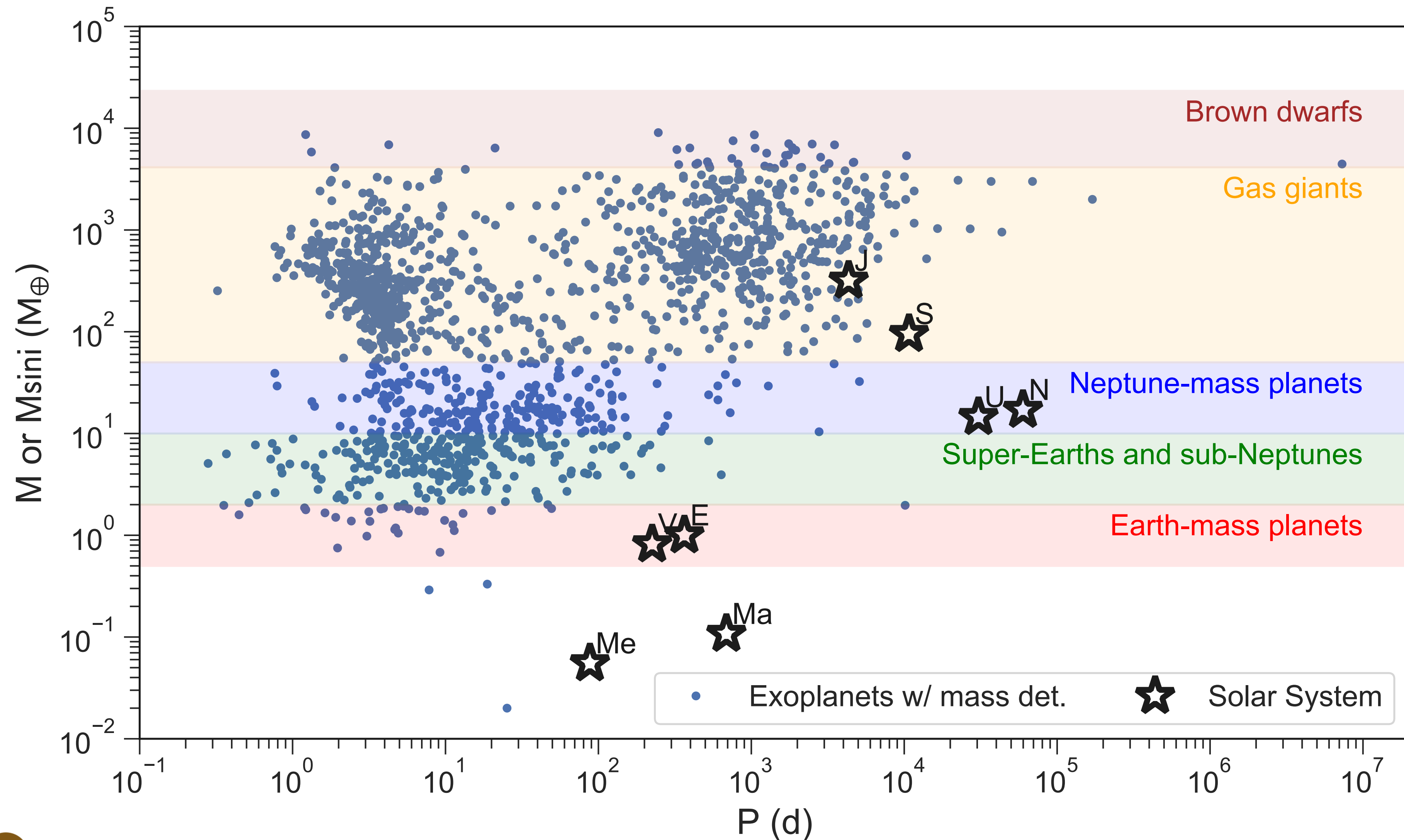
¿Qué hemos aprendido?



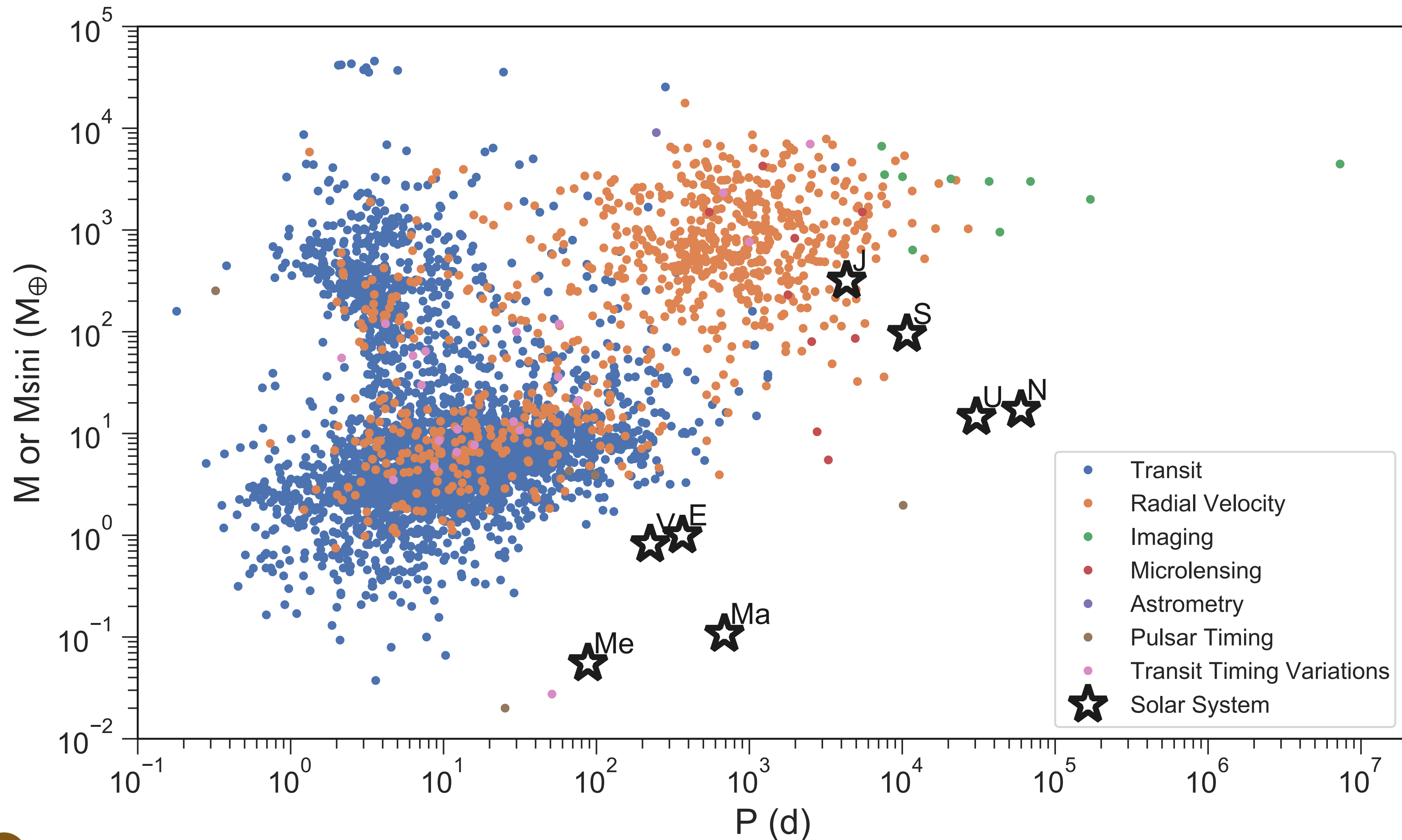
¿Qué hemos aprendido?



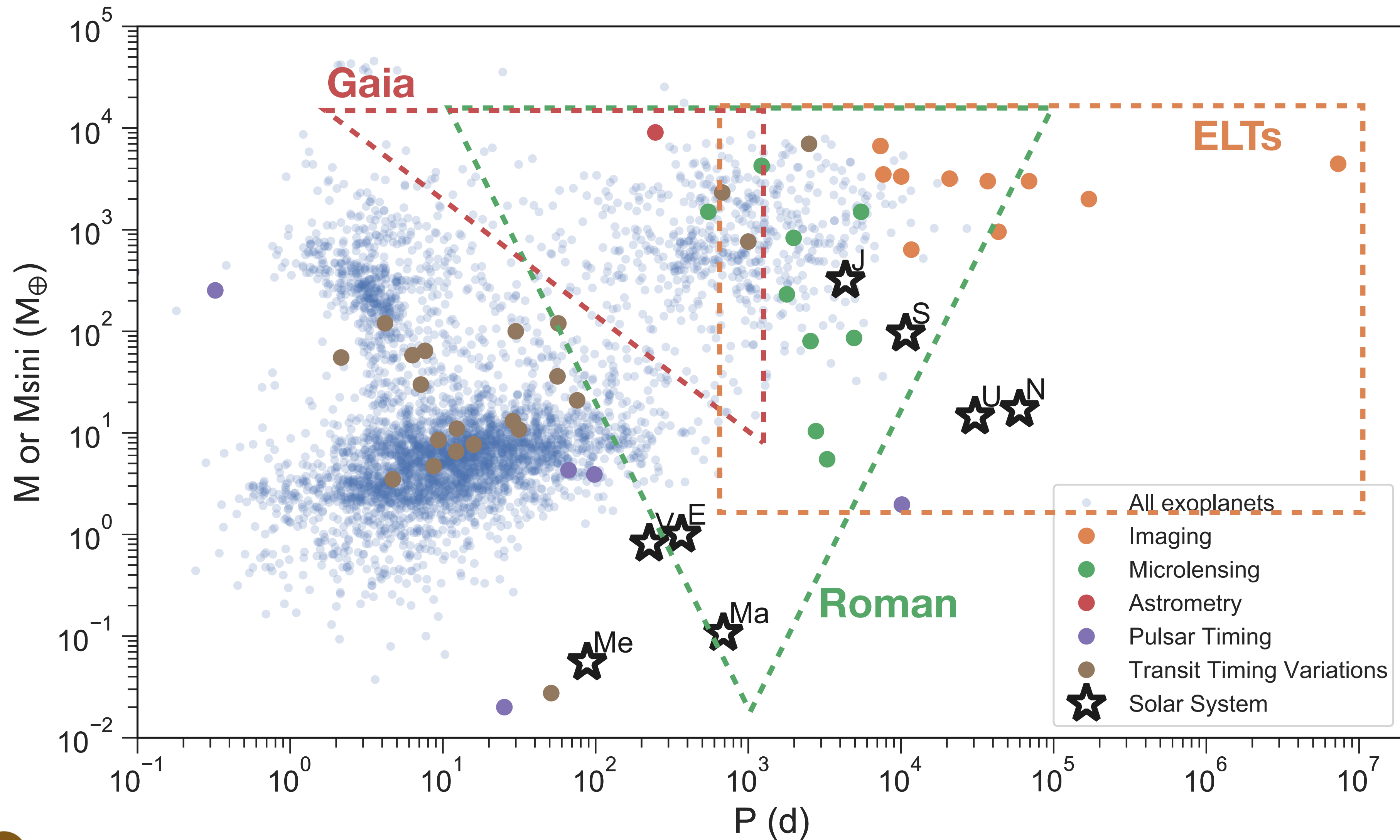
¿Qué hemos aprendido?



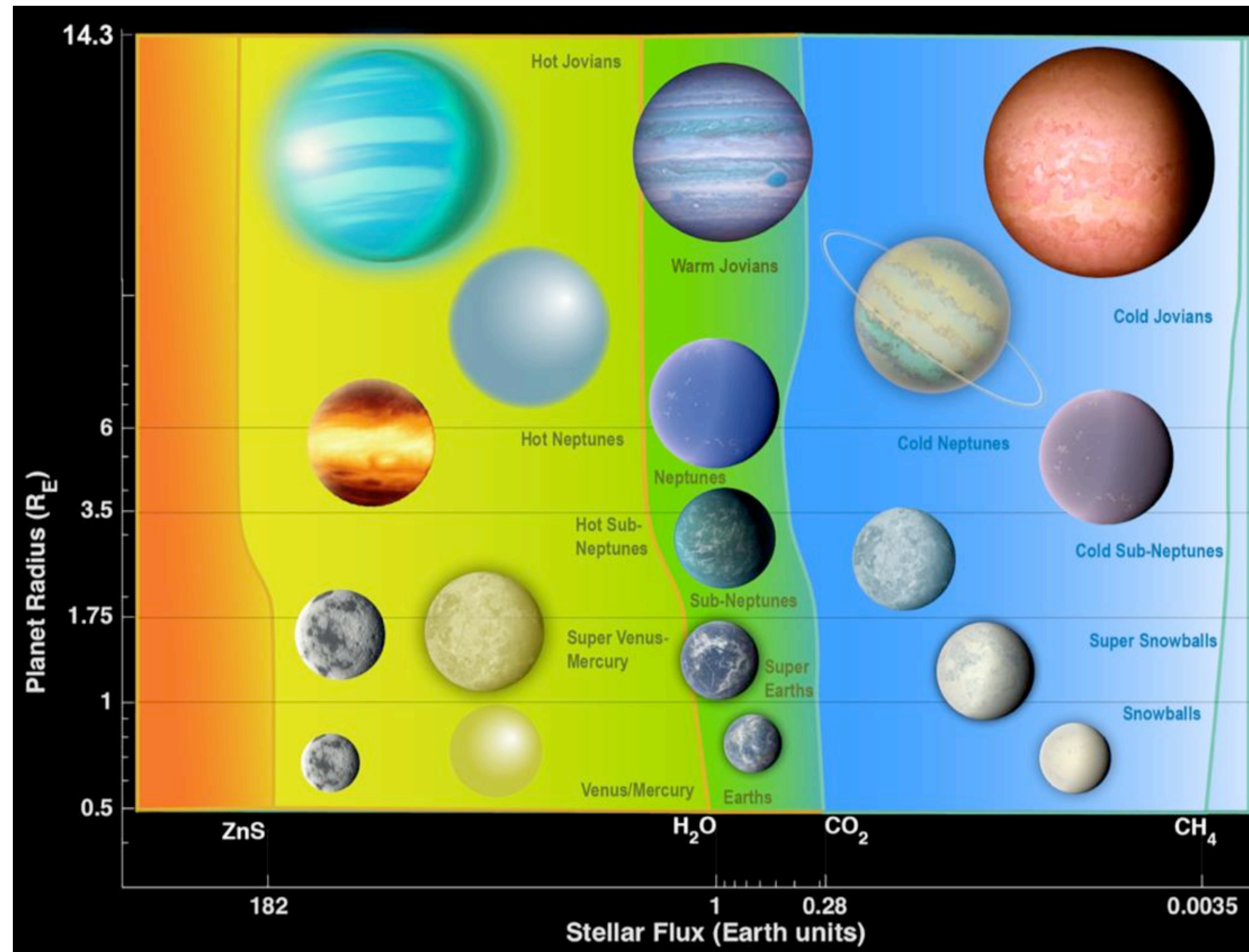
¿Qué hemos aprendido?



¿Qué hemos aprendido?

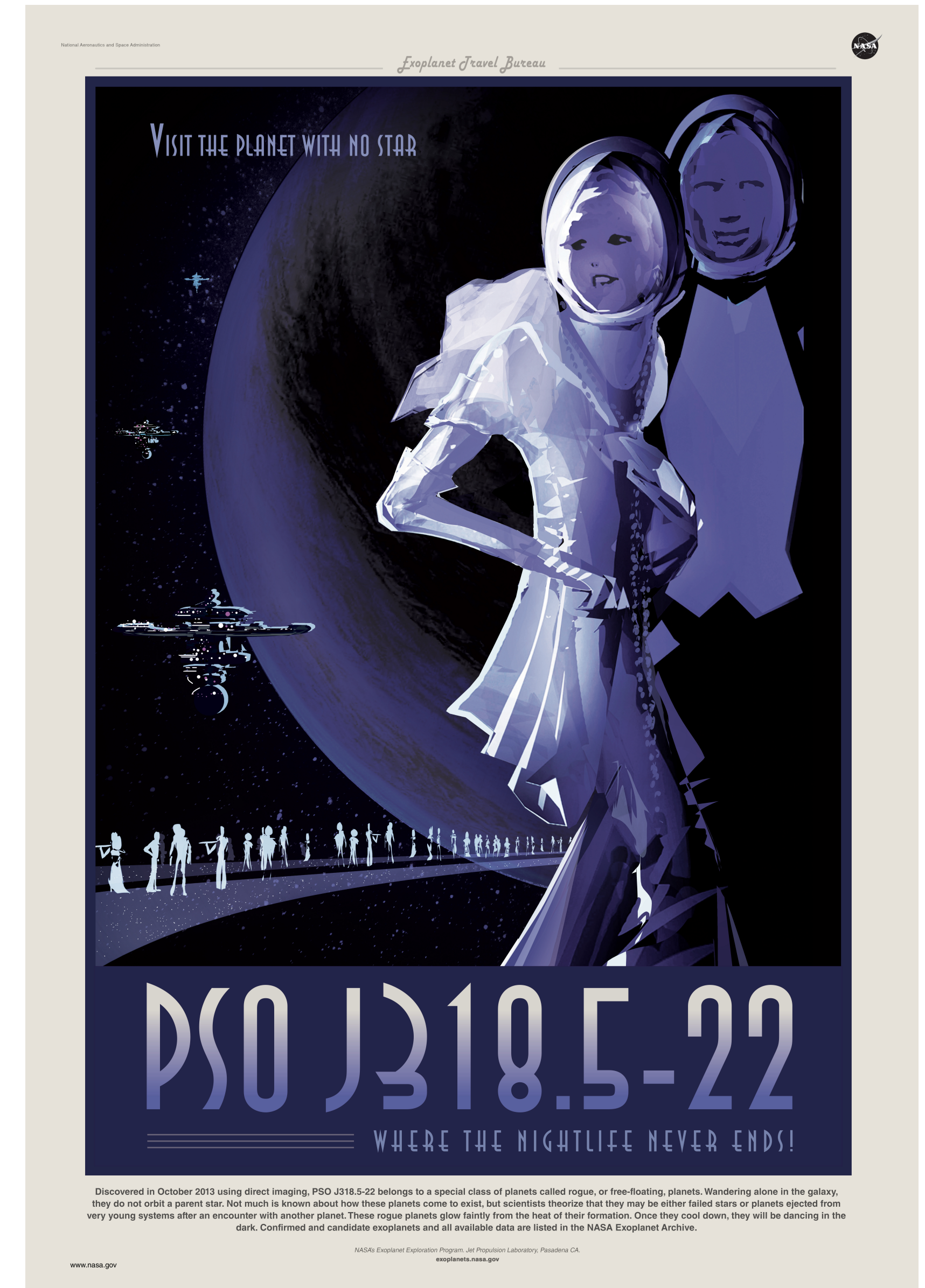


Diversidad



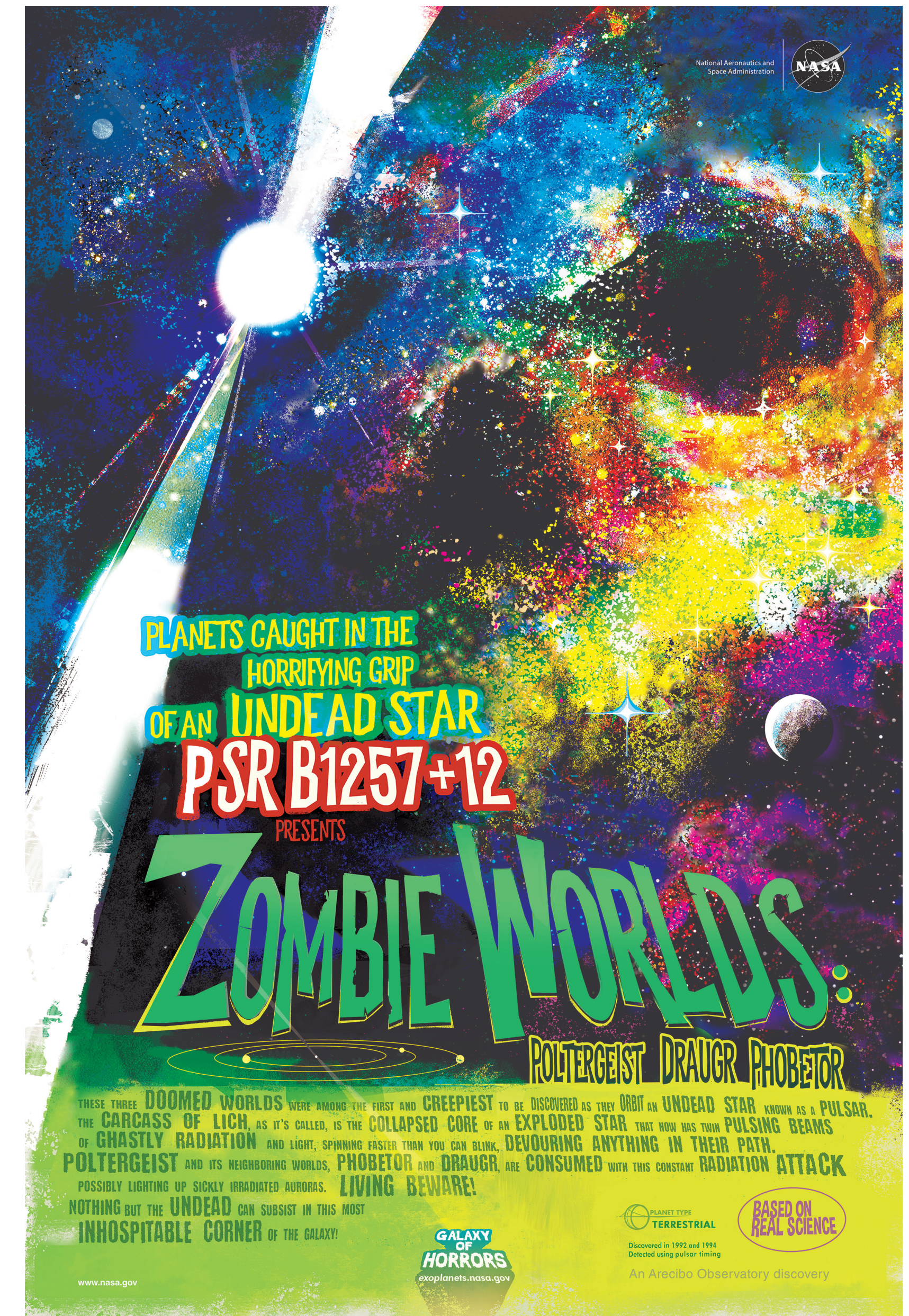
Planetas vagabundos

- ▶ Este planeta no orbita ninguna estrella y son denominados “rogue” o “free-floating”
- ▶ Pueden ser estrellas fallidas o planetas eyectados durante la formación del sistema planetario
- ▶ Se estima que en nuestra galaxia podría haber más planetas de este tipo que estrellas



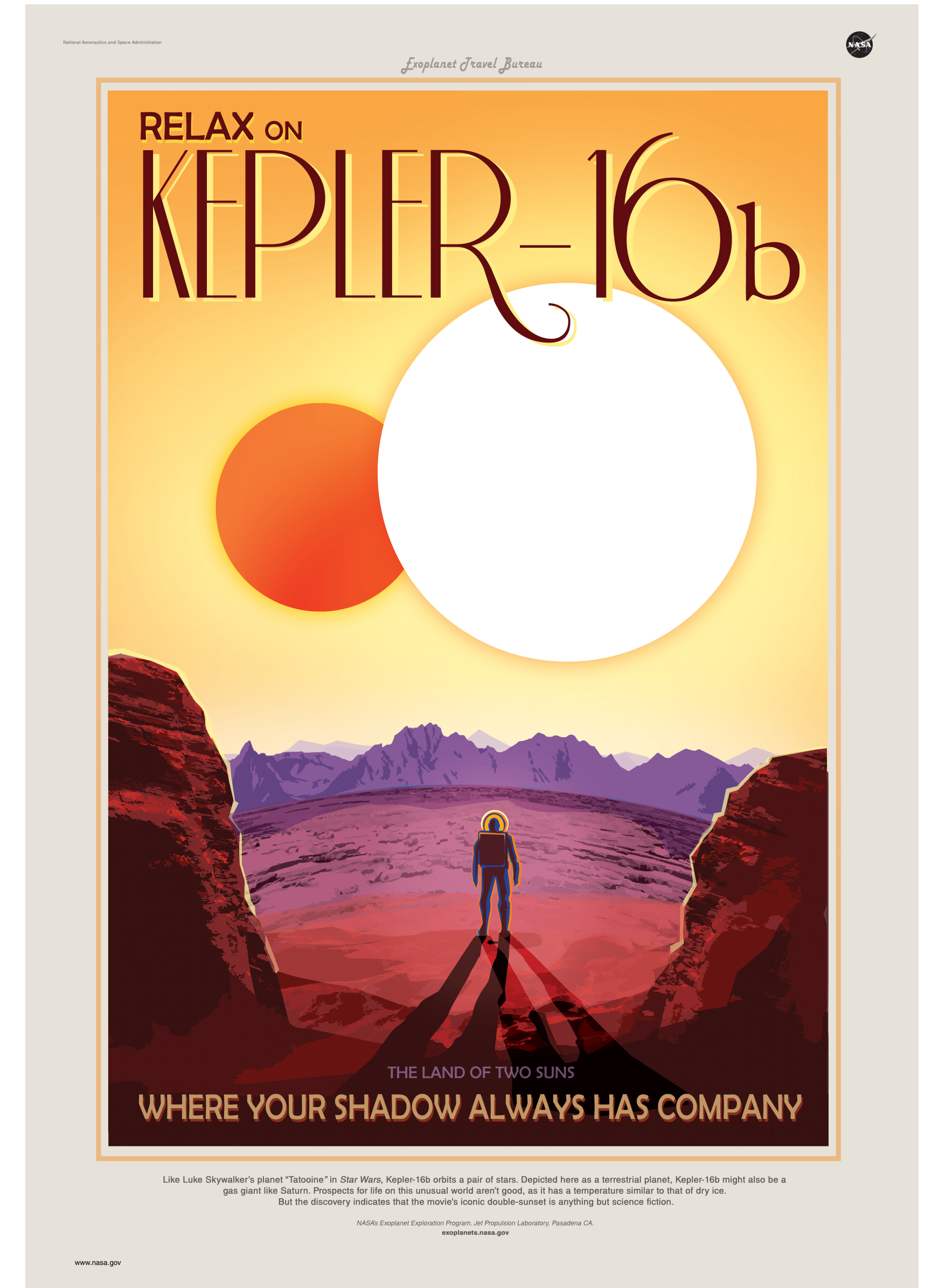
Muertos vivos

- ▶ Estos planetas orbitan un púlsar, es decir, una estrella de neutrones que gira a velocidades de vértigo
- ▶ El cadáver de Lich es el núcleo colapsado de una estrella que explotó hace millones de años
- ▶ La radiación que emite el púlsar ha consumido los planetas del sistema totalmente y provoca enormes auroras en sus atmósferas



Tatooines

- ▶ Kepler-16 (AB) b orbita un sistema estelar binario
- ▶ Descubierta en 2011 es el primer planeta de tipo “Tatooine”
- ▶ Es un planeta similar a Saturno con una temperatura en su superficie similar a la del hielo seco



Estrellas enrabietadas

- ▶ AU Mic b es un planeta similar a Neptuno orbitando una de las enanas rojas más jóvenes que se conocen
- ▶ La juventud de la estrella hace que el planeta sufra constantemente radiación ultra energética y llamaradas estelares
- ▶ La actividad estelar hace tremendamente difícil la detección de planetas con los métodos más habituales



Mundos de lava

- ▶ 55 Cancri e pertenece a un sistema con 5 planetas y es el más cercano a su estrella
- ▶ Tiene un tamaño ligeramente mayor que la Tierra y en él un año dura 17 horas
- ▶ La temperatura es tan alta que su superficie está completamente derretida
- ▶ Hay muchos estudios acerca de si el planeta ha podido retener una atmósfera o no



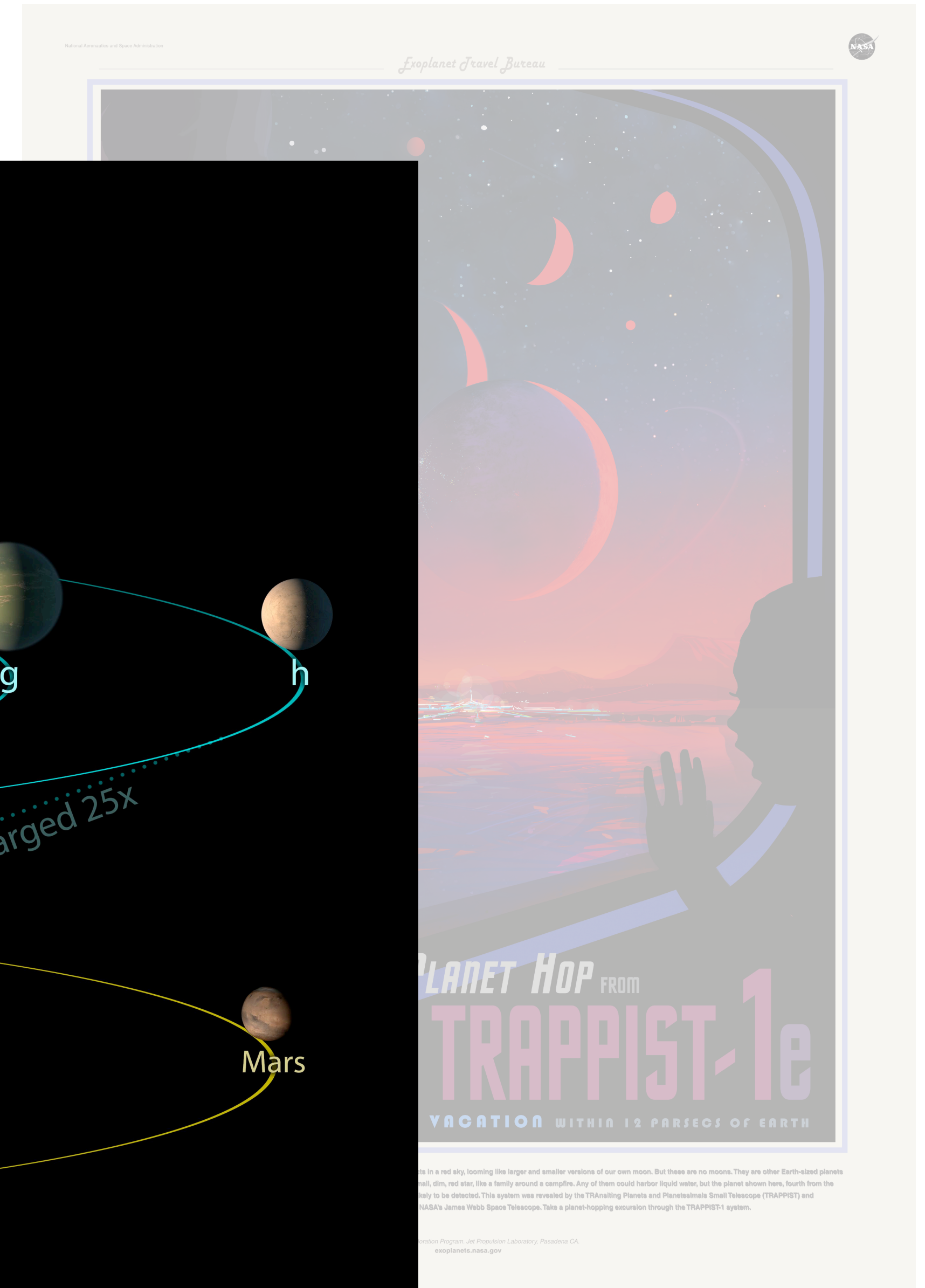
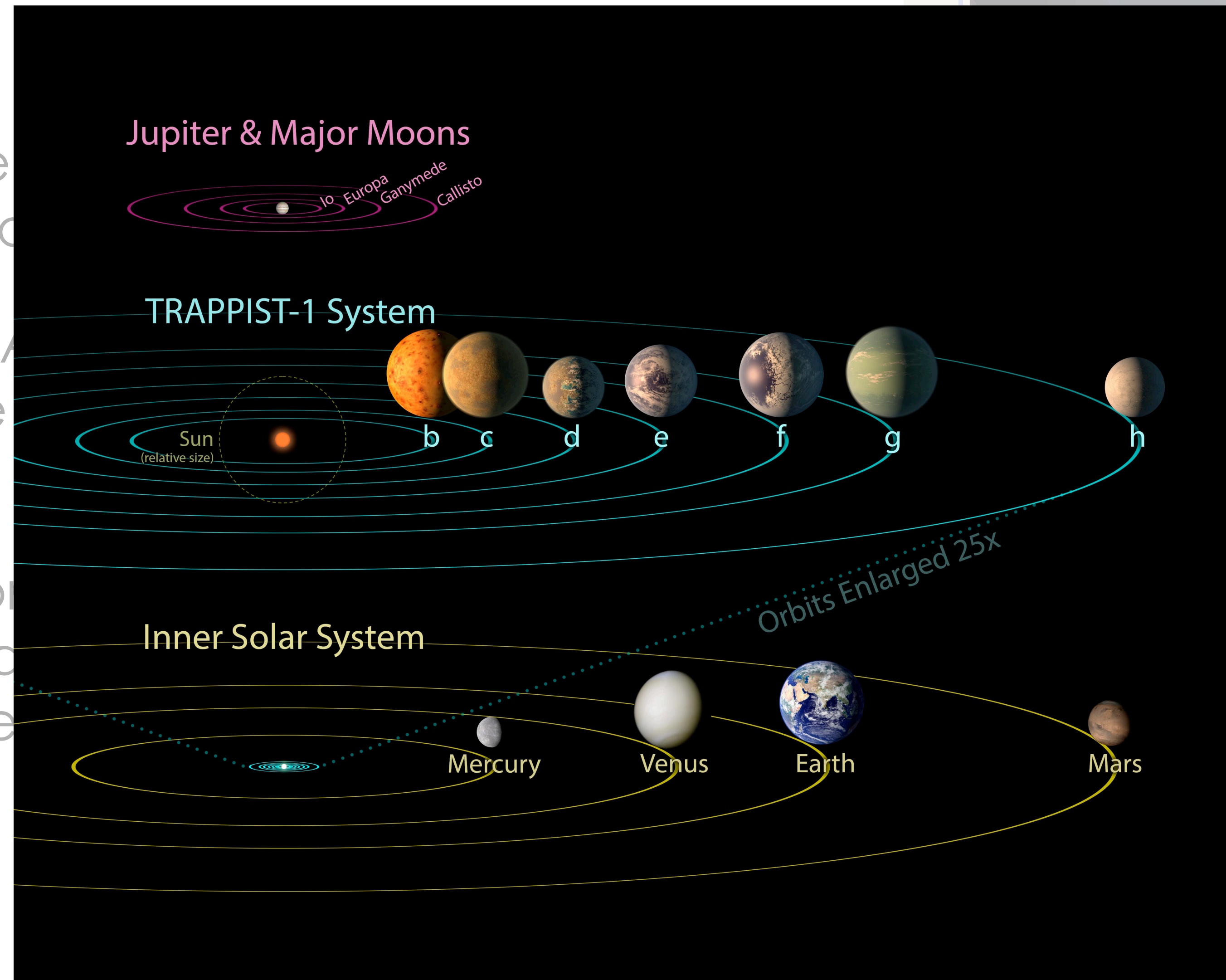
Planetas habitables

- ▶ TRAPPIST-1 e es un planeta de tipo terrestre que orbita en la zona de habitabilidad de su estrella
- ▶ El sistema TRAPPIST-1 tiene 7 planetas de tipo terrestre y orbita una enana roja a sólo 40 años luz de nuestro sistema solar
- ▶ Durante la próxima década podremos estudiar las atmósferas de estos planetas e intentar detectar agua en ellas

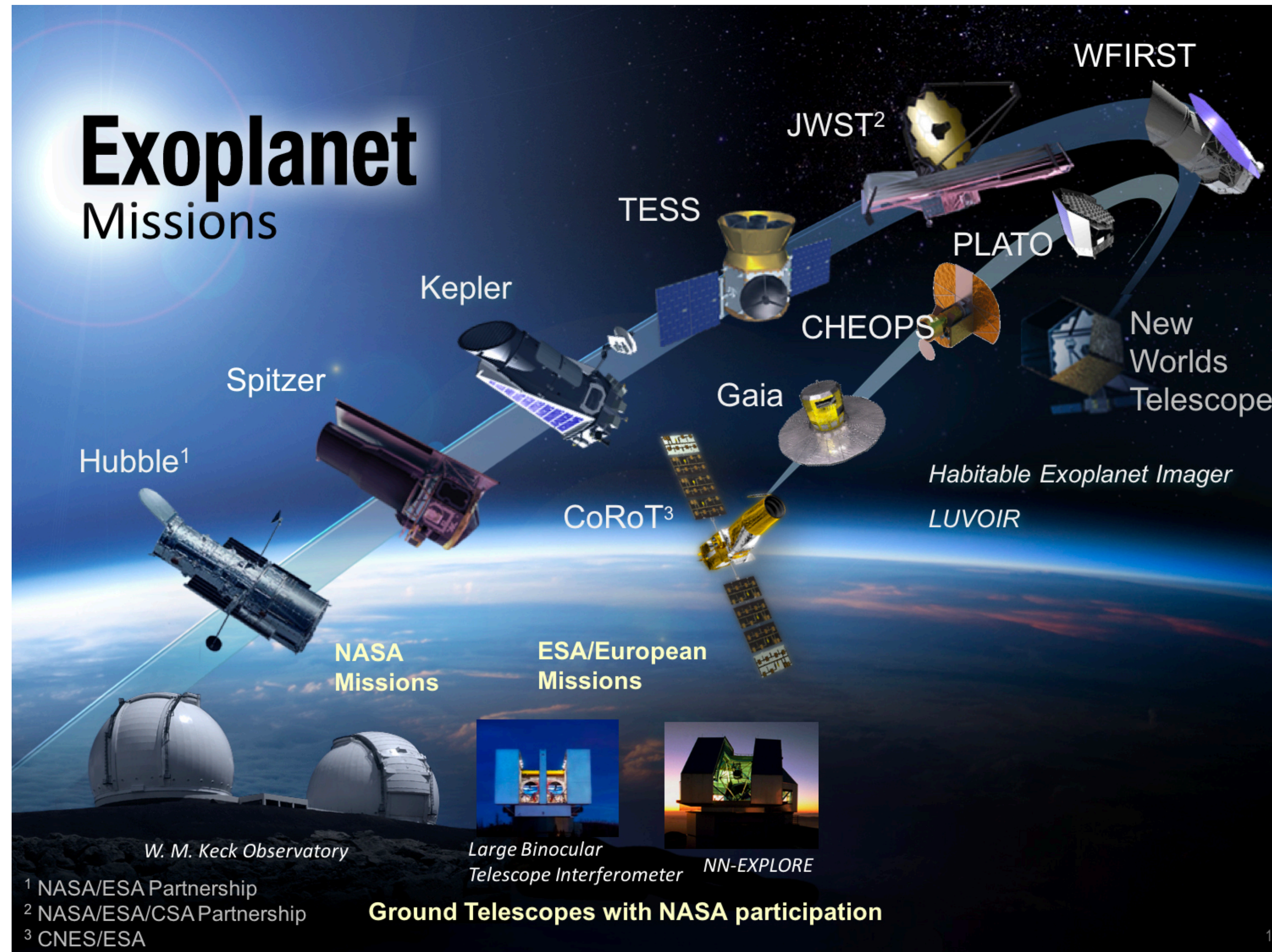


Planetas habitables

- ▶ TRAPPIST-1 es un sistema de planetas terrestres que se encuentra a sólo 40 años luz de la Tierra.
- ▶ El sistema TRAPPIST-1 es un sistema de planetas terrestres que se encuentra a sólo 40 años luz de la Tierra.
- ▶ Durante la misión, se estudiarán las condiciones de los planetas y se intentará detectar la presencia de agua.

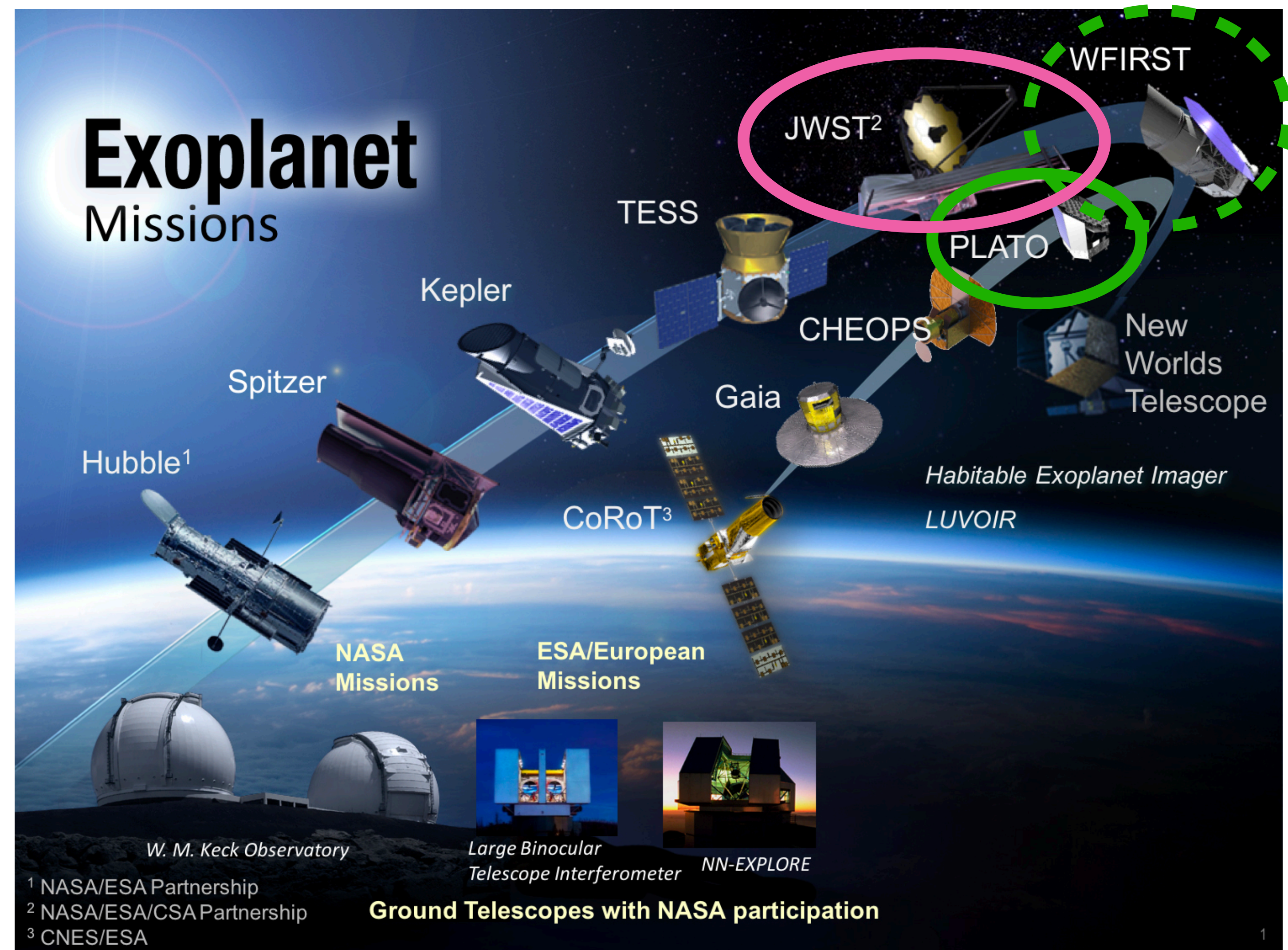


Presente y futuro



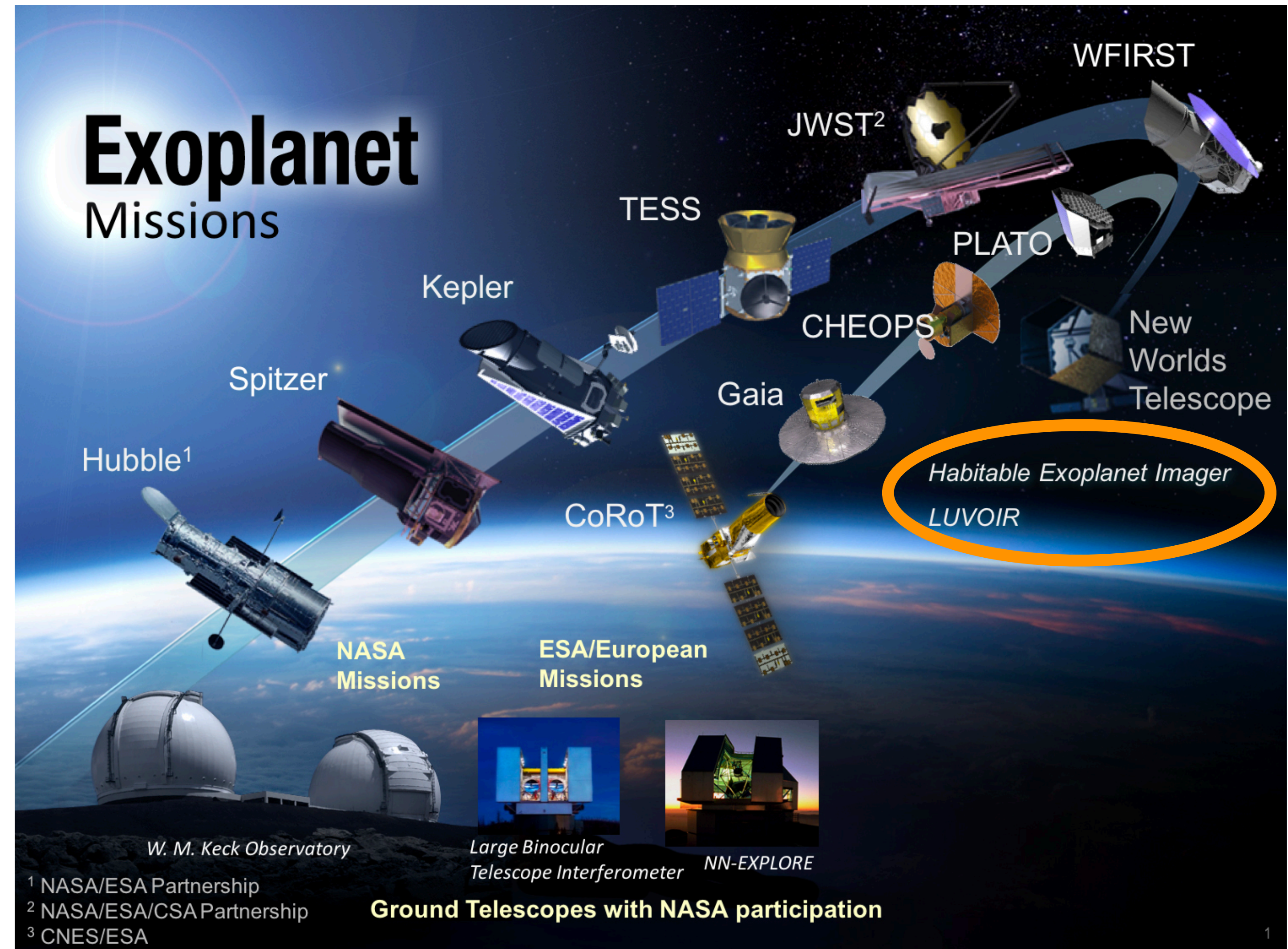
Presente y futuro

- ▶ Detectar planetas análogos a la Tierra alrededor de estrellas análogas al Sol
- ▶ Estudiar las atmósferas de los planetas de tipo tierra y supertierra orbitando enanas rojas

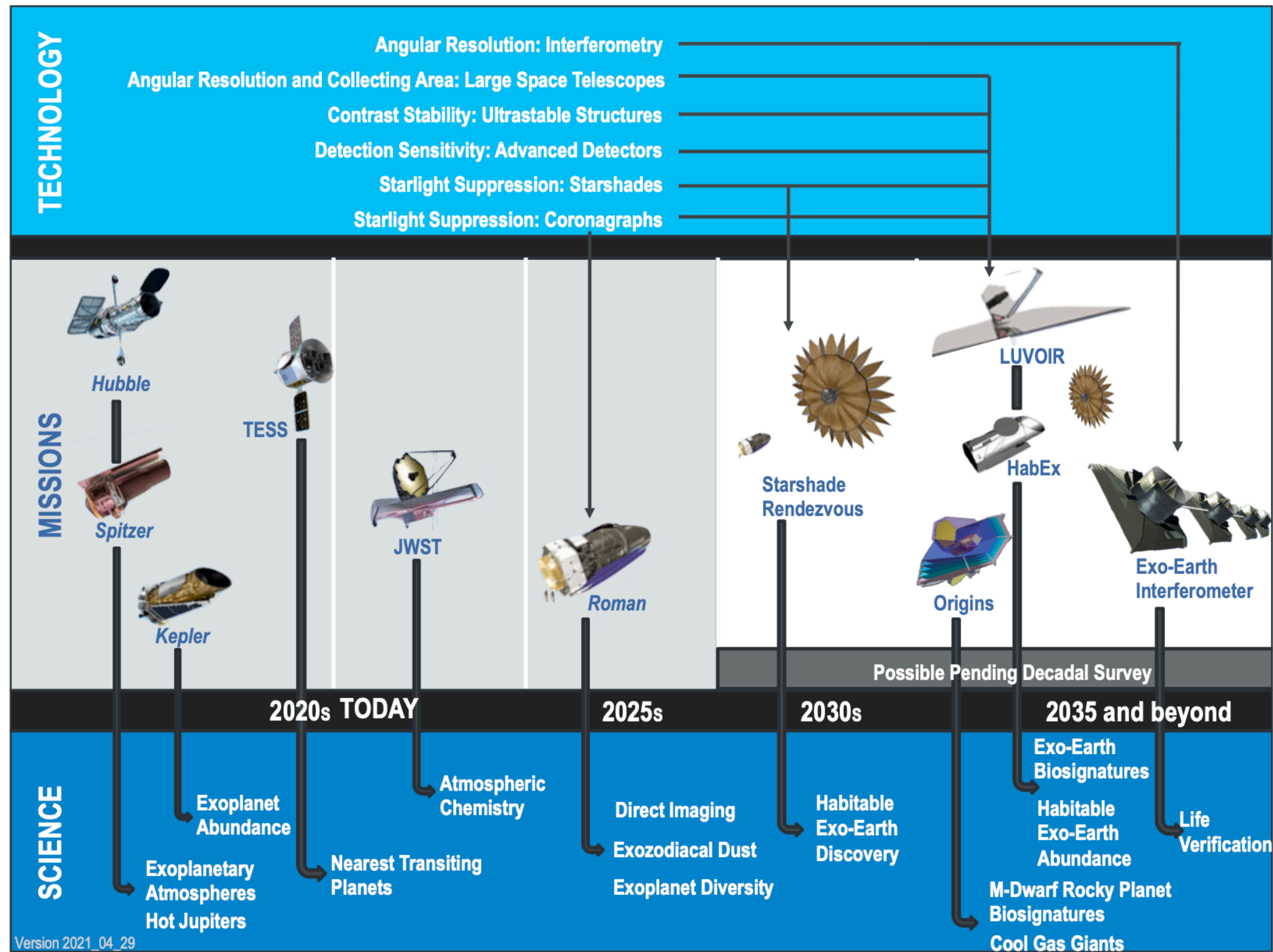


Presente y futuro

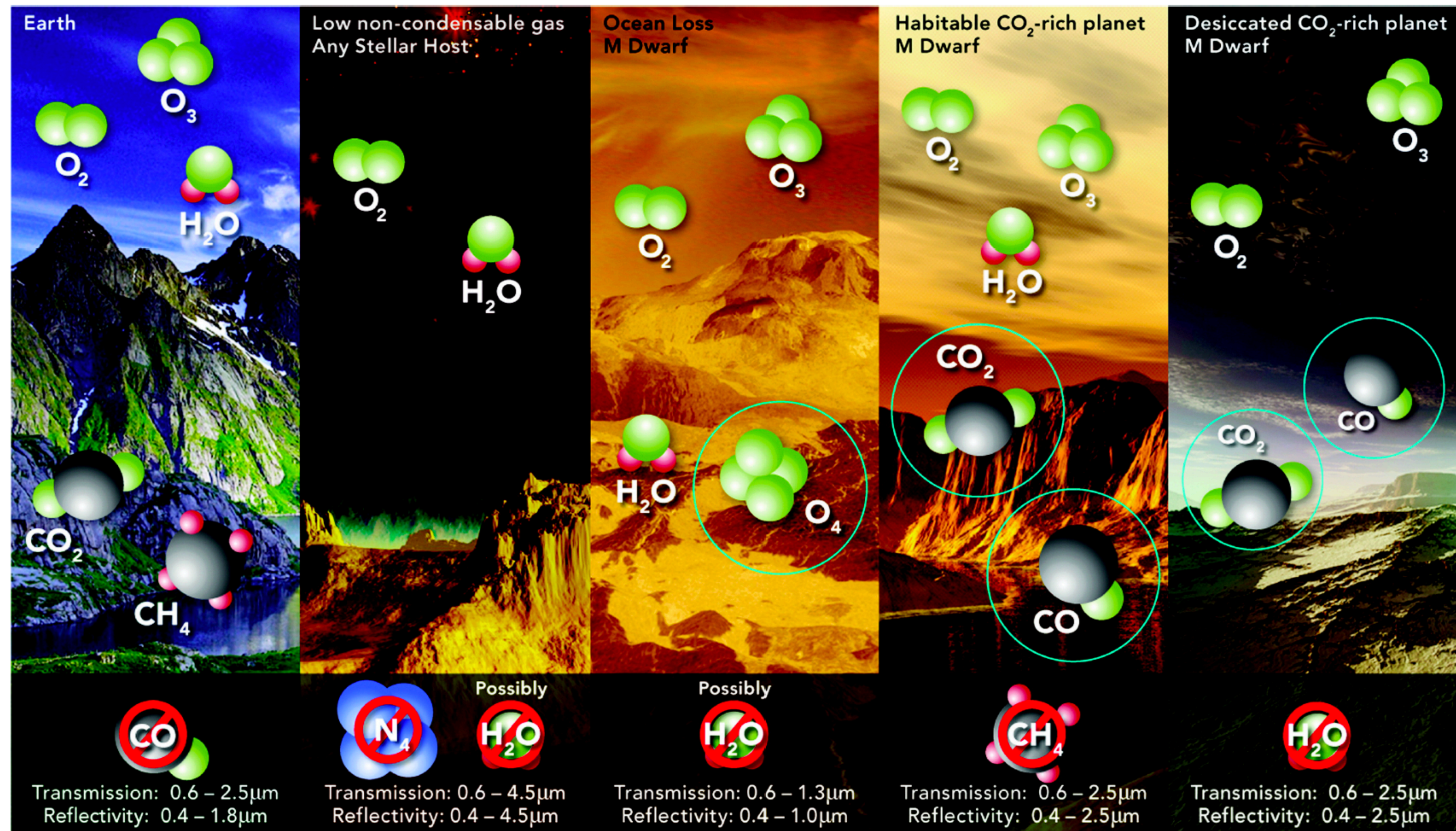
- ▶ Detectar sistemas planetarios completos análogos al sistema solar
- ▶ Estudiar las atmósferas de todos los planetas en esos sistemas
- ▶ Confirmar si hay vida en otros planetas



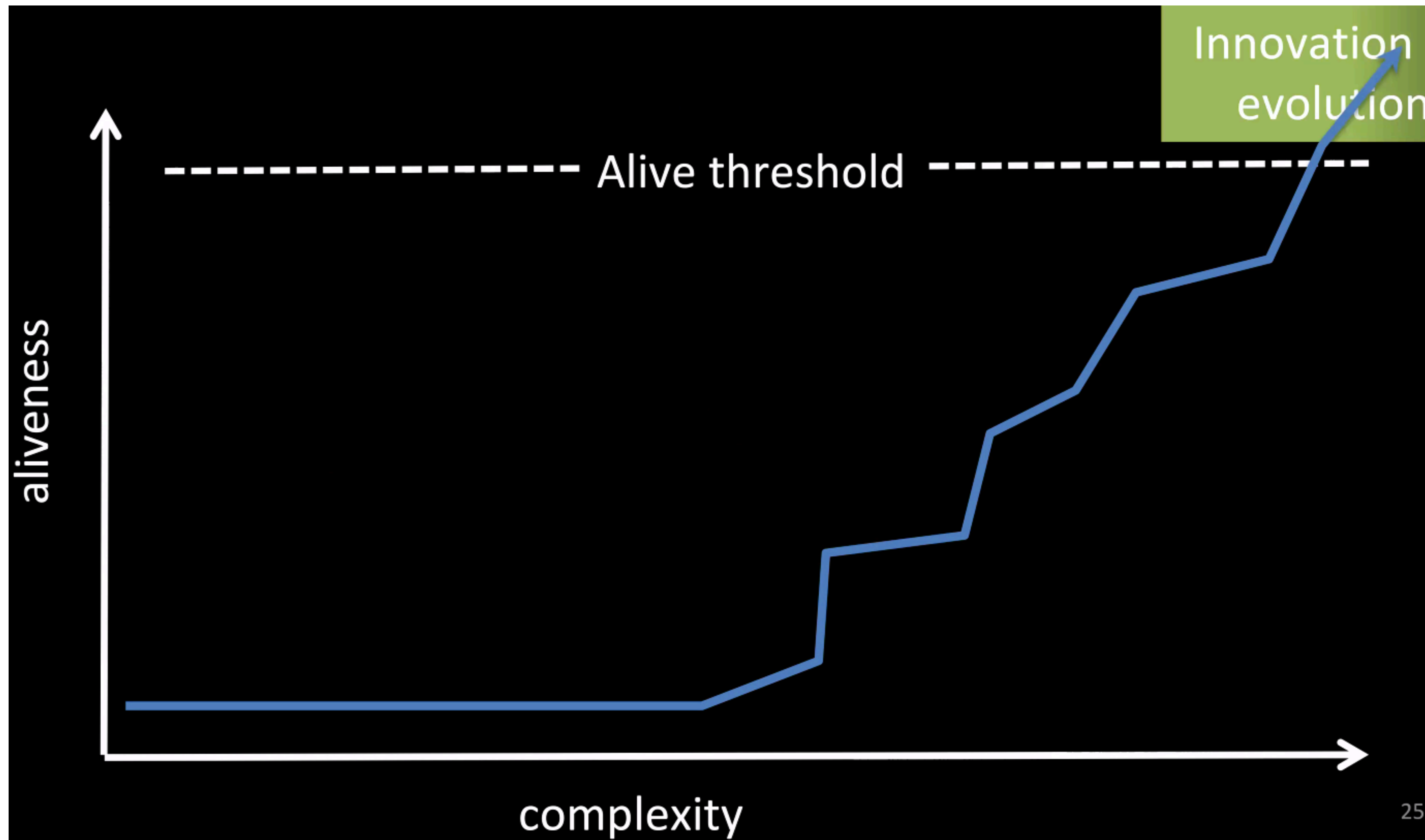
Presente y futuro



Habitabilidad

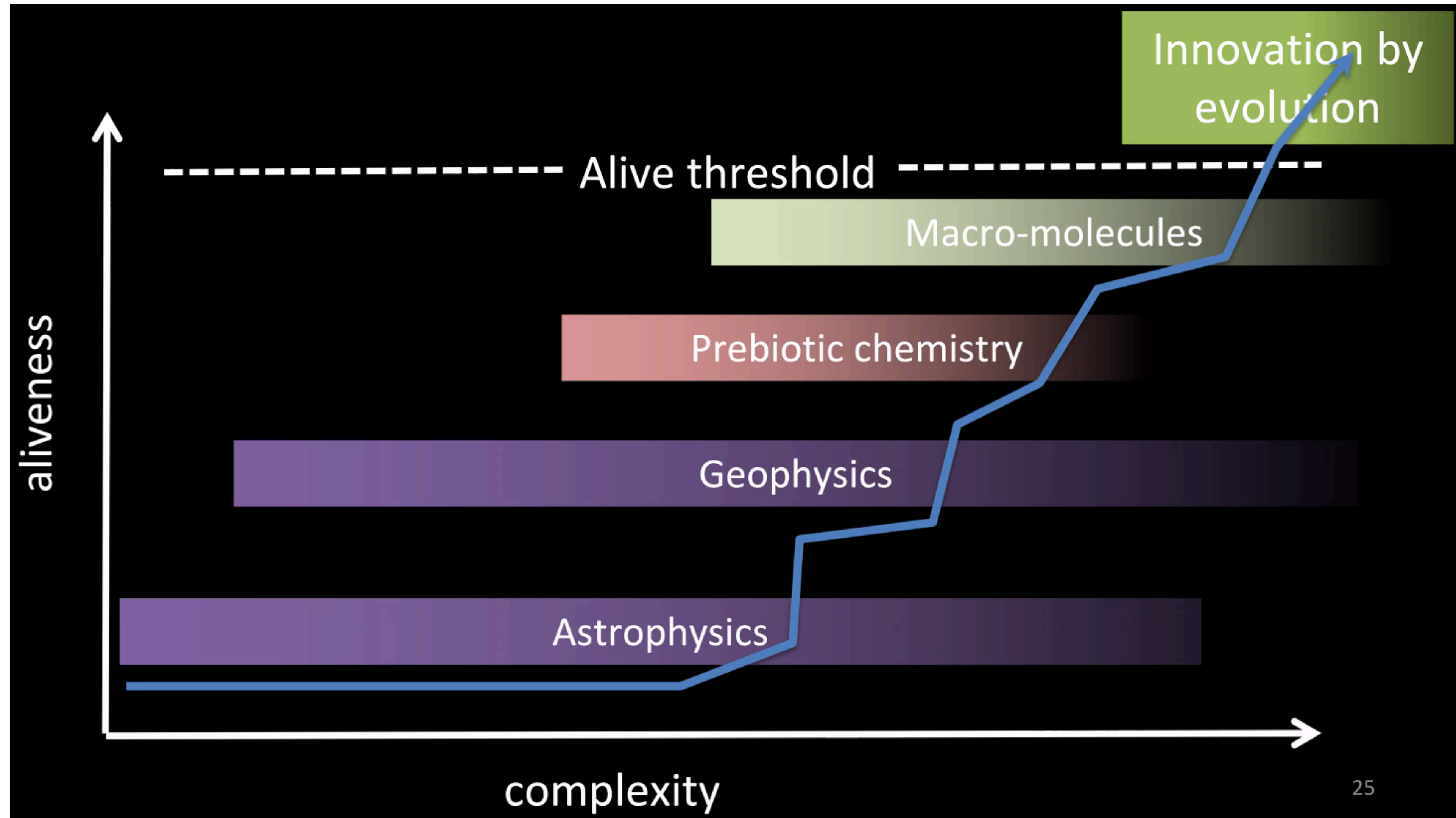


Habitabilidad



25

Habitabilidad



25

OUR NEIGHBORHOOD

A PORTRAIT OF ALL HABITABLE-ZONE PLANETS WITHIN 60 LIGHT-YEARS OF EARTH
(CONSTRUCTED FROM STATISTICAL DATA ON TYPICAL PLANET SIZES AND ORBITS)

PLANETS AROUND SUN-LIKE STARS

PLANETS AROUND OTHER STARS

EARTH-SIZED PLANETS

EARTH



OUR NEIGHBORHOOD

A PORTRAIT OF ALL HABITABLE-ZONE PLANETS WITHIN 60 LIGHT-YEARS OF EARTH
(CONSTRUCTED FROM STATISTICAL DATA ON TYPICAL PLANET SIZES AND ORBITS)

PLANETS AROUND SUN-LIKE STARS

PLANETS AROUND OTHER STARS

EARTH-SIZED PLANETS