

CICLO DE CONFERENCIAS 2006 PARA TODO PÚBLICO EN EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO

- ❖ *Viernes 7 de Abril, 20 hs., Dr. Cristian Beauge:
“Planetas Extrasolares”*
- ❖ *Viernes 5 de Mayo, 20 hs., Dra. Mercedes Gómez:
“Formación de Planetas asociados a Estrellas ”*
- ❖ *Viernes 2 de Junio, 20 hs., Dr. Manuel Merchan:
“Cosmología y Simulaciones Computadas”*
- ❖ *Viernes 7 de Julio, 20 hs., Dr. Juan José Clariá:
“Los Cúmulos Globulares:
Restos Fósiles del Universo Primitivo ”*
- ❖ *Viernes 4 de Agosto, 20 hs., Dra. Andrea Ahumada:
“La Vía Láctea y los Cúmulos Estelares”*
- ❖ *Viernes 1º de Septiembre, 20 hs., Lic. Ariel Sánchez:
“Cosmología y Radiación Fósil ”*
- ❖ *Viernes 6 de Octubre, 20 hs., Dr: Carlos Valotto:
“El Universo Visible e Invisible”*
- ❖ *Viernes 3 de Noviembre, 20 hs., Dr: Sebastián Lípari:
“Búsqueda de Vida en Otros Sistemas Estelares”*
- ❖ *Viernes 1º de Diciembre, 20 hs., Sr. Marcelo Madelon
y Sra. Clara Padovan (Observatorio Meteorológico)
“La Corriente del Niño
y los Cambios Climáticos Globales”*

Planetas Extrasolares



C. Beaugé

Observatorio Astronómico,
Universidad Nacional de Córdoba

QUE SON?

Planetas Extrasolares (o Exoplanetas):

Planetas fuera del Sistema Solar,
orbitando otras estrellas

EXISTEN?

Si. Actualmente son conocidos ~1 85 Exoplanetas

...algunos de ellos muy “extraños”...

OBJETIVOS DE LA CHARLA:

- Como se detectan Exoplanetas?
- Cuales son sus características?
 - Son parecidos a nuestro Sistema Solar?
 - Existen planetas terrestres?
 - Cual es el grado de diversidad de planetas?
- Como se formaron?
- Algún exoplaneta puede ser habitable?
 - Cuales son las condiciones de habitabilidad?

1995: UNA REVOLUCIÓN EN LA ASTRONOMIA

Michel Mayor & Didier Queloz descubren el primer exoplaneta alrededor de una estrella de secuencia principal.

La estrella: 51 Pegasi
* G2 , d=14.7 pc

El planeta: $M_{\min} = 0.46 M_{\text{jup}}$

Circular No. 6251

**Central Bureau for Astronomical Telegrams
INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION**

Postal Address: Central Bureau for Astronomical Telegrams
Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, MA 02138, U.S.A.
IAUSUBS@CFA.HARVARD.EDU or FAX 617-495-7231 (subscriptions)
BMARSDEN@CFA.HARVARD.EDU or DGREEN@CFA.HARVARD.EDU (science)
Phone 617-495-7244/7440/7444 (for emergency use only)

51 PEGASI

M. Mayor and D. Queloz, Geneva Observatory, have reported the discovery of a Jupiter-mass object in orbit around the solar-type star 51 Peg. The announcement was made in Florence on Oct. 6 at the Ninth "Cambridge" Workshop on "Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun". The claim is based on 18 months of precise Doppler measurements made with the ELODIE spectrograph of the Observatoire de Haute-Provence. The parameters of the orbital motion are as follows: $P = 4.2293 \pm 0.0011$ days, $e = 0$ (assumed), $K = 0.059 \pm 0.003$ km/s, $T_0 = 2449797.773 \pm 0.036$. The minimum mass of the companion is 0.47 ± 0.02 Jupiter mass. Alternative explanations for the radial-velocity variation (pulsation or spot rotation) seem to be ruled out by the absence of any significant corresponding photometric variation.

Following the Oct. 6 announcement, confirmation of the 4.2-day radial-velocity variation was obtained in mid-October by G. Marcy and P. Butler (San Francisco State University, University of California at Berkeley) at the Lick Observatory, as well as by a joint team from the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (R. Noyes, S. Korzennik, M. Krockenberger and P. Nisenson), the High Altitude Observatory (T. Brown, T. Kennelly and C. Rowland) and Pennsylvania State University (S. Horner).

G. Burki, M. Burnet and M. Kuenzli, Geneva Observatory and Lausanne University, communicate: "Intensive photometric monitoring of 51 Peg has been carried out at the European Southern Observatory. There is no evidence for eclipses in the system. The rms of the V magnitude (on 17 nights) is 0.037, two comparison stars being used. A 4.2-day photometric variability larger than 0.002 mag can be ruled out."

1996: NO ES UN CASO AISLADO....

Geoff Marcy & Paul Butler descubren otros 2 exoplanetas

La estrella: 70 Virgo
* G5 , d=18.1 pc

El planeta: $M_{\min} = 7.44 M_{\text{jup}}$

La estrella: 47 UMa
* G0 , d=14.1 pc

El planeta: $M_{\min} = 2.54 M_{\text{jup}}$

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 464:L147-L151, 1996 June 20
© 1996. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

A PLANETARY COMPANION TO 70 VIRGINIS¹

GEOFFREY W. MARCY² AND R. PAUL BUTLER²

Department of Physics and Astronomy, San Francisco State University, San Francisco, CA 94132; gmarcy@etoile.berkeley.edu
Received 1996 January 22; accepted 1996 April 2

ABSTRACT

An extremely low mass companion to the solar-type star 70 Virginis is inferred from the observed periodic Doppler reflex motion of the primary during 8 yr. The minimum mass ($M_2 \sin i$) of 70 Vir "B" is 6.6 Jovian masses (M_J), which falls in the mass range associated with "extrasolar giant planets" (0.3–15 M_J). An orbital fit to the velocities yields a period $P = 116.6$ days, an amplitude $K = 318 \text{ m s}^{-1}$, and an eccentricity $e = 0.40$. The residuals to the fit scatter by 8 m s^{-1} , consistent with the errors. Thus 70 Vir B and 51 Peg B represent the first planets found outside our solar system. Alternatively, the probability that 70 Vir B is an orbiting brown dwarf of mass $M > 40 M_J$ is $\sim 1\%$, requiring an extreme (face-on) orbital inclination of $i < 9^\circ$. With a likely mass of 6.6–9

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 464:L153-L156, 1996 June 20
© 1996. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

A PLANET ORBITING 47 URSAE MAJORIS¹

R. PAUL BUTLER AND GEOFFREY W. MARCY

Department of Physics and Astronomy, San Francisco State University, San Francisco, CA, 94132; and Department of Astronomy, University of California, Berkeley, CA 94720; gmarcy@etoile.berkeley.edu
Received 1996 February 15; accepted 1996 April 2

ABSTRACT

The G0 V star 47 UMa exhibits very low amplitude radial velocity variations having a period of 2.98 yr, a velocity amplitude of $K = 45.5 \text{ m s}^{-1}$, and small eccentricity. The residuals scatter by 11 m s^{-1} from a Keplerian fit to the 34 velocity measurements obtained during 8 yr. The minimum mass of the unseen companion is $M_2 \sin i = 2.39 M_J$, and for likely orbital inclinations of 30° – 90° , its mass is less than $4.8 M_J$. This mass resides in a regime associated with extrasolar giant planets (Burrows and coworkers). Unlike the planet candidates 70 Vir B and 51 Peg B, this companion has an orbital radius (2.1 AU) and eccentricity ($e = 0.03$) reminiscent of giant planets in our solar system. Its effective temperature will be at least 180 K due simply to absorbed stellar radiation, and probably slightly higher due to intrinsic heating from gravitational contraction (Guillot and coworkers). For 47 UMa B to be, instead, an orbiting brown dwarf of mass $M > 40 M_J$, the inclination would have to be $i < 3^\circ$, which occurs for only 0.18% of randomly oriented orbits. In any case, this companion is separated from the primary star by ~ 0.2 , which portends follow-up work by astrometric and direct IR techniques.

Subject headings: stars: low mass, brown dwarfs — stars: planetary systems

1. INTRODUCTION

The observed disks of gas and dust around young solar-type stars have characteristics similar to those required for formation of the planets in our solar system (Beckwith & Sargent 1993; Lissauer 1995). The recent detections of planet-like companions to 51 Peg (Mayor & Queloz 1995; Marcy, Butler,

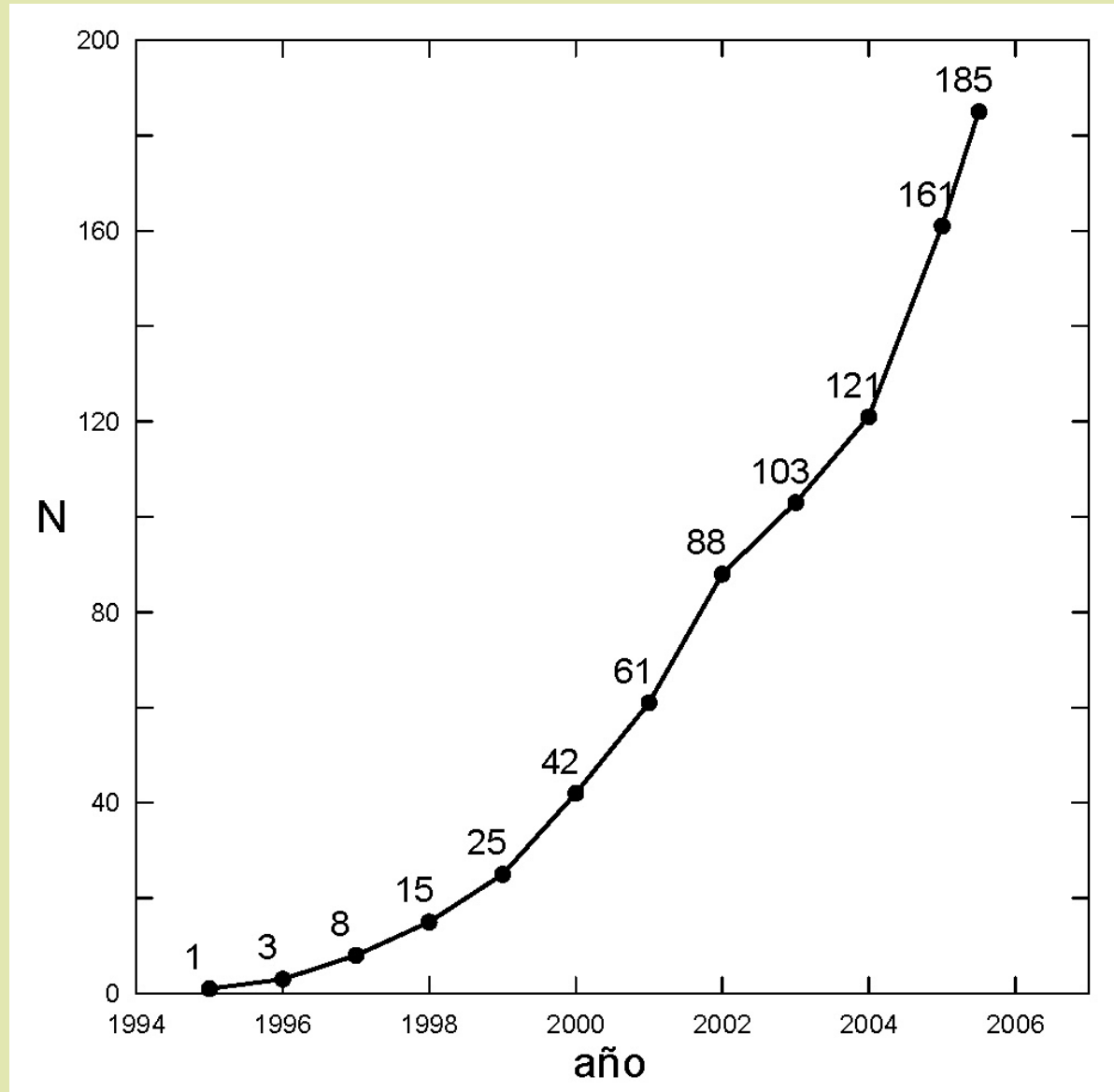
circular orbits and large orbital radii are subject to caveats. First, protostellar disks exhibit a range of masses (up to $0.1 M_\odot$), with some masses exceeding that of the "minimum-mass solar nebula" (Beckwith & Sargent 1993). Such massive disks may have sufficiently high densities of the refractory grains, inward of several AU, to permit rapid growth of large rocky cores, leading to gas giants. Even planetary cores that form

Discovered by
long-term
stars
May
Hatz
strate
of the
detected
spectroscopic
solar

LA POBLACIÓN ACTUAL

$$M_p < 15 M_{JUP}$$

Número de Exoplanetas hasta abril 2006



CASOS DE ESPECIAL INTERES

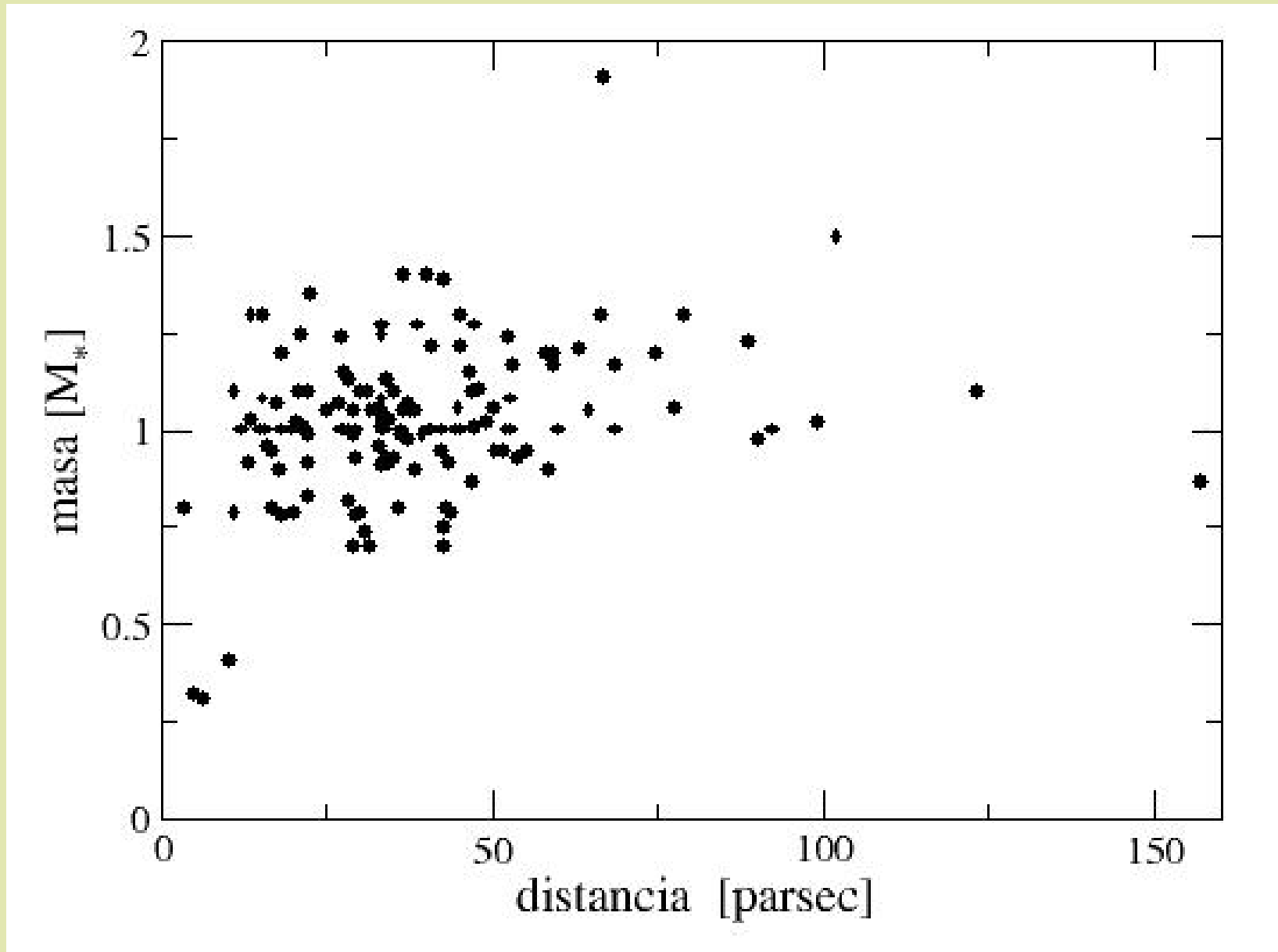
NO SOLO SON DETECTADOS PLANETAS AISLADOS,
SINO ESTRELLAS CON MAS DE UN CUERPO

19 SISTEMAS PLANETARIOS

- 16 ESTRELLAS CON 2 PLANETAS
- 2 ESTRELLAS CON 3 PLANETAS (Ups And & GJ876)
- 1 ESTRELLA CON 4 PLANETAS (55 Cnc)

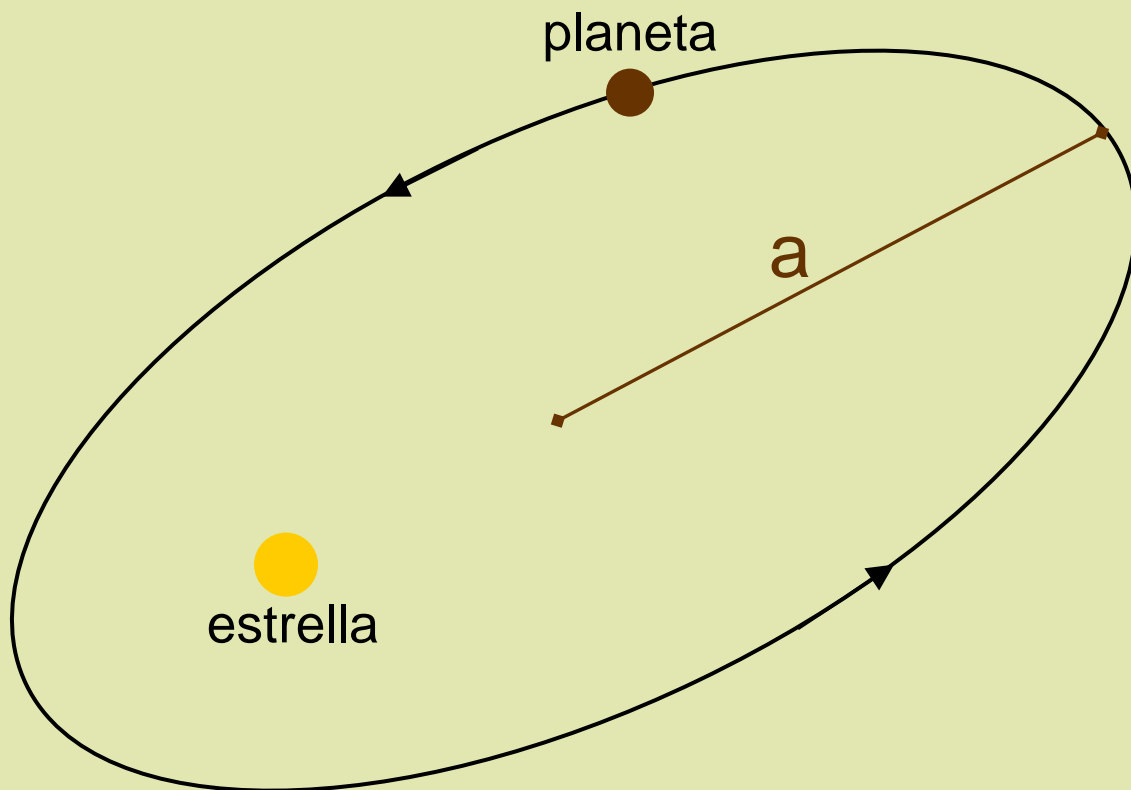
TIPOS ESTELARES

Masas de las Estrellas & Distancia Heliocéntrica



COMO SON LAS ÓRBITAS DE LOS EXOPLANETAS?

En 1^{ra} aproximación, son elipses alrededor de la estrella central



ELEMENTOS ORBITALES:

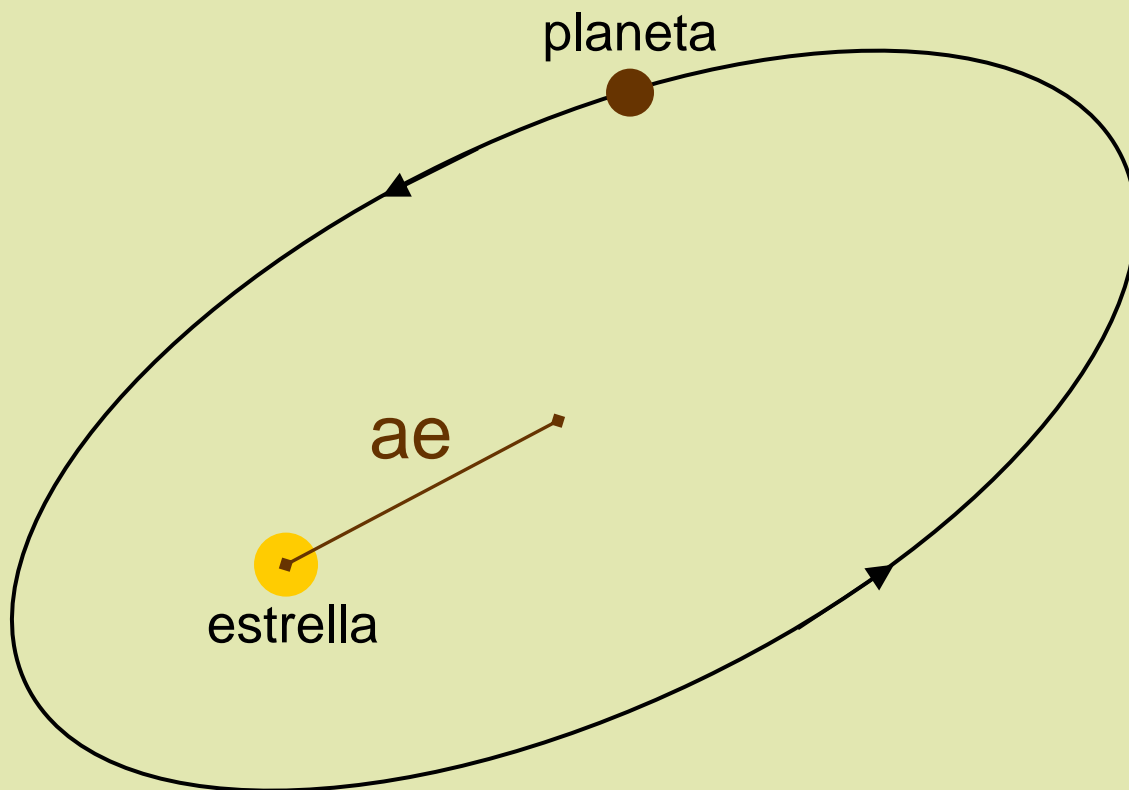
a = semieje mayor

- Distancia promedio Planeta-Estrella
- Se mide en Unidades Astronómicas (U.A.)

1 U.A. = distancia Tierra-Sol

COMO SON LAS ÓRBITAS DE LOS EXOPLANETAS?

En 1^{ra} aproximación, son elipses alrededor de la estrella central



ELEMENTOS ORBITALES:

$e =$ excentricidad

- Medida de la elipticidad de la órbita
- Órbita circular $\Rightarrow e = 0$
- Órbita radial $\Rightarrow e = 1$

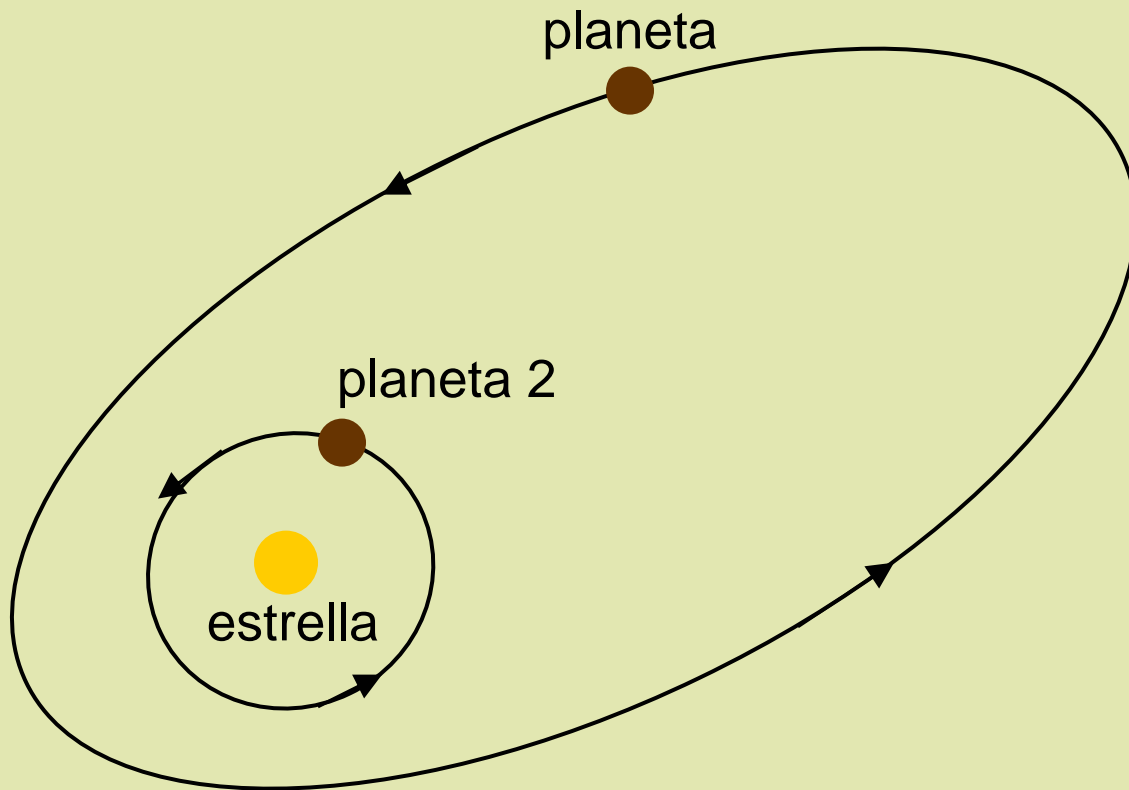
Tierra: $e = 0.01$

Júpiter: $e = 0.05$

Mercurio: $e = 0.21$

COMO SON LAS ÓRBITAS DE LOS EXOPLANETAS?

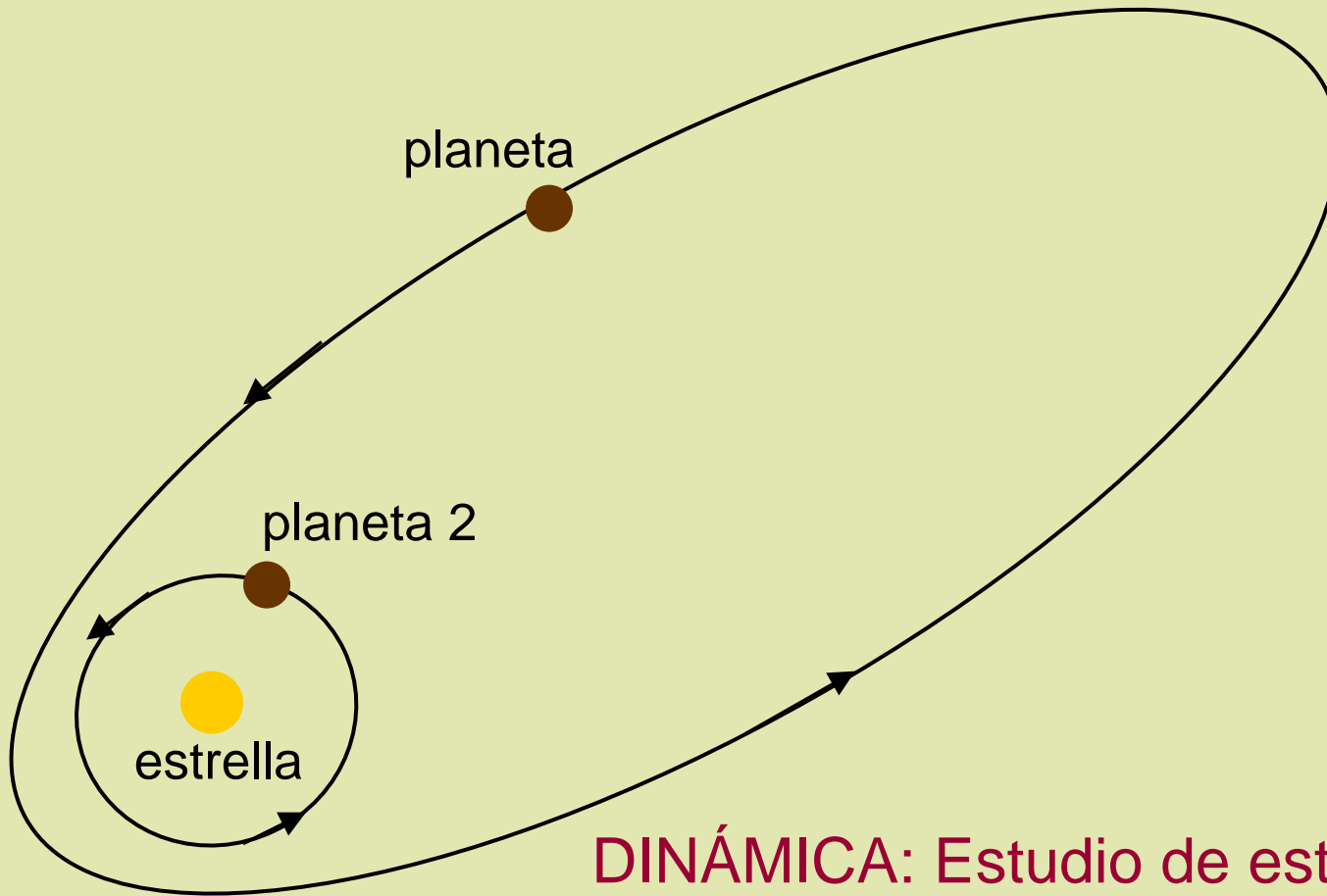
Pero....la presencia de otro cuerpo modifica la órbita.



- Si la interacción gravitacional es muy fuerte, la excentricidad puede aumentar significativamente

COMO SON LAS ÓRBITAS DE LOS EXOPLANETAS?

Pero....la presencia de otro cuerpo modifica la órbita.



- Si la interacción gravitacional es muy fuerte, la excentricidad puede aumentar significativamente
- En el caso extremo, el planeta puede ser eyectado (órbita inestable)

DINÁMICA: Estudio de estabilidad y evolución orbital de los planetas debido a sus interacciones gravitacionales

COMO SON DETECTADOS LOS EXOPLANETAS?

EN GENERAL, LOS PLANETAS EXTRASOLARES NO SON OBSERVADOS

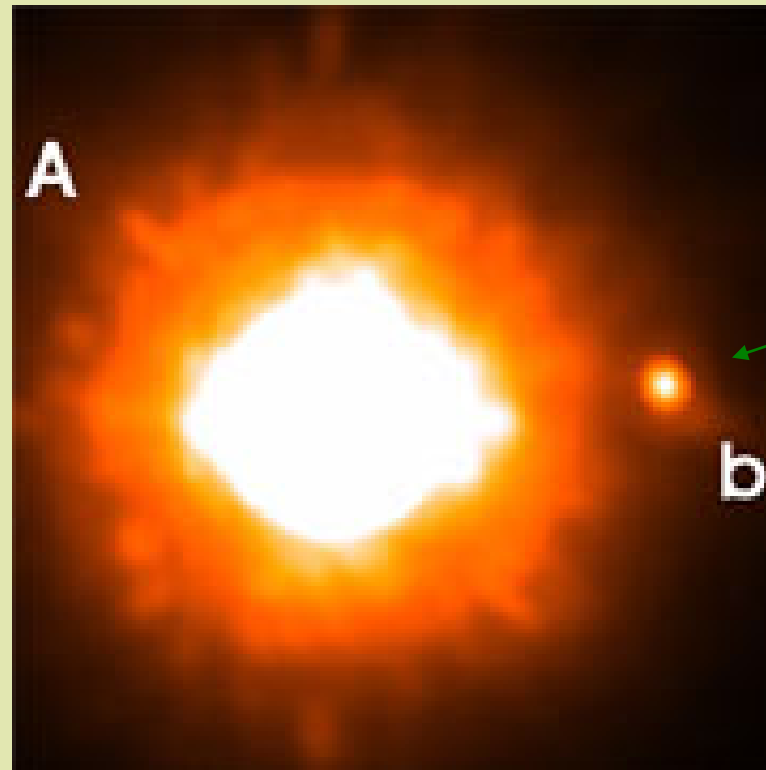
son objetos de luminosidad muy baja ($\sim 10^{-9} L_{\text{sol}}$)

Solo 4 exoplanetas
han sido observados.

Ejemplo:

GQ Lupi

(observado con VLT)

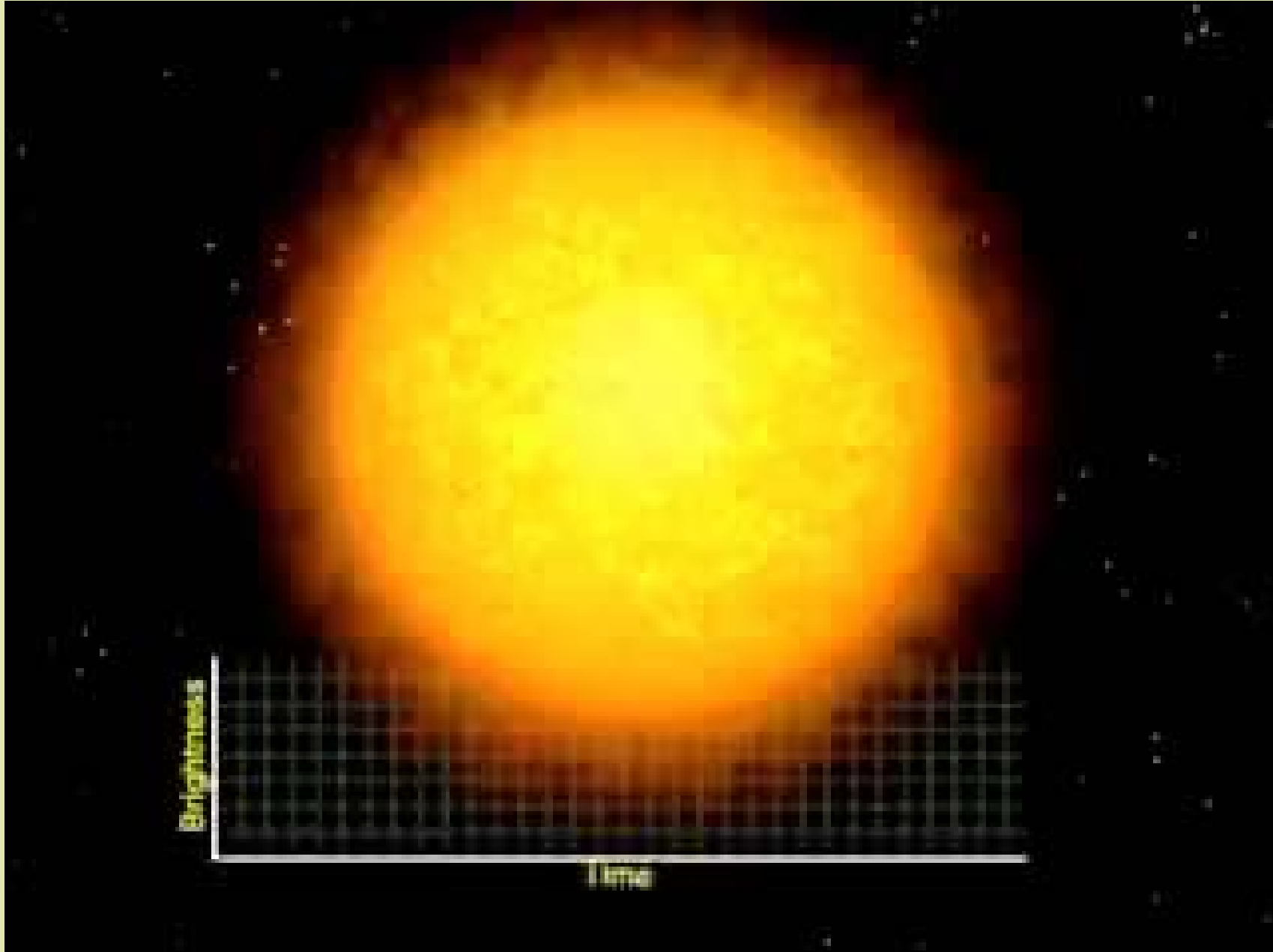


EXOPLANETA!!

SIN EMBARGO...

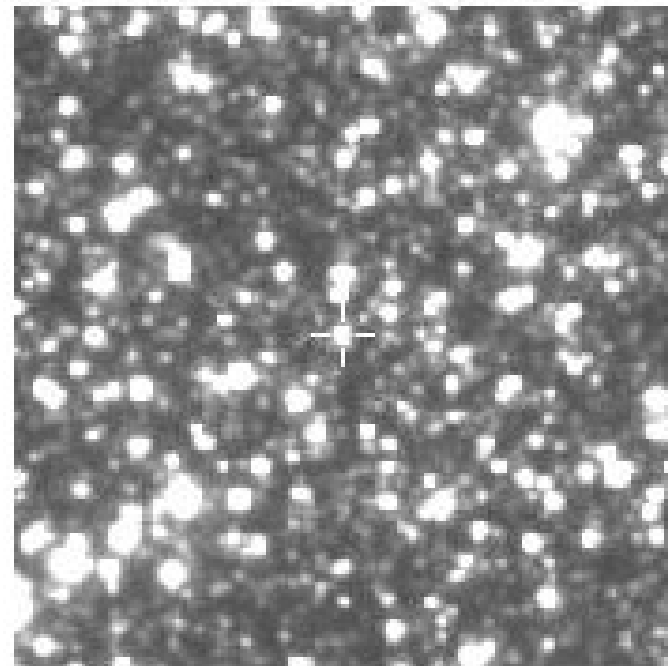
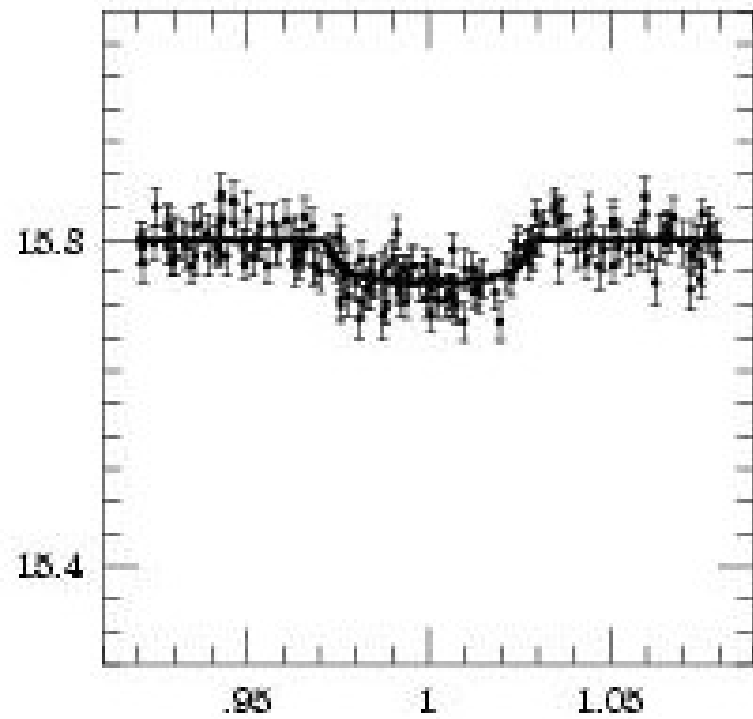
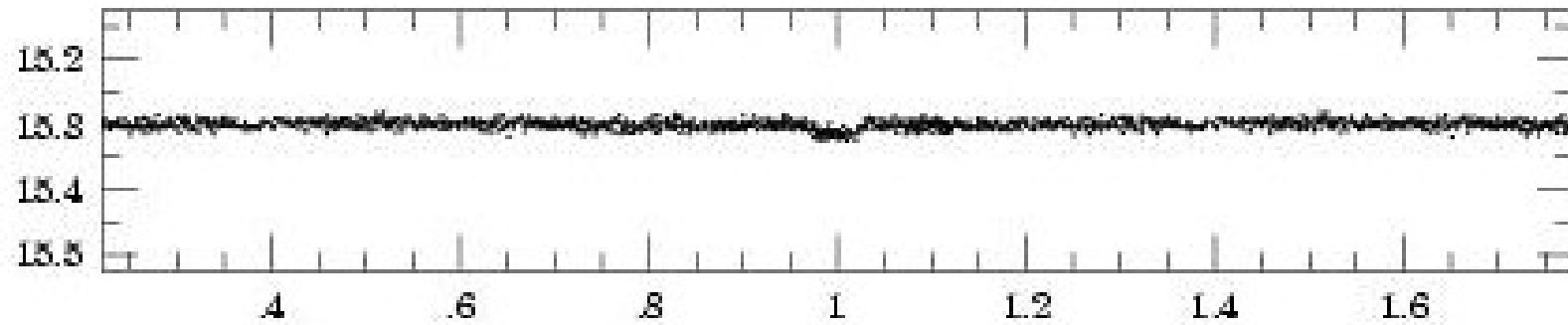
Aunque, en general, no es posible verlos,
podemos inferir su existencia a través de efectos en la estrella
(brillo y posición)

1. TRANSITO (eclipse parcial de la estrella)



1. TRANSITO

OGLE-TR-56



1. TRANSITO

RESULTADO:

- Periodo \Rightarrow semieje mayor
- Radio del planeta \Rightarrow \sim masa del planeta

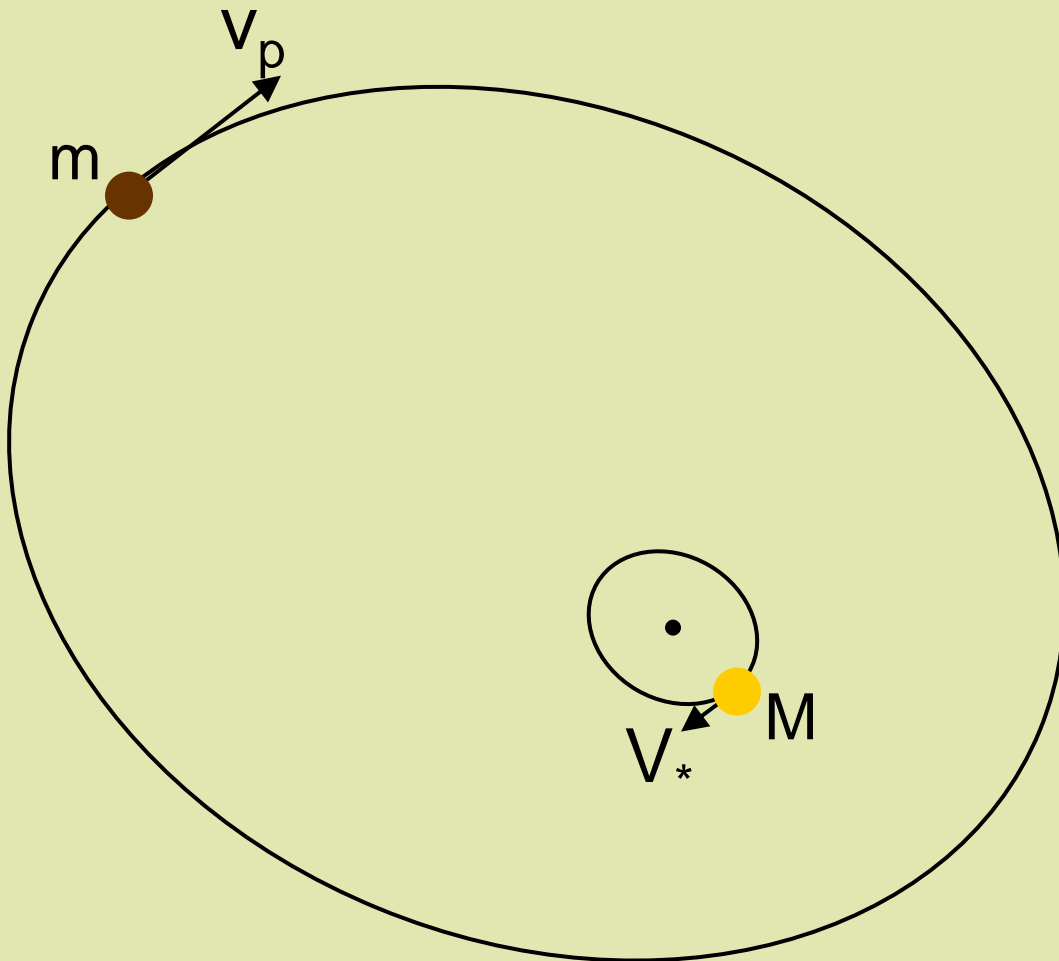
LIMITACIONES:

- Solo se pueden observar planetas cuyas órbitas crucen la estrella
 \Rightarrow limitaciones en la inclinación de la órbita respecto del observador
- Mas fácil detectar planetas gigantes (mayor sombra)
y muy próximos a la estrella (menor periodo)
 \Rightarrow limitaciones en tamaño y semieje del planeta

2. MÉTODO DOPPLER

La Idea: De igual forma que la estrella atrae al planeta, el planeta también atrae a la estrella.

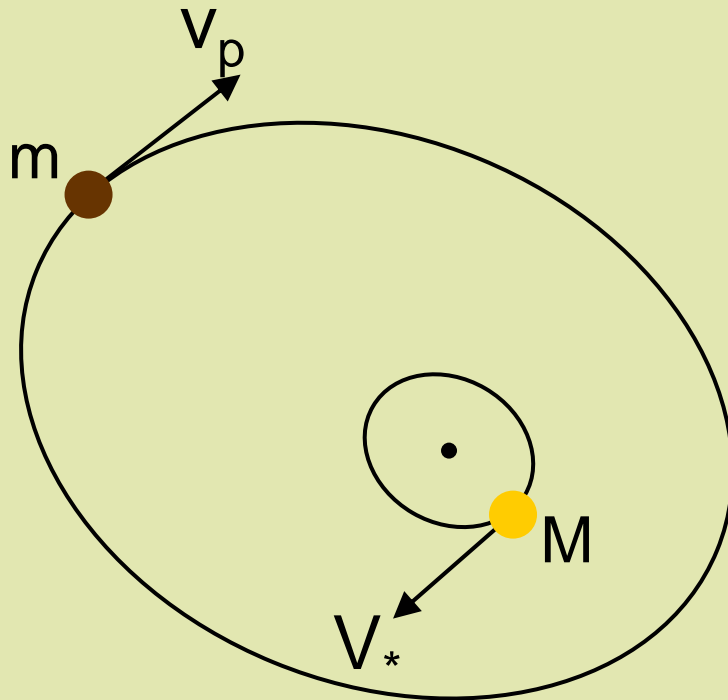
⇒ Debido a la presencia de un planeta, la estrella se moverá con velocidad V_*



2. MÉTODO DOPPLER

La Idea: De igual forma que la estrella atrae al planeta, el planeta también atrae a la estrella.

⇒ Debido a la presencia de un planeta, la estrella se moverá con velocidad V_*



- V_* será mayor si el planeta esta mas cerca de la estrella

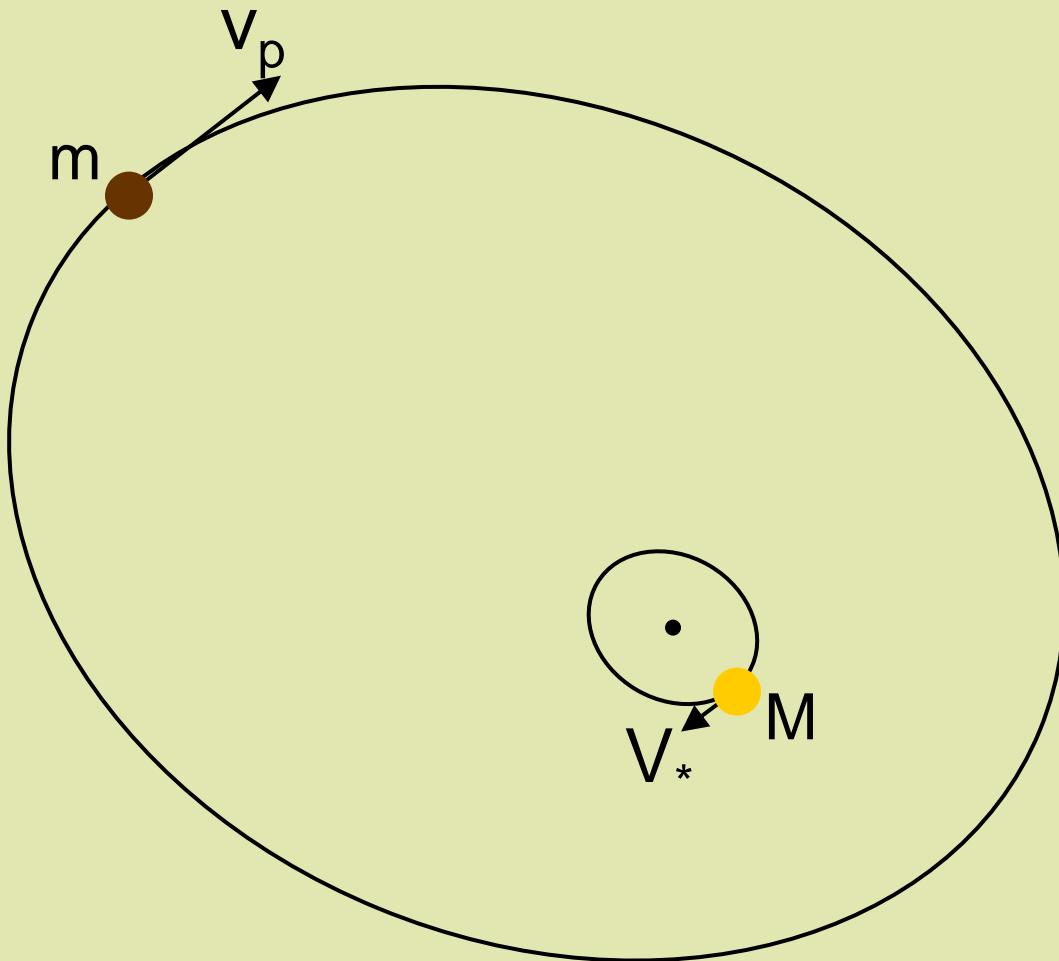
2. MÉTODO DOPPLER

La Idea: De igual forma que la estrella atrae al planeta, el planeta también atrae a la estrella.

⇒ Debido a la presencia de un planeta, la estrella se moverá con velocidad V_*

- V_* será mayor si el planeta esta mas cerca de la estrella

o, también....



2. MÉTODO DOPPLER

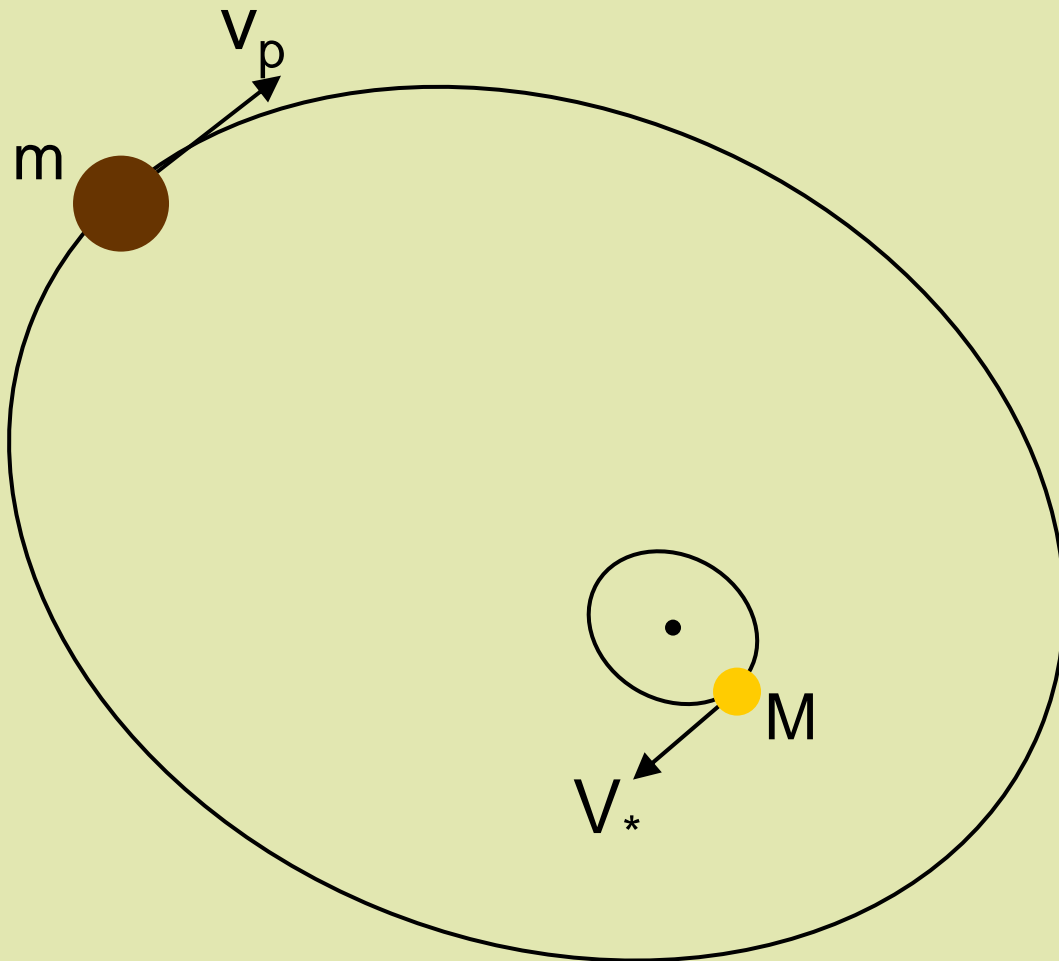
La Idea: De igual forma que la estrella atrae al planeta, el planeta también atrae a la estrella.

⇒ Debido a la presencia de un planeta, la estrella se moverá con velocidad V_*

- V_* será mayor si el planeta esta mas cerca de la estrella

o, también....

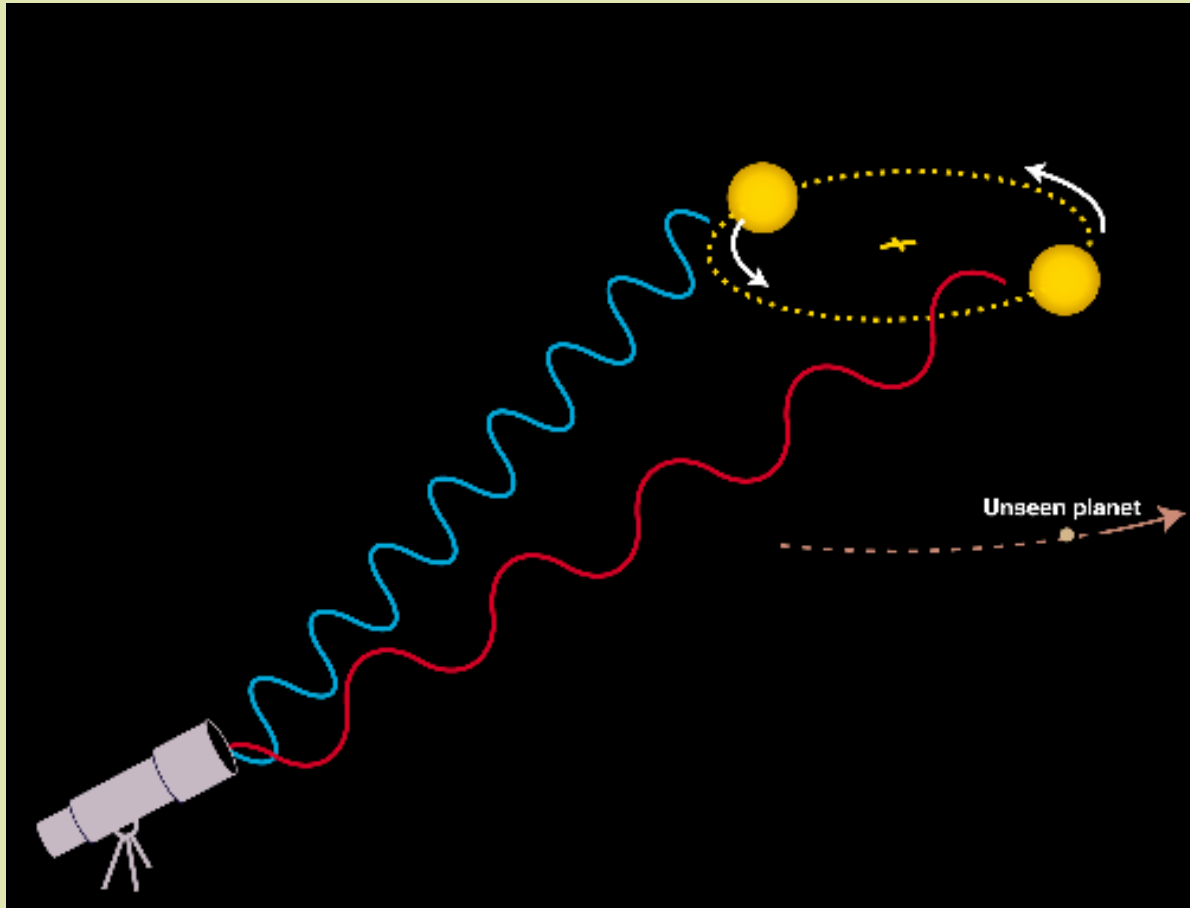
- V_* será mayor si el planeta es mas masivo



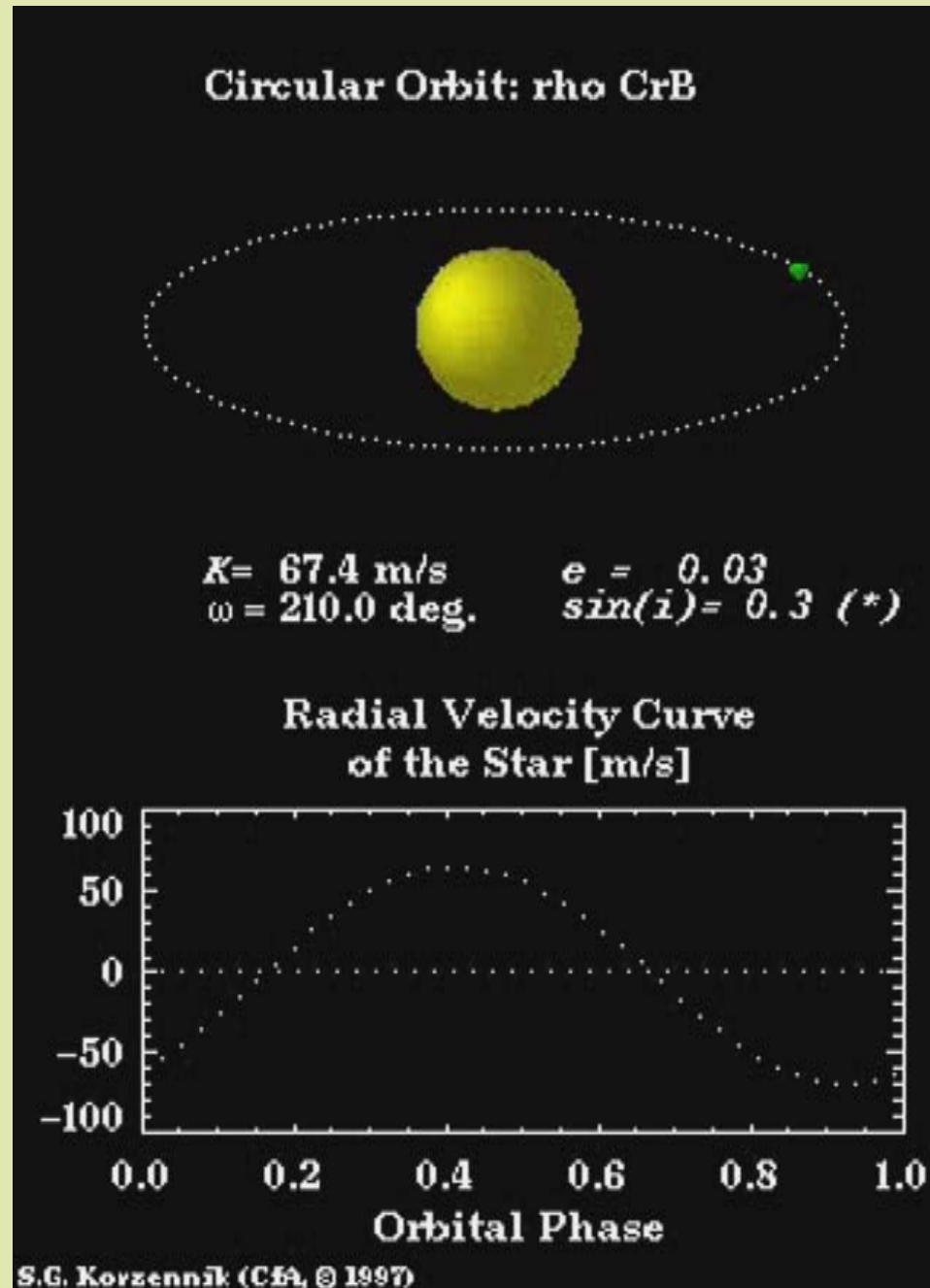
2. MÉTODO DOPPLER

Método Doppler: Consiste en medir la componente radial de V_*

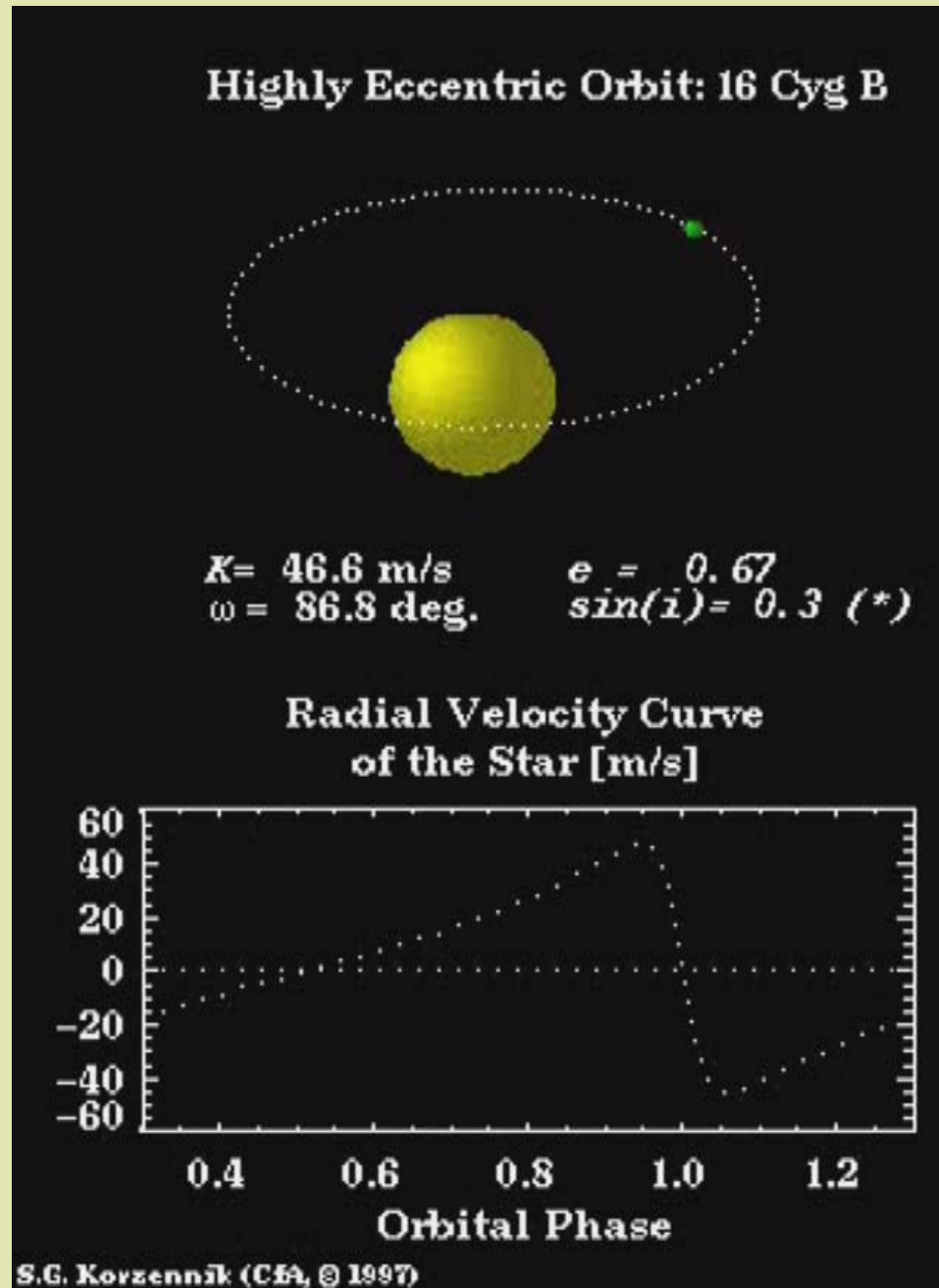
...o sea, medir la velocidad con que se aleja o acerca al observador



2. MÉTODO DOPPLER



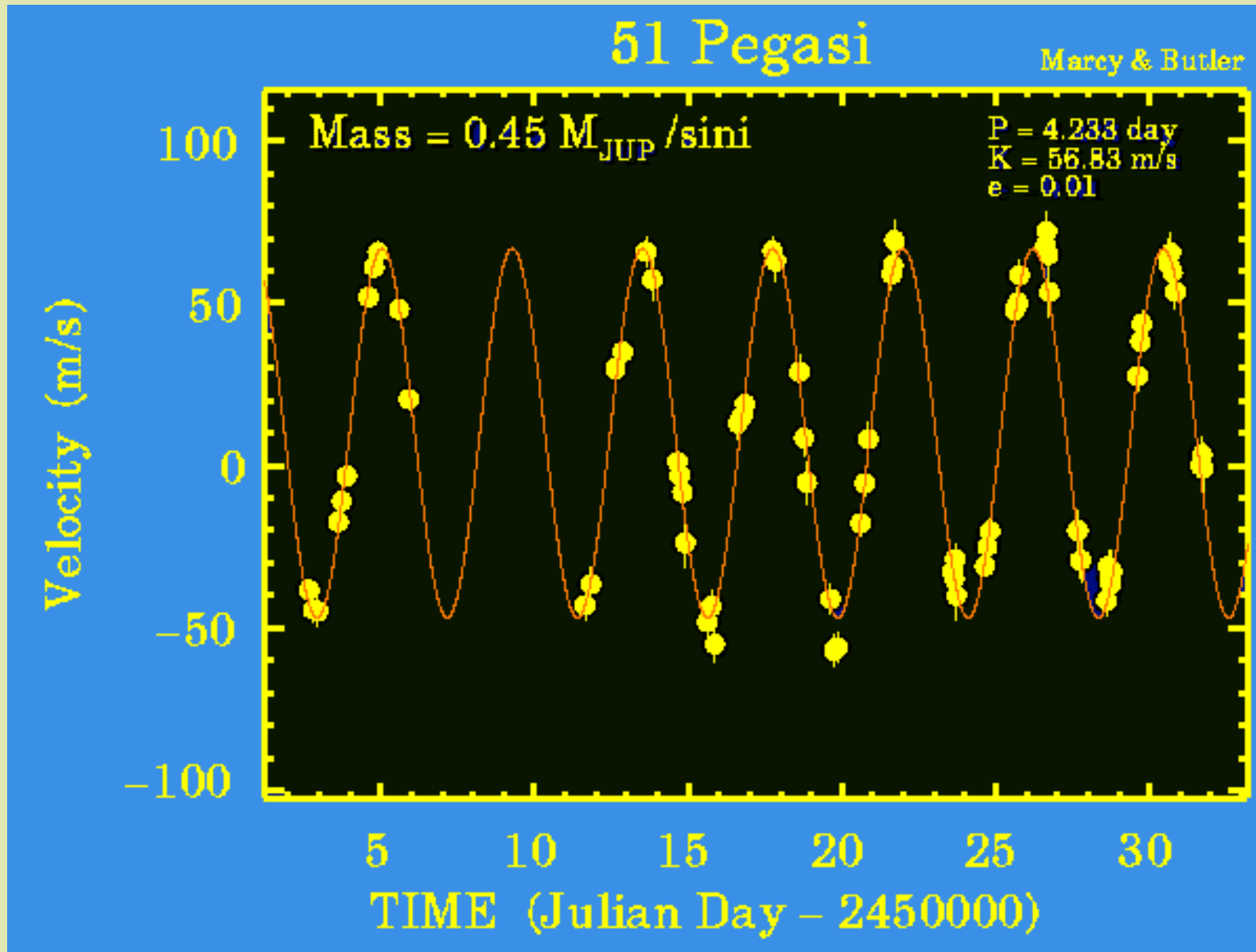
2. MÉTODO DOPPLER



2. MÉTODO DOPPLER

● OBSERVACIONES

— AJUSTE ORBITAL



PLANETAS DETECTABLES:

RESULTADO:

Doppler permite identificar:

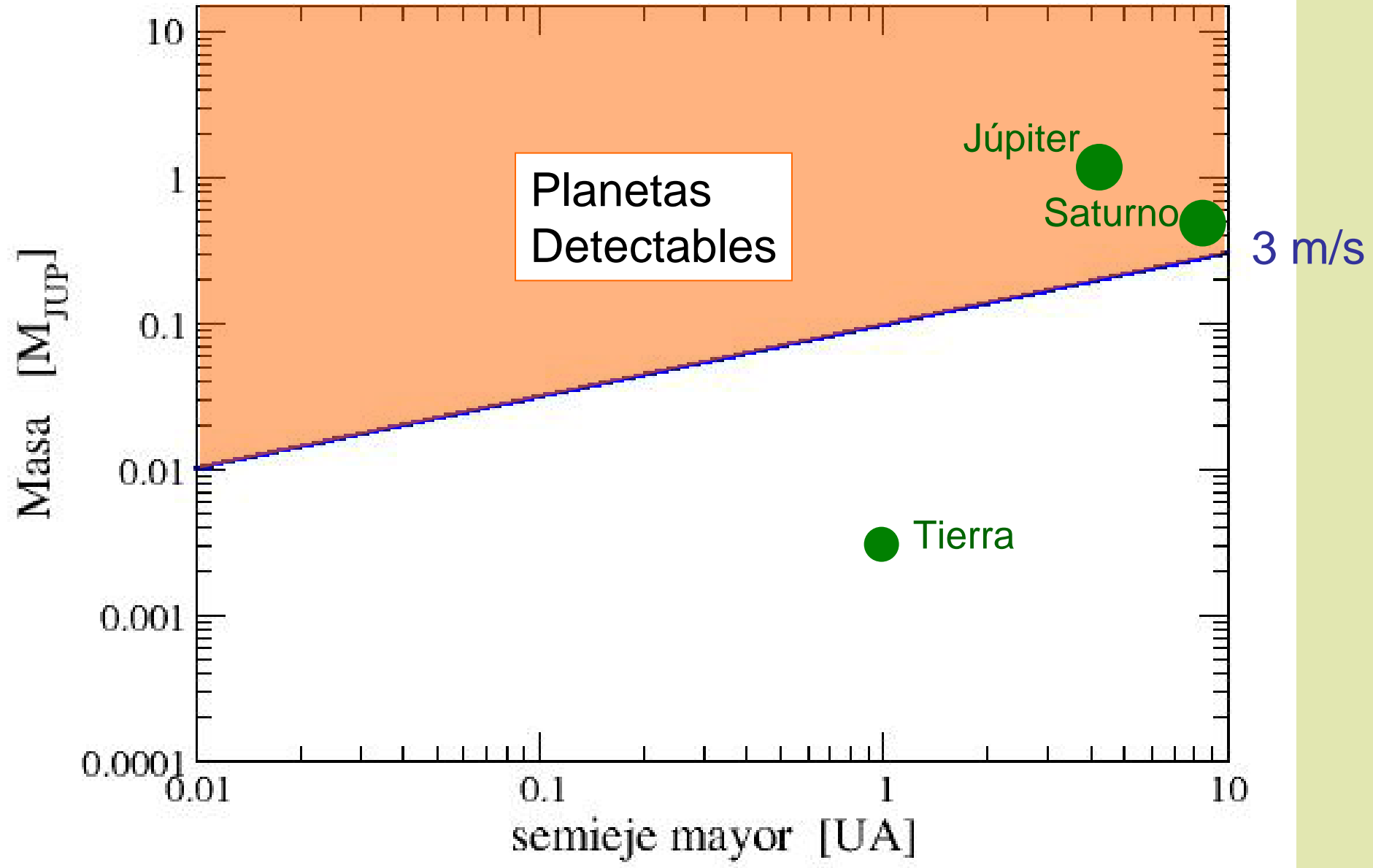
semieje mayor del planeta
excentricidad
masa mínima

LIMITACIONES: Instrumental detecta $V_* > 3$ m/s

⇒ Si el planeta es muy pequeño, no podremos detectar V_* .

⇒ Si el semieje del planeta es grande, tampoco.

PLANETAS DETECTABLES

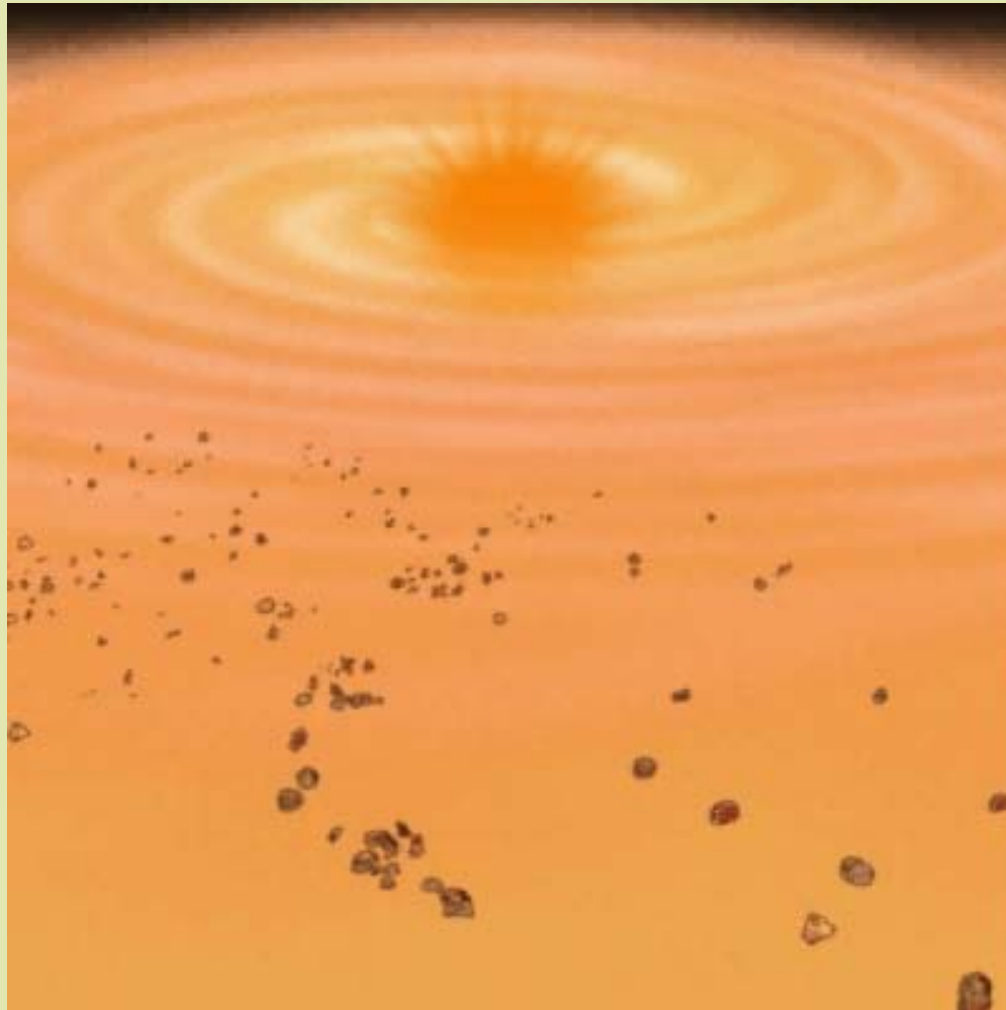


QUÉ TIPO DE EXOPLANETAS ESPERAMOS?

- Solo permiten detectar planetas gigantes (no terrestres).

QUÉ TIPO DE EXOPLANETAS ESPERAMOS?

- Solo permiten detectar planetas gigantes (no terrestres).
- Las Teorías de Formación Planetaria están basadas en acreción de planetesimales

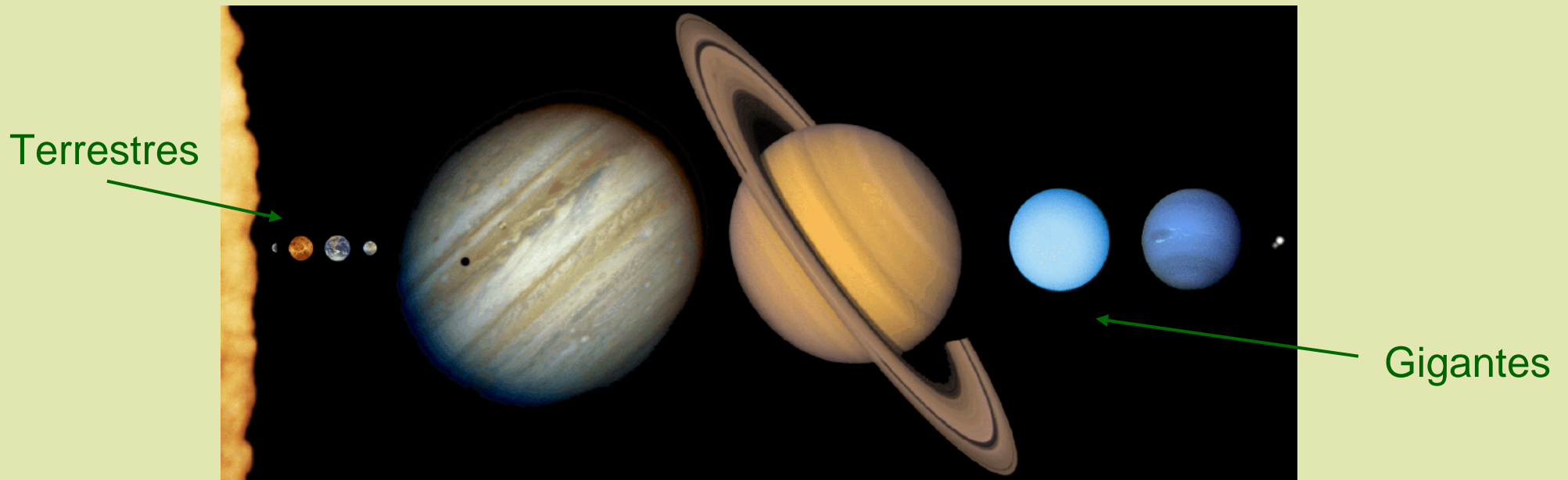


QUÉ TIPO DE EXOPLANETAS ESPERAMOS?

- Estas Teorías (todas basadas en nuestro Sistema Solar) predicen:

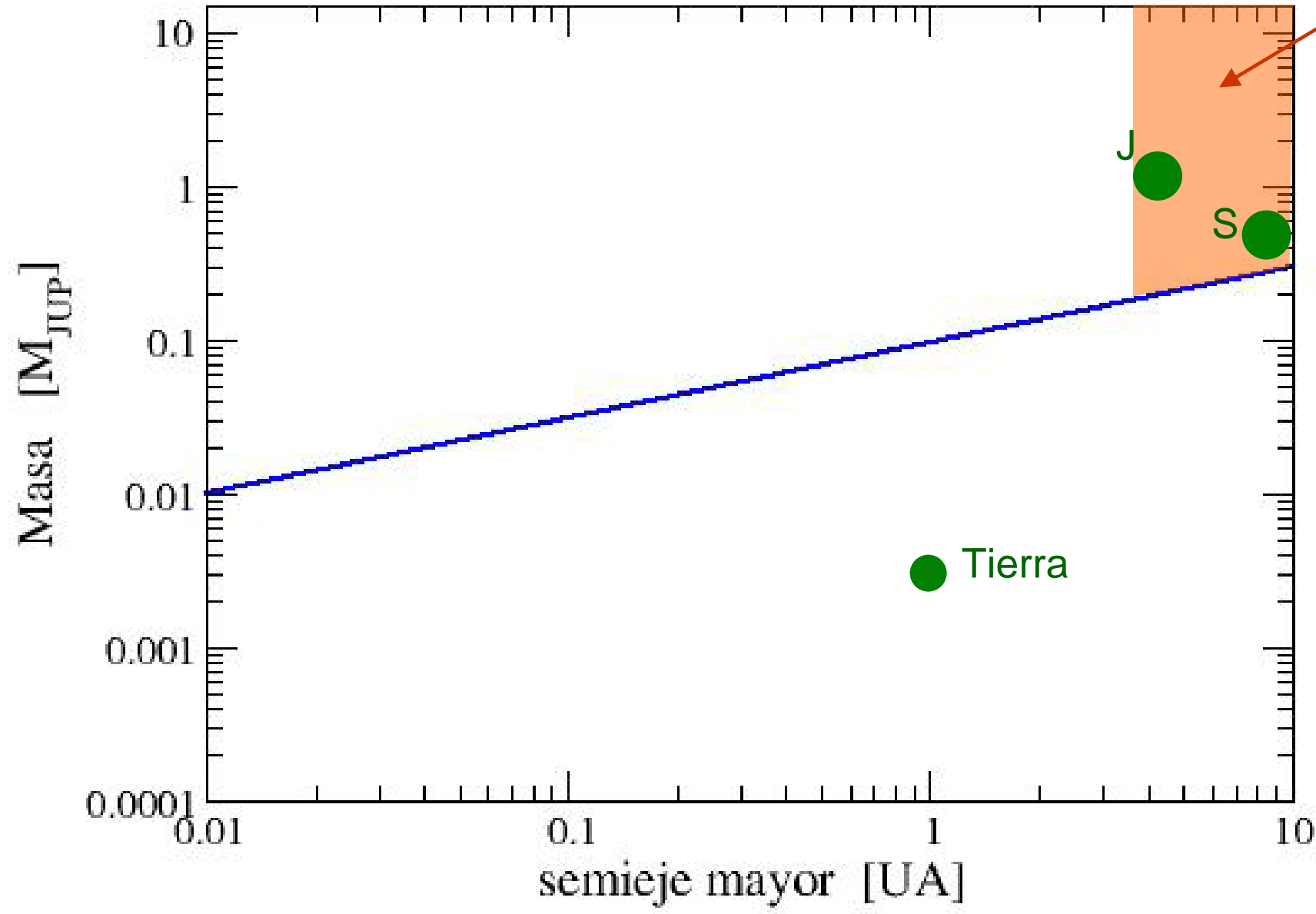
Planetas gigantes solo con $a > 4 \text{ UA}$

Orbitas prácticamente circulares: $e \sim 0$



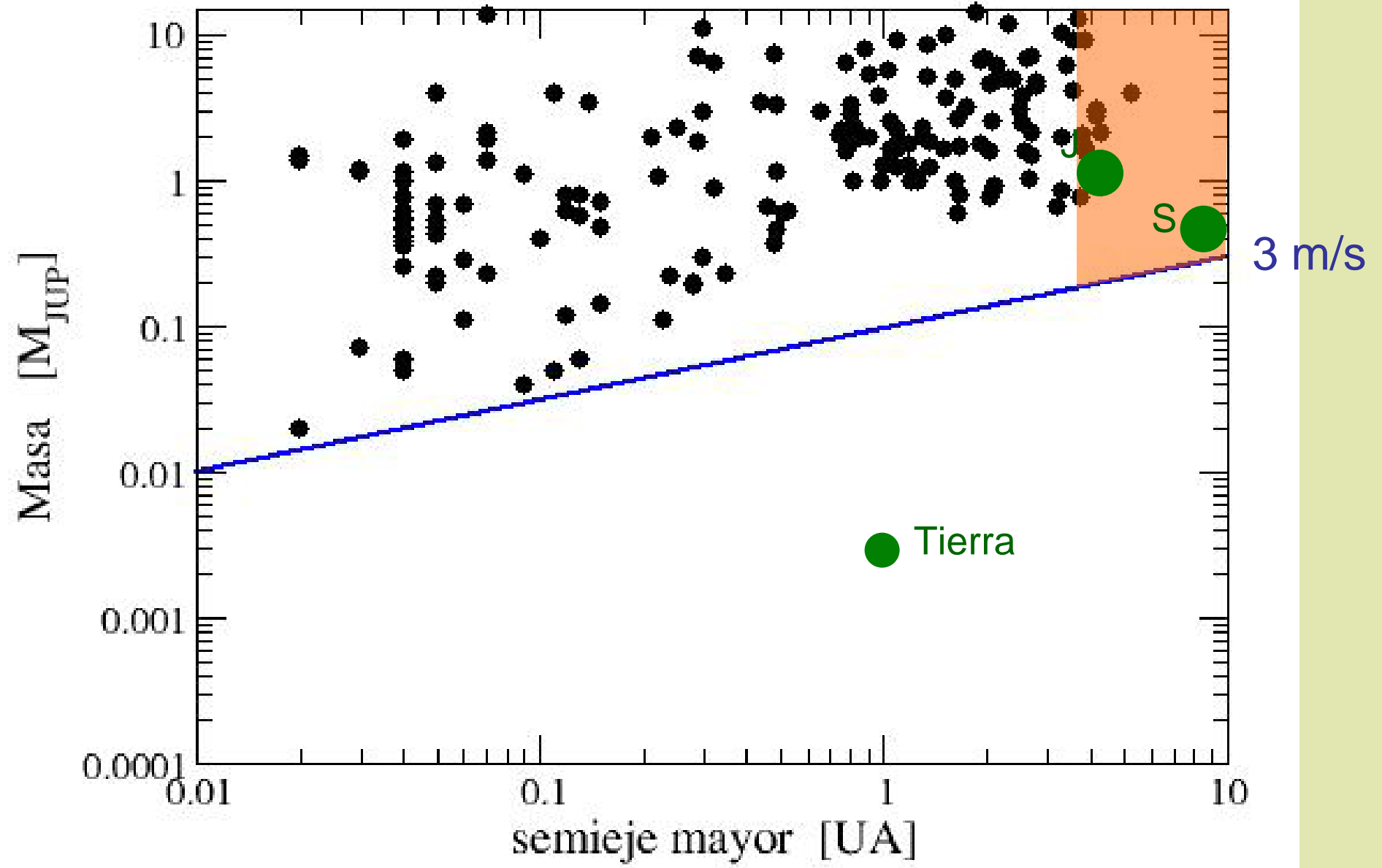
PLANETAS GIGANTES DETECTABLES (?)

Planetas Detectables



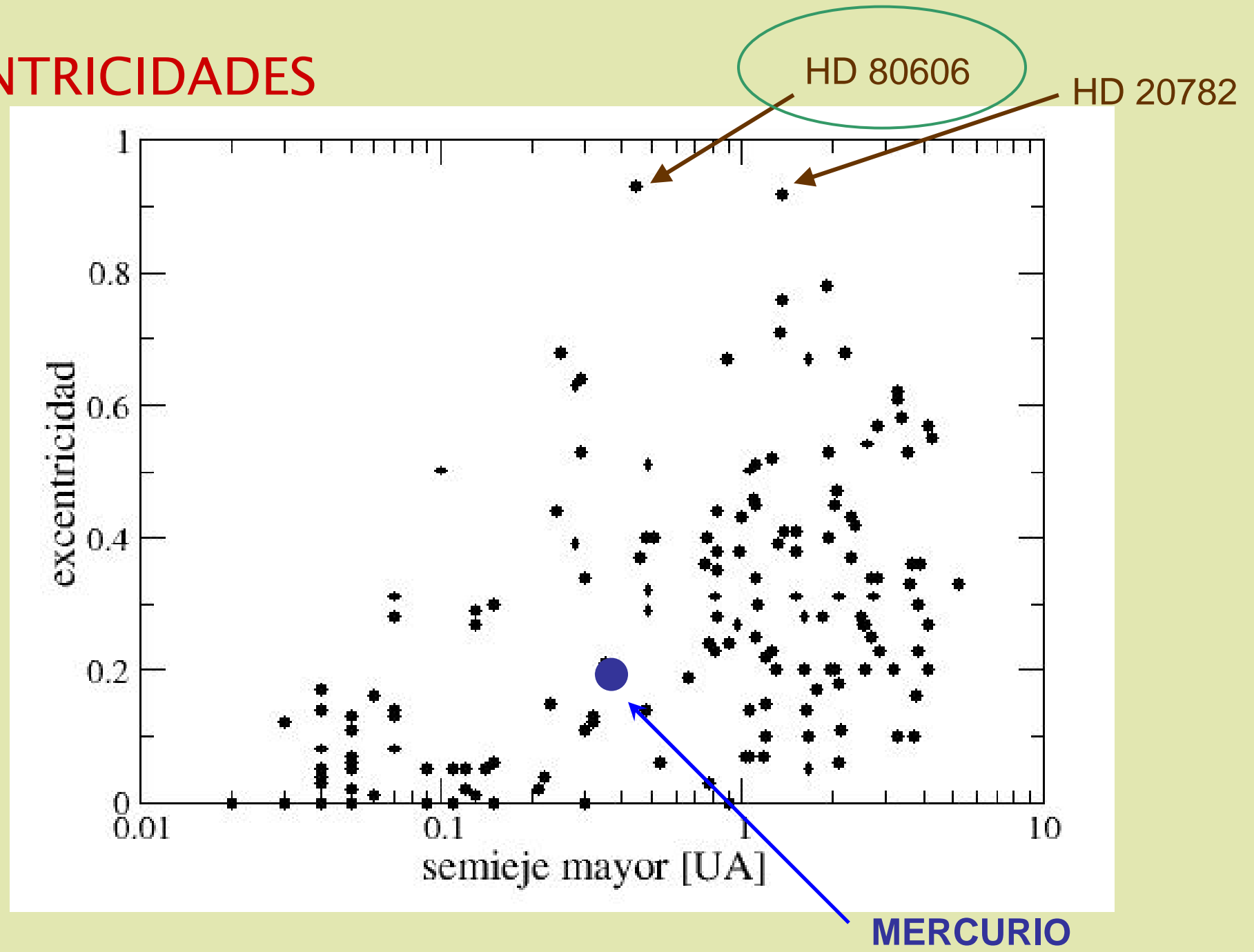
3 m/s

PLANETAS DETECTADOS (!)



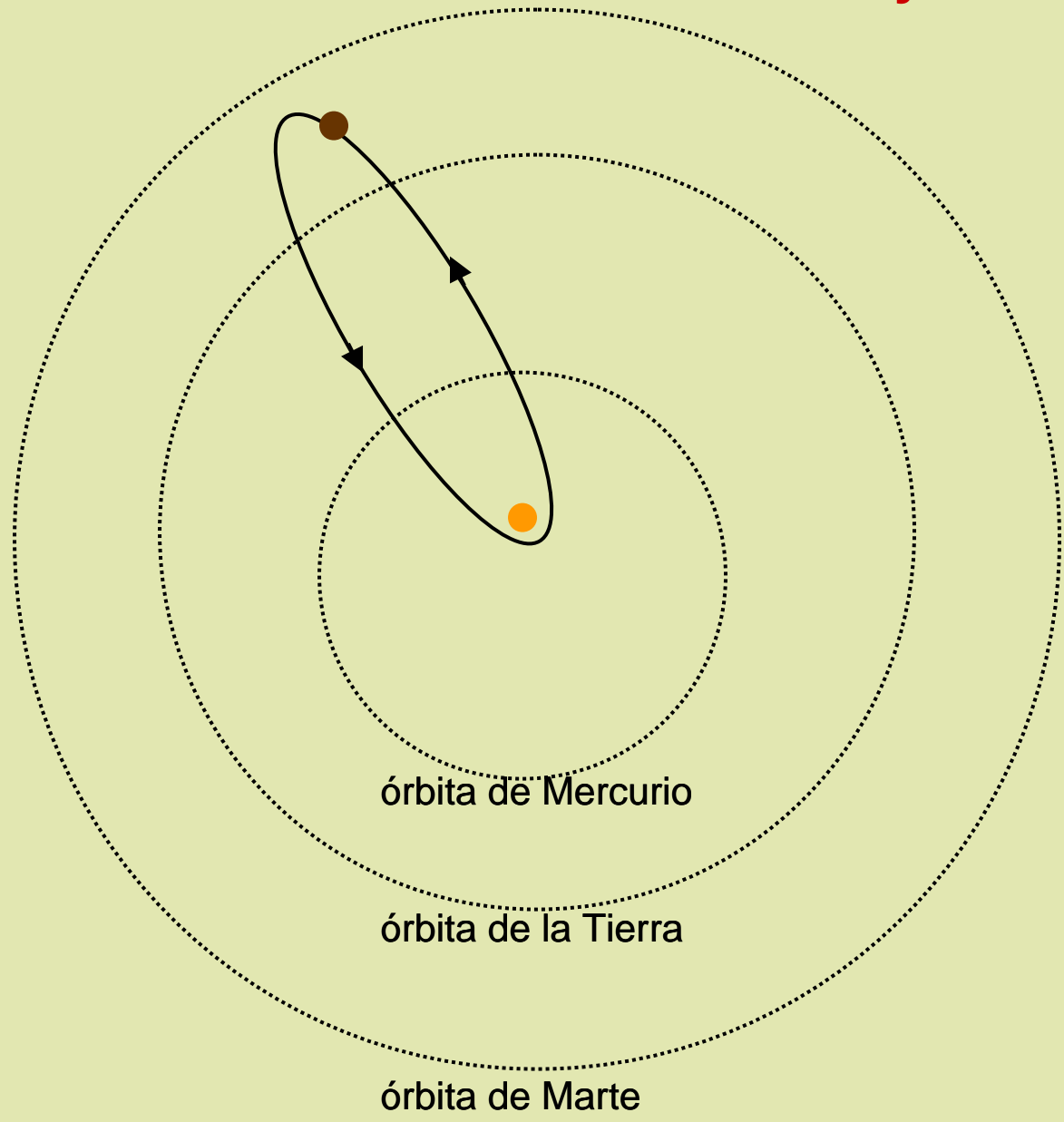
PLANETAS DETECTADOS

EXCENTRICIDADES



PLANETAS DETECTADOS

HD 80606 ($m \sim 3M_{JUP}$)



PLANETAS DETECTADOS

PROBLEMAS...

NO TANTO....QUE CASI NO DETECTEMOS PLANETAS GIGANTES COMO
NUESTRO JÚPITER Y SATURNO
(RECIÉN AHORA ESTAMOS EN CONDICIONES DE HACERLO)

NO TANTO....QUE NO DETECTEMOS PLANETAS TERRESTRES
(MAS ALLA DE NUESTRAS POSIBILIDADES ACTUALES)

SINO.....QUE HEMOS DETECTADO **185** PLANETAS, LA MAYOR
PARTE DE LOS CUALES NO DEBERÍA EXISTIR.

ALTERNATIVAS?

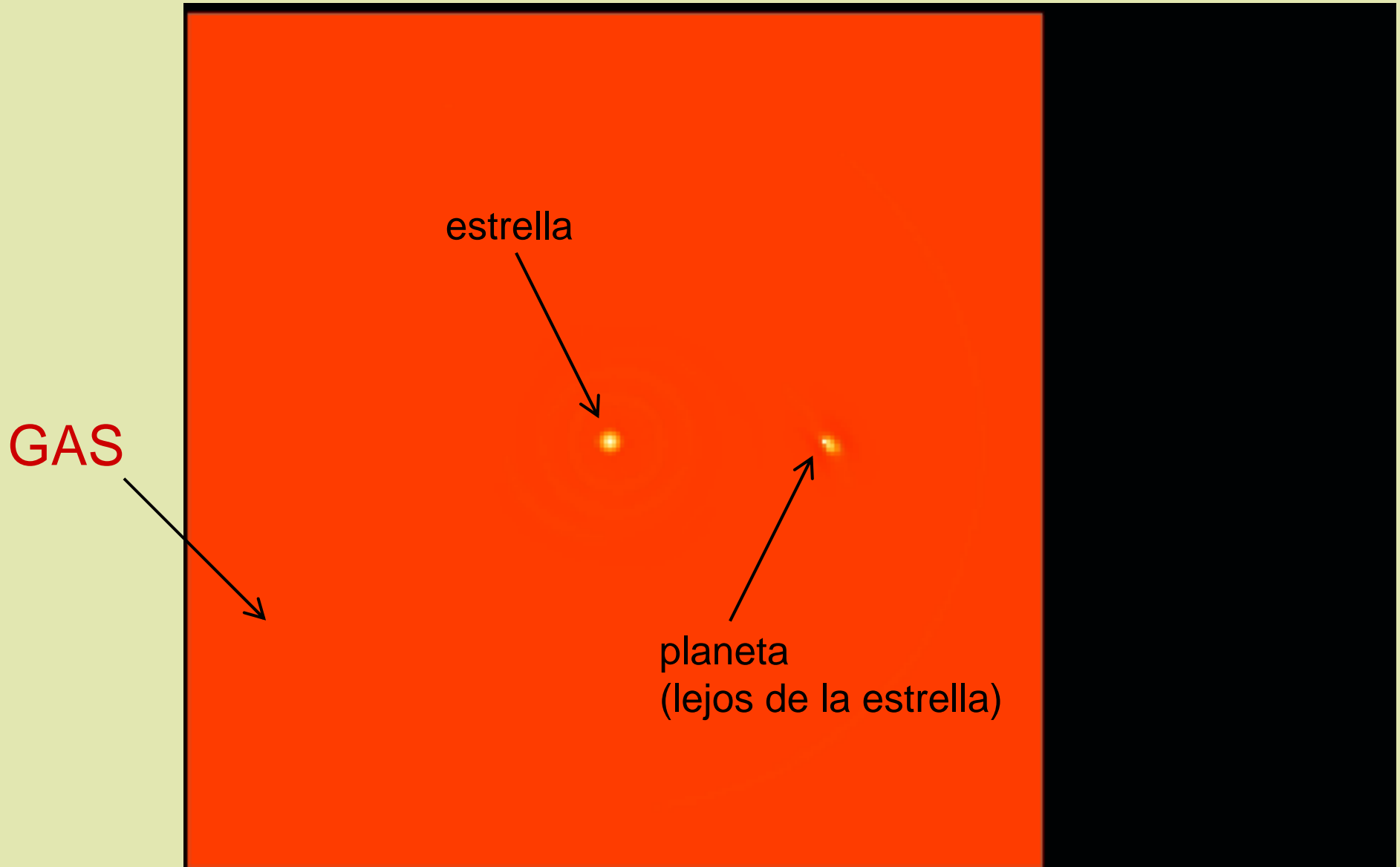
ALTERNATIVAS (LA GRAN LUCHA)

- 1). Los exoplanetas no se formaron como nuestro Sistema Solar.
 - a). SE FORMARON COMO ESTRELLAS DE BAJA MASA
 - b). AUNQUE EL PROCESO DE FORMACIÓN FUE SIMILAR AL NUESTRO, DIFERENCIAS EN LA NEBULOSA PRIMORDIAL (MASA, ROTACIÓN, TEMPERATURA, ETC.) DIERON ORIGEN A PLANETAS MUY DIFERENTES

- 2). Formación Estándar, pero existió una “migración” de los planetas hasta sus posiciones actuales.

MIGRACIÓN PLANETARIA

INTERACCIÓN FUERTE ENTRE UN PLANETA GIGANTE Y LA NUBE PRIMORDIAL



CUAL ALTERNATIVA ES LA CORRECTA?

No sabemos.

Cada una consigue explicar algunas características (o algunos casos), pero aun no poseemos una Teoría General que sea válida siempre.

Será que existe una Teoría General? No sabemos.

Por qué nuestro Sistema Solar es diferente?

Por efectos de selección, será que detectamos principalmente exoplanetas extraños?

O será que nosotros somos los extraños?

OTROS CASOS DE EXOPLANETAS EXTRAÑOS

1. JÚPITER CALIENTES:

- Son planetas gigantes muy cerca de la estrella ($a < 0.1$ UA)
- Estudios de su dinámica indican que están cayendo a la estrella, con tiempos de vida $\sim 10^8$ - 10^9 años.
- Algunos (e.g. HD 209458 “OSIRIS”) sufren evaporación de su atmósfera debido al sobrecalentamiento estelar.

Como se formaron?

Quizás: Formación lejos de la estrella + migración posterior

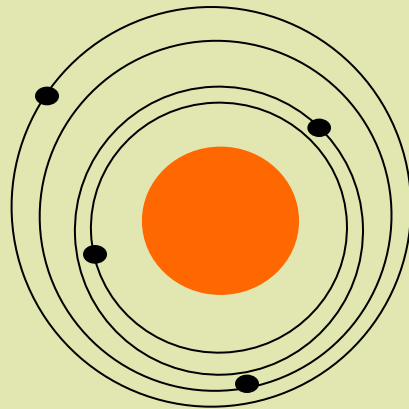
OTROS CASOS DE EXOPLANETAS EXTRAÑOS

2. PLANETAS EN SISTEMAS ESTELARES BINARIOS

Hasta 1995, nadie pensaba que podrían formarse planetas en binarias

POR QUÉ?

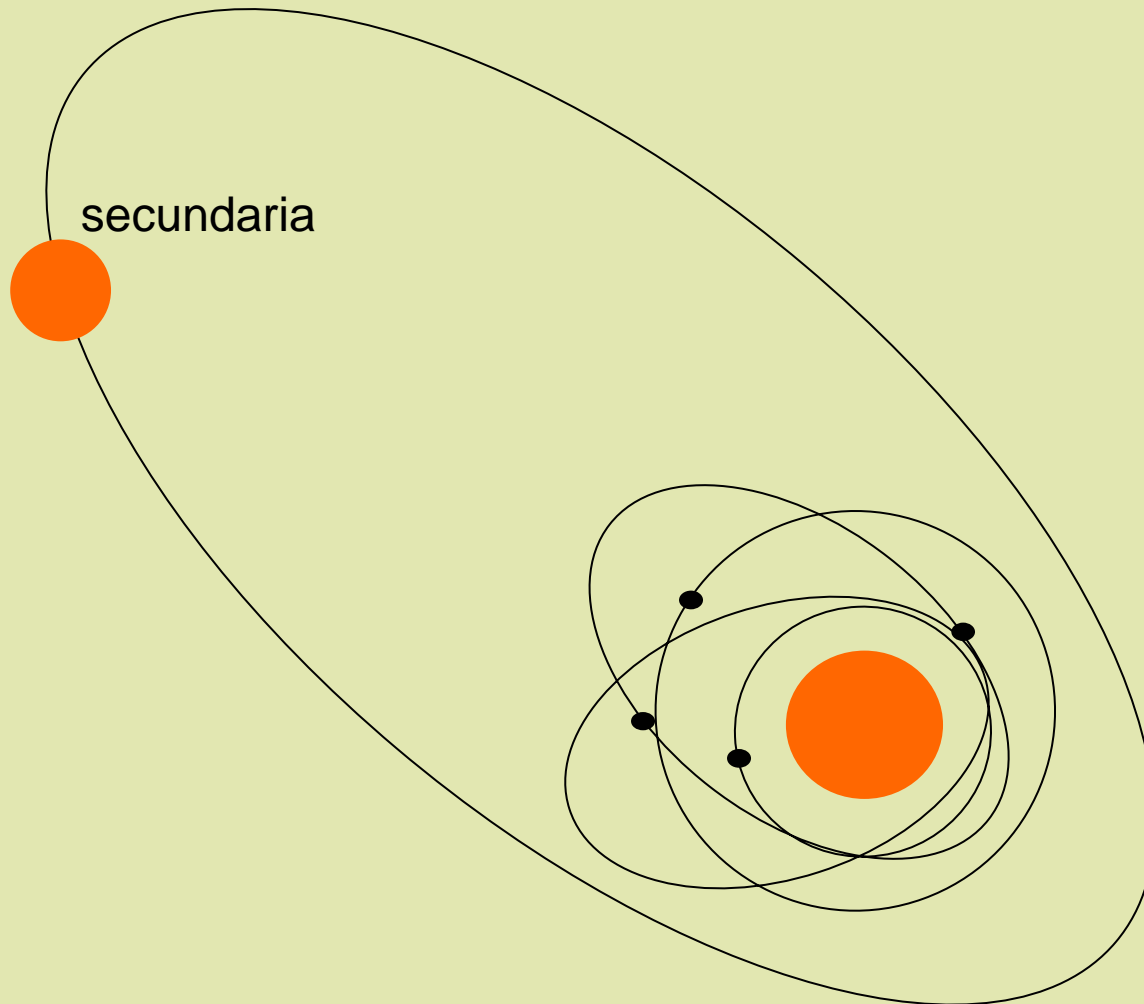
Crecimiento de planetas a partir de planetesimales requiere órbitas parecidas entre los cuerpos.



OTROS CASOS DE EXOPLANETAS EXTRAÑOS

2. PLANETAS EN SISTEMAS ESTELARES BINARIOS

Hasta 1995, nadie pensaba que podrían formarse planetas en binarias



POR QUÉ?

Crecimiento de planetas a partir de planetesimales requiere órbitas parecidas entre los cuerpos.

Una segunda estrella excita las excentricidades, impidiendo que las colisiones resulten en cuerpos mayores.

OTROS CASOS DE EXOPLANETAS EXTRAÑOS

2. PLANETAS EN SISTEMAS ESTELARES BINARIOS

Hasta 1995, nadie pensaba que podrían formarse planetas en binarias

Hoy conocemos mas de 20 exoplanetas alrededor de estrellas binarias

3 planetas en estrellas binarias cercanas ($d < 20$ UA)

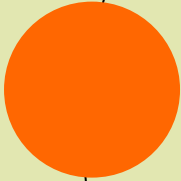
- HD41004
- Gliese 86
- γ Cephei

Como se formaron?

Marzari & Scholl (2000): Resonancias Seculares

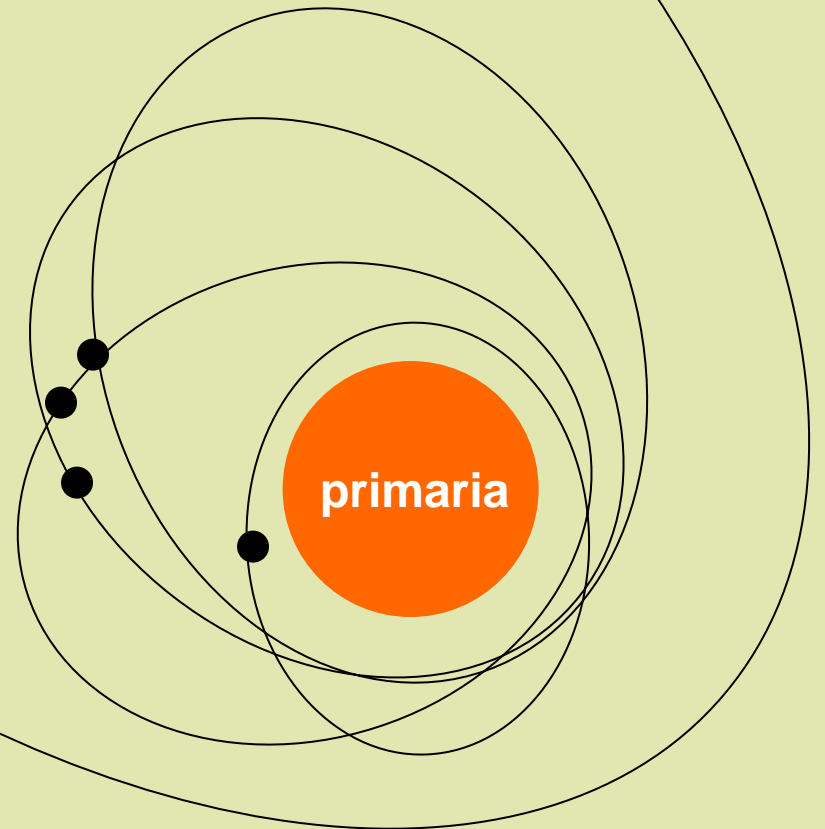
Marzari & Scholl (2000):

secundaria



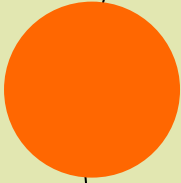
En ciertas condiciones....

(e.g. Interacciones débiles con gas, distribución adecuada de tamaño de los planetesimales, etc.)



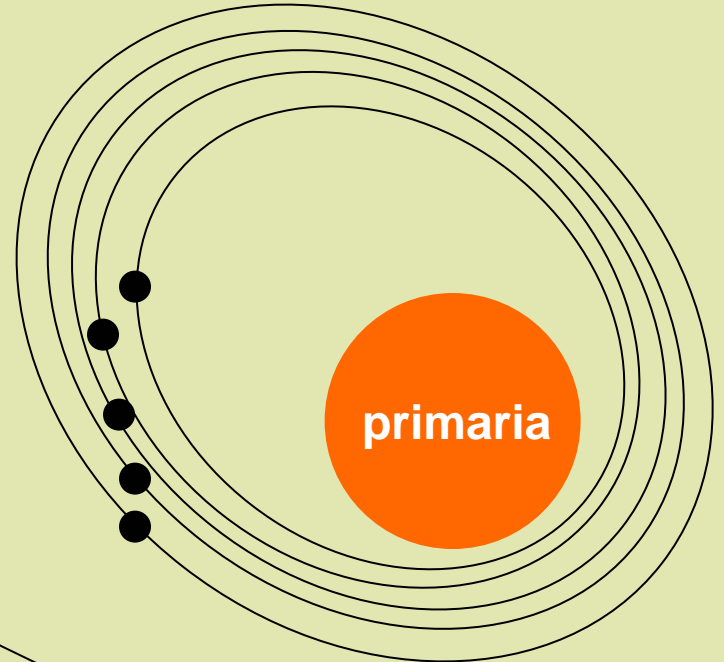
Marzari & Scholl (2000):

secundaria



....las orbitas de los planetesimales se alinean con la orbita de la secundaria.

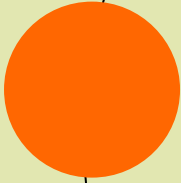
⇒ Aunque excéntricas, las orbitas son parecidas....



primaria

Marzari & Scholl (2000):

secundaria



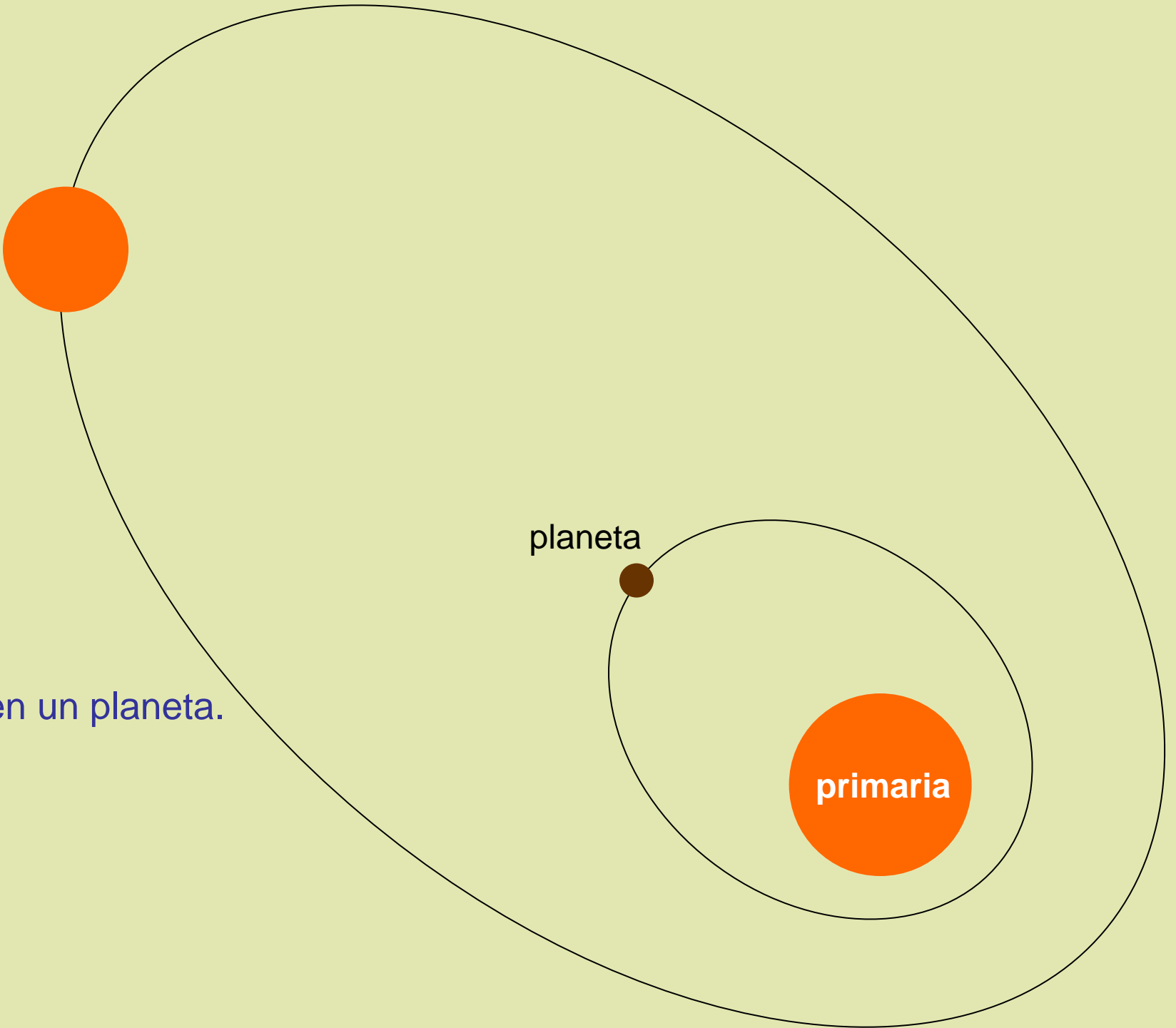
planeta



primaria

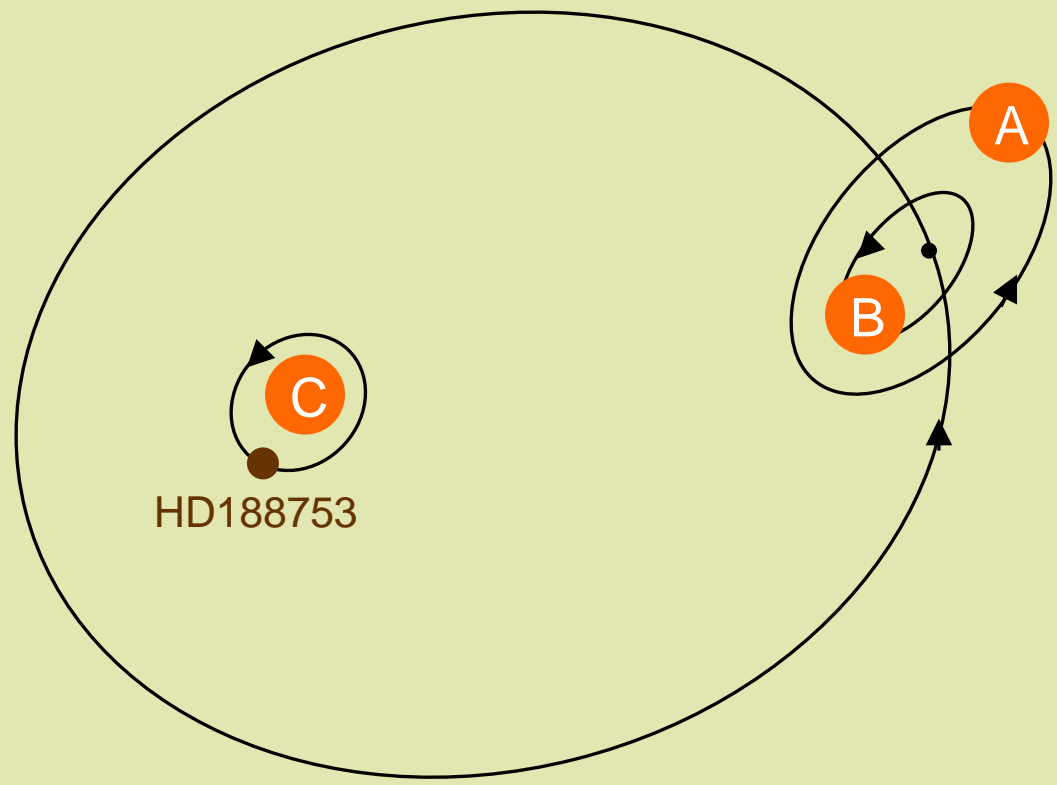


....resultando en un planeta.



OTROS CASOS DE EXOPLANETAS EXTRAÑOS

3. HD 188753 (descubierto 2005)



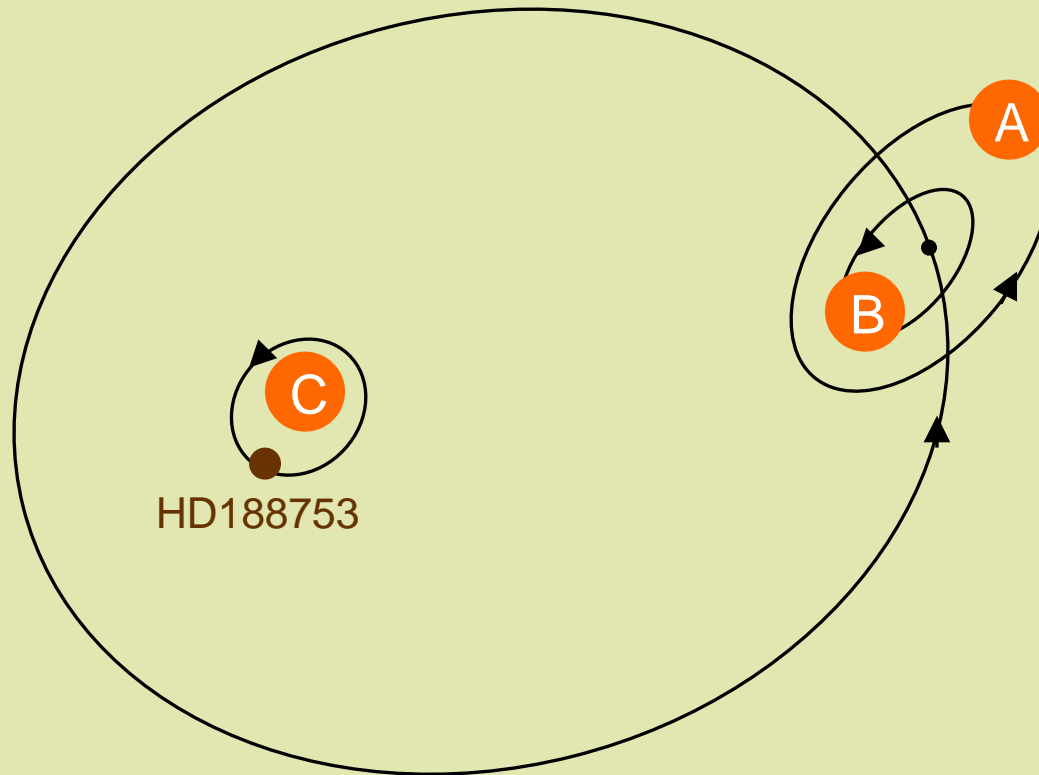
Distancia A-B: ~ 1 UA
Distancia C-AB: ~ 12 UA

Como se formó?

No se sabe

OTROS CASOS DE EXOPLANETAS EXTRAÑOS

3. HD 188753 (descubierto 2005)



Distancia A-B: ~ 1 UA

Distancia C-AB: ~ 12 UA

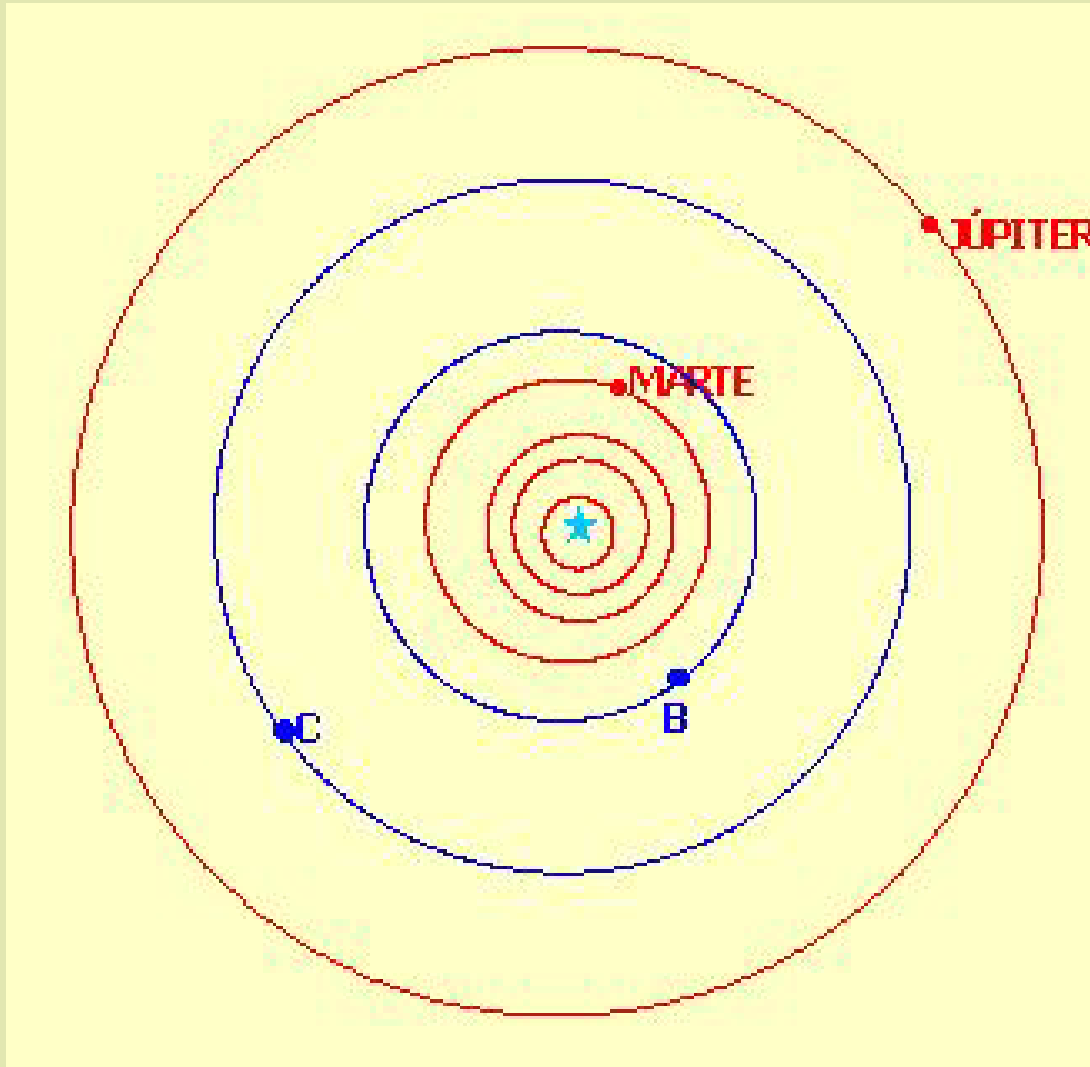
- Idea:**
1. Colisión entre dos sistemas binarios (uno con planeta)
 2. Una de las estrellas fue eyectada. La otra capturada.

EXISTE ALGÚN CASO PARECIDO AL S.SOLAR?

EXISTE ALGÚN CASO PARECIDO AL S.SOLAR?

47 Ursa Majoris

(G0V, $d=14.1$ pc , $M_*=1.03 M_{sol}$)



	Planeta b	Planeta c
Masa	2.41	0.76
a	2.1 U.A.	3.7 U.A.
e	0.06	0.1

masas en unidades de M_{JUP}

Planetas Habitables



LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES

ALGÚN EXOPLANETA CONOCIDO PUEDE ALBERGAR VIDA?

- NO SABEMOS.
DESCONOCEMOS SI VIDA PUEDE SURGIR EN CONDICIONES MUY DIFERENTES A NUESTRO PLANETA.
- PERO....PODEMOS BUSCAR SI EXISTEN EXOPLANETAS “HABITABLES” SEGÚN NUESTROS PROPIOS CRITERIOS DE VIDA.

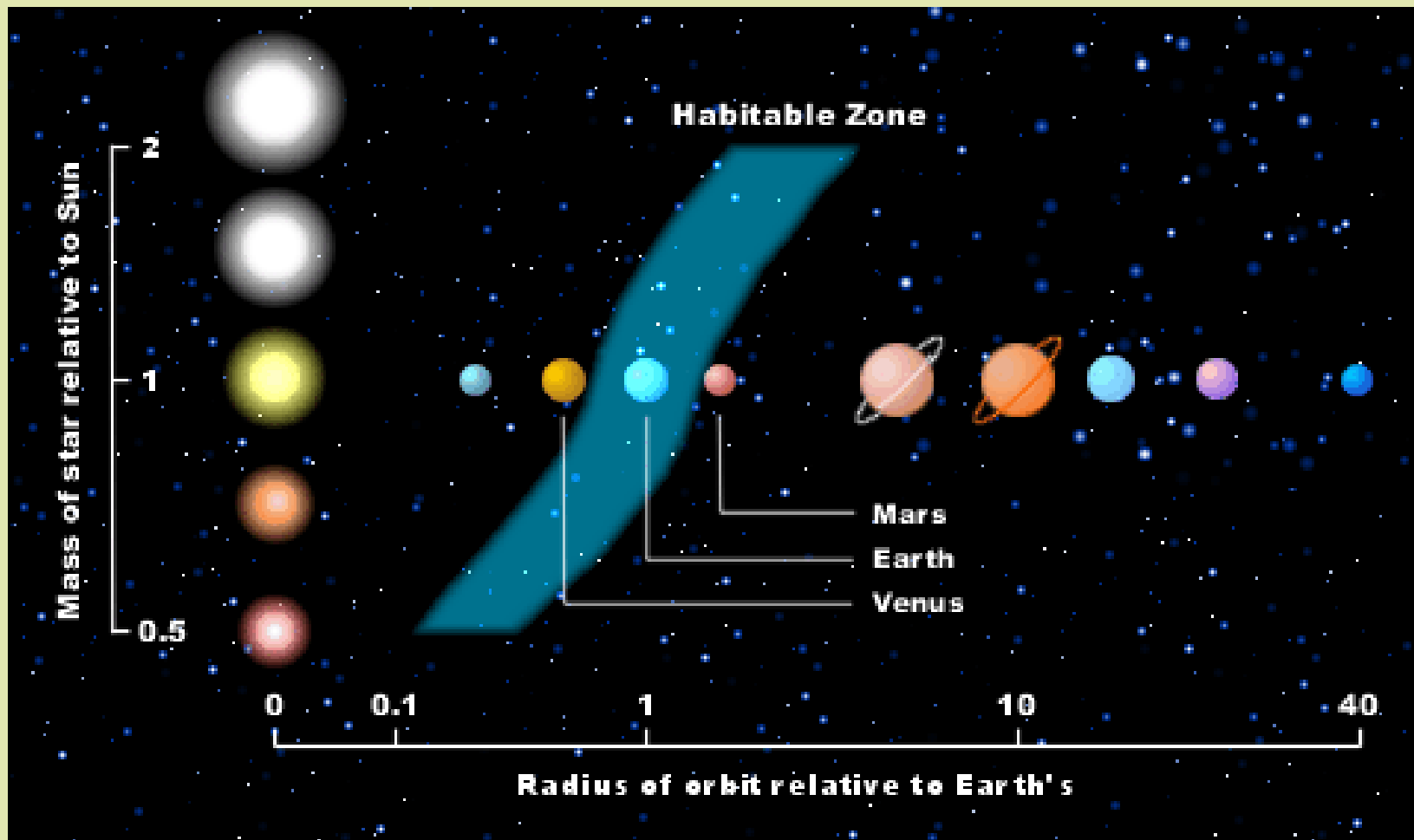
CRITERIOS DE HABITABILIDAD

1. PLANETAS ROCOSOS (NO PUEDEN SER GIGANTES)
2. ATMÓSFERA (NO PUEDEN SER MUY PEQUEÑOS)
3. POSEER AGUA EN FORMA LIQUIDA

LA REGION DE HABITABILIDAD

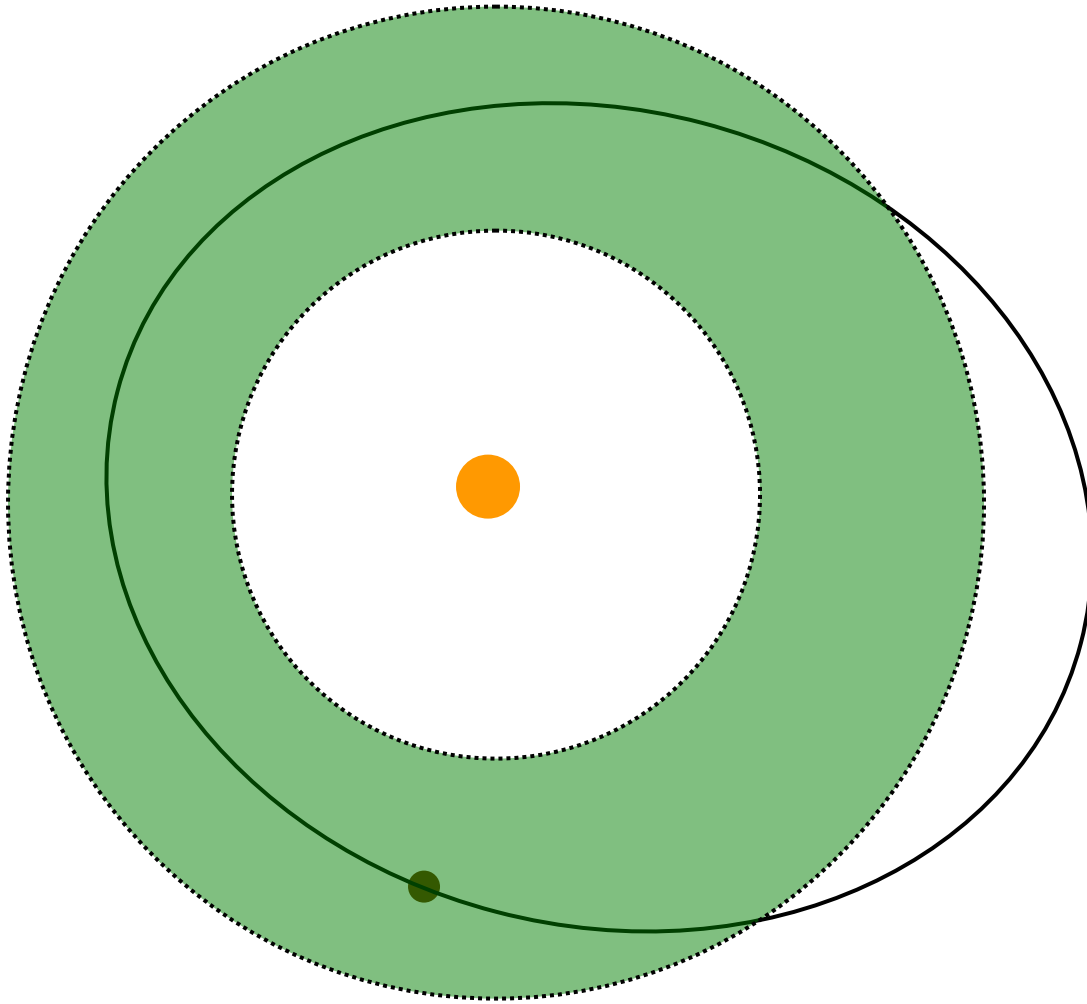
LA CONDICIÓN DE AGUA LIQUIDA SE TRADUCE A DISTANCIAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS PARA EL PLANETA RESPECTO DE LA ESTRELLA.

$$M_* = M_{\text{sol}} \Rightarrow a \sim 0.8 - 1.2 \text{ U.A.}$$



LA REGION DE HABITABILIDAD

ZONA HABITABLE

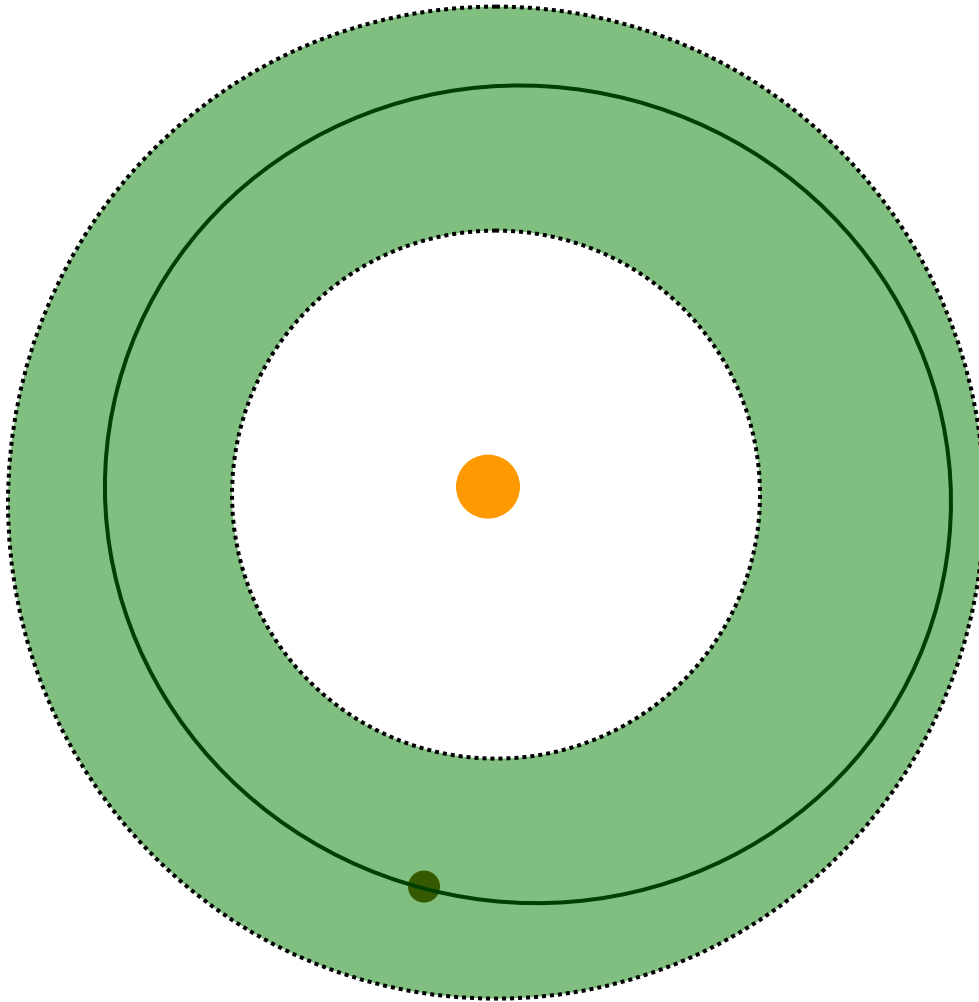


CONDICIONES DINÁMICAS

- ÓRBITA CASI CIRCULAR

LA REGION DE HABITABILIDAD

ZONA HABITABLE



CONDICIONES DINÁMICAS

- ÓRBITA CASI CIRCULAR
- LEJOS DE PLANETAS GIGANTES
- PLANETAS GIGANTES EN ÓRBITAS CASI CIRCULARES

LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES

Dynamics of Populations of Planetary Systems
Proceedings IAU Colloquium No. 197, 2005
Z. Knežević and A. Milani, eds.

© 2005 International Astronomical Union
DOI: 10.1017/S1743921304008579

Boundaries of the habitable zone: unifying dynamics, astrophysics, and astrobiology

Milan M. Ćirković

Astronomical Observatory Belgrade,
Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Serbia and Montenegro
email: mcirkovic@aob.aob.bg.ac.yu

Department of Physics, University of Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 4, 21000 Novi Sad,
Serbia and Montenegro

Abstract. We are witnessing tremendous progress in the nascent multidisciplinary field of astrobiology, encompassing the origin and evolution of life in the cosmic context. One of the key concepts recently introduced in this field is the Galactic Habitable Zone (GHZ): an interval of galactocentric distances convenient for formation of stars possessing habitable planets. The boundaries of the GHZ are still poorly understood, however. Here we present a comparative analysis of various proposals for the mechanisms determining the GHZ boundaries, as well as different numerical values obtained. When joined with the models of Galactic stellar distribution, this gives us a better handle on the number of potential life-bearing sites.

Keywords. Astrobiology, Galaxy: structure, Galaxy: kinematics and dynamics, extraterrestrial intelligence

LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES

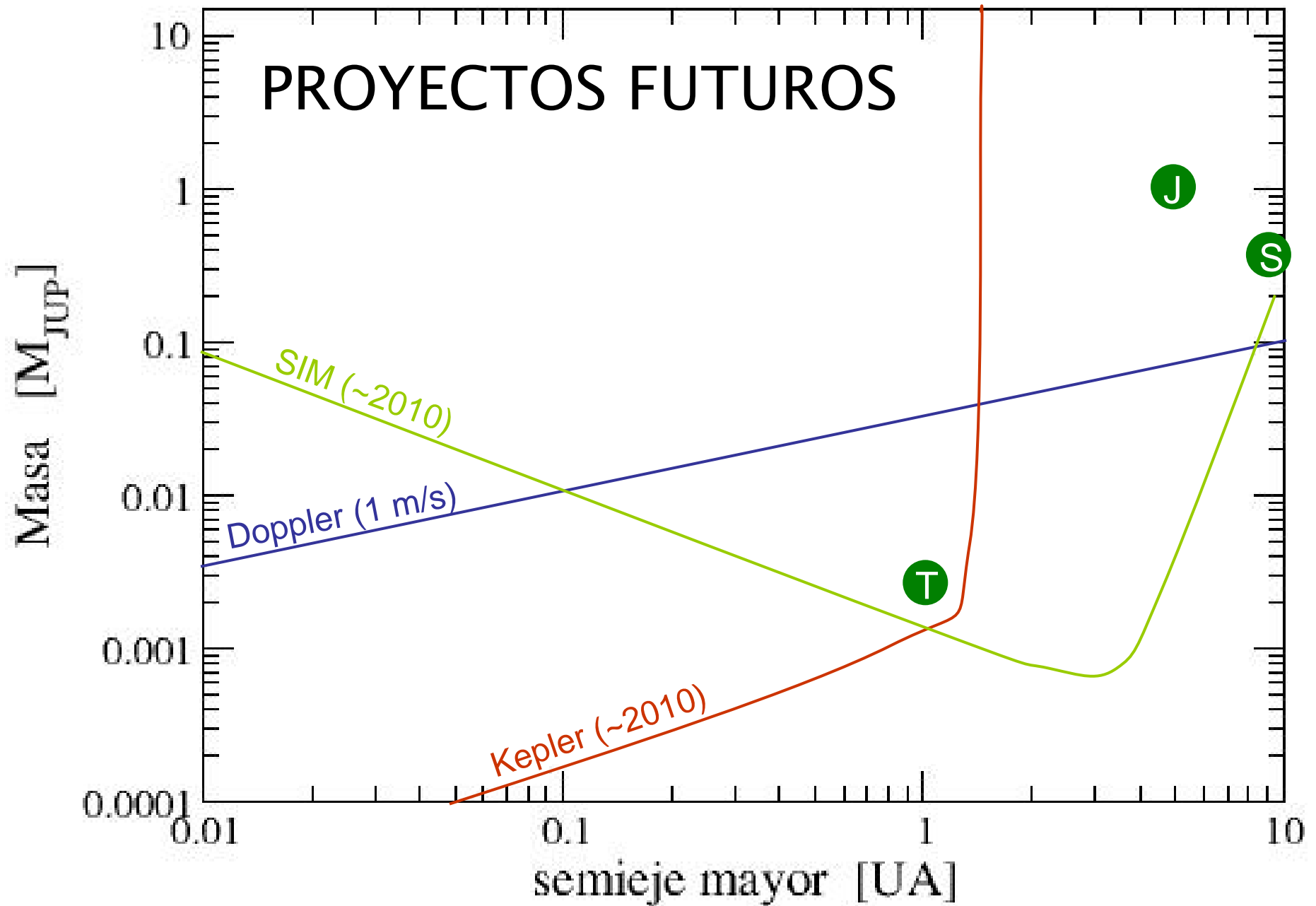
LAMENTABLEMENTE...

NINGÚN EXOPLANETA CONOCIDO ES HABITABLE

ES MAS....

LOS PROPIOS CRITERIOS HACEN QUE POSIBLES PLANETAS HABITABLES SEAN ACTUALMENTE INDETECTABLES (VALORES DE MASA, SEMIEJE)

LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES



LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES

Por ahora, que podemos hacer?

- ANALIZAR LA REGIÓN HABITABLE DE SISTEMAS PLANETARIOS CONOCIDOS.
- CORROBORAR SI ES DINÁMICAMENTE ESTABLE.
- ELIMINAR CASOS CON ESTRELLAS NO PROPICIAS
(EDAD, VARIABILIDAD, METALICIDAD, ETC.)

⇒ CONSTRUIR UNA BASE DE DATOS DE SISTEMAS
CON POSIBLES PLANETAS HABITABLES

(A SER USADA POR SIM, KEPLER, etc.)

LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES

A&A 393, 1015–1026 (2002)
DOI: 10.1051/0004-6361:20021138
© ESO 2002

**Astronomy
&
Astrophysics**

The stability of the orbits of Earth-mass planets in the habitable zone of 47 Ursae Majoris

B. W. Jones and P. N. Sleep

Astronomy Group, The Open University, Milton Keynes, MK7 6AA, UK

Received 11 April 2002 / Accepted 1 August 2002

Abstract. We have investigated whether Earth-mass planets could survive in the habitable zone (HZ) of the 47 Ursae Majoris system. Mixed-variable symplectic numerical integration has been used to investigate the orbits of putative Earth-mass planets. Whereas the 47 UMa system as previously known, with just one giant planet, could have Earth-mass planets that remain confined to the HZ for a fairly wide range of initial orbital parameters, the second (outer) giant now known to be present has reduced the range significantly. There are however confined orbits particularly if either the present eccentricity of the outer giant is close to zero, or the giant masses are close to the minimum values. We have also shown that the eccentricity of the outer giant's orbit is unlikely to exceed about 0.15 at minimum giant mass and 0.13 at 1.5 times this minimum.

Key words. stars: planetary systems – planets and satellites: general

CONCLUSIÓN: La región habitable de 47 UMa posee órbitas estables

LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES

ESTUDIOS EN OTROS SISTEMAS PLANETARIOS MUESTRAN:

~25% PUEDEN ALBERGAR PLANETAS HABITABLES

CASOS PARTICULARMENTE INTERESANTES:

47 UMa : $d=14.1$ pc , $M^*=1.03$, dos planetas muy parecidos a nuestro S.Solar

55 Cnc : $d=13.3$ pc , $M^*=1.10$, 4 planetas (pero órbitas excéntricas)

LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES

PUEDE HABER VIDA FUERA DE LA REGIÓN HABITABLE?

Hemos supuesto que el calor necesario para mantener el agua en estado líquido proviene de la estrella.

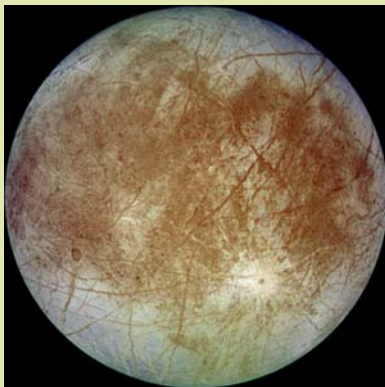
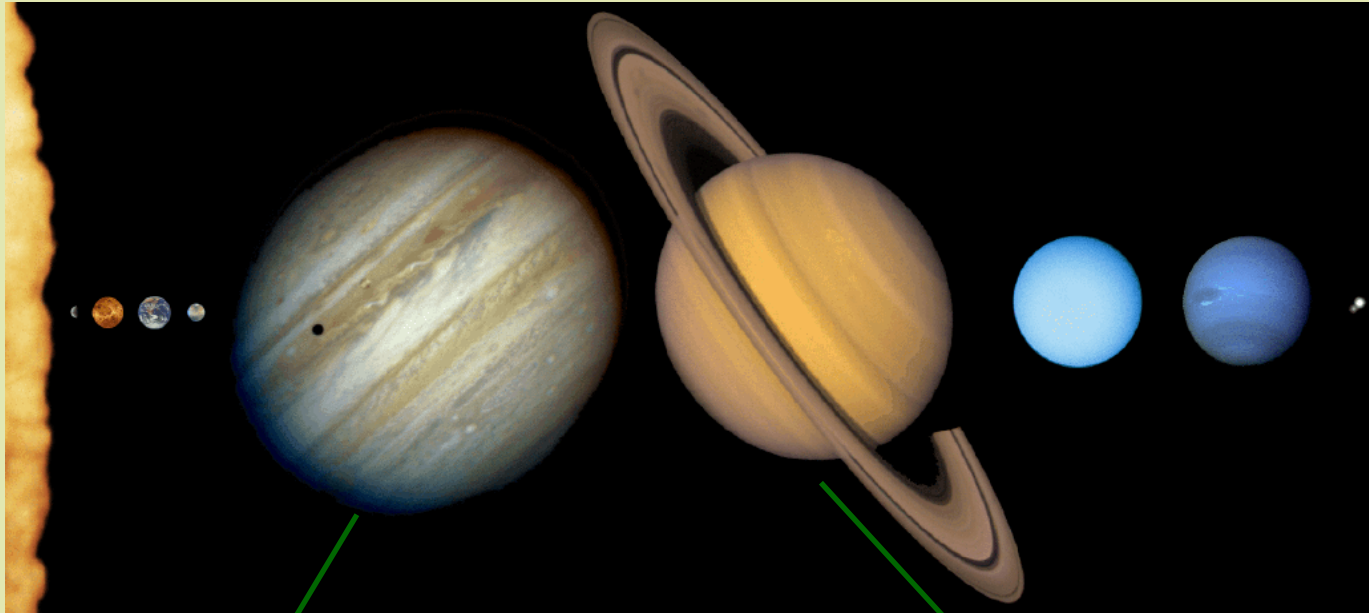
EXISTEN OTRAS OPCIONES?

Quizás puede haber agua líquida en algunas lunas de planetas gigantes.

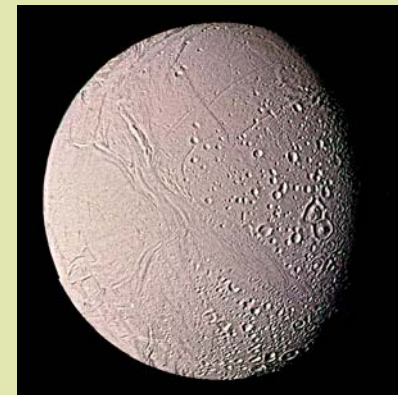
El calor podría provenir de los efectos gravitacionales del propio planeta.

LA BÚSQUEDA DE PLANETAS HABITABLES

EJEMPLO: NUESTRO PROPIO SISTEMA SOLAR.



EUROPA



ENCELADUS

CONCLUSIONES GENERALES

1. NO ESTAMOS SOLOS (POR LO MENOS COMO SISTEMA SOLAR)

- Hoy conocemos 185 exoplanetas, incluyendo estrellas con 2, 3 y 4 planetas
- ~11% de las estrellas tipo Solar (observadas) poseen planetas detectables
- Sin embargo, muchos son sistemas diferentes del nuestro

2. REVOLUCIÓN EN LAS TEORÍAS DE FORMACIÓN PLANETARIA

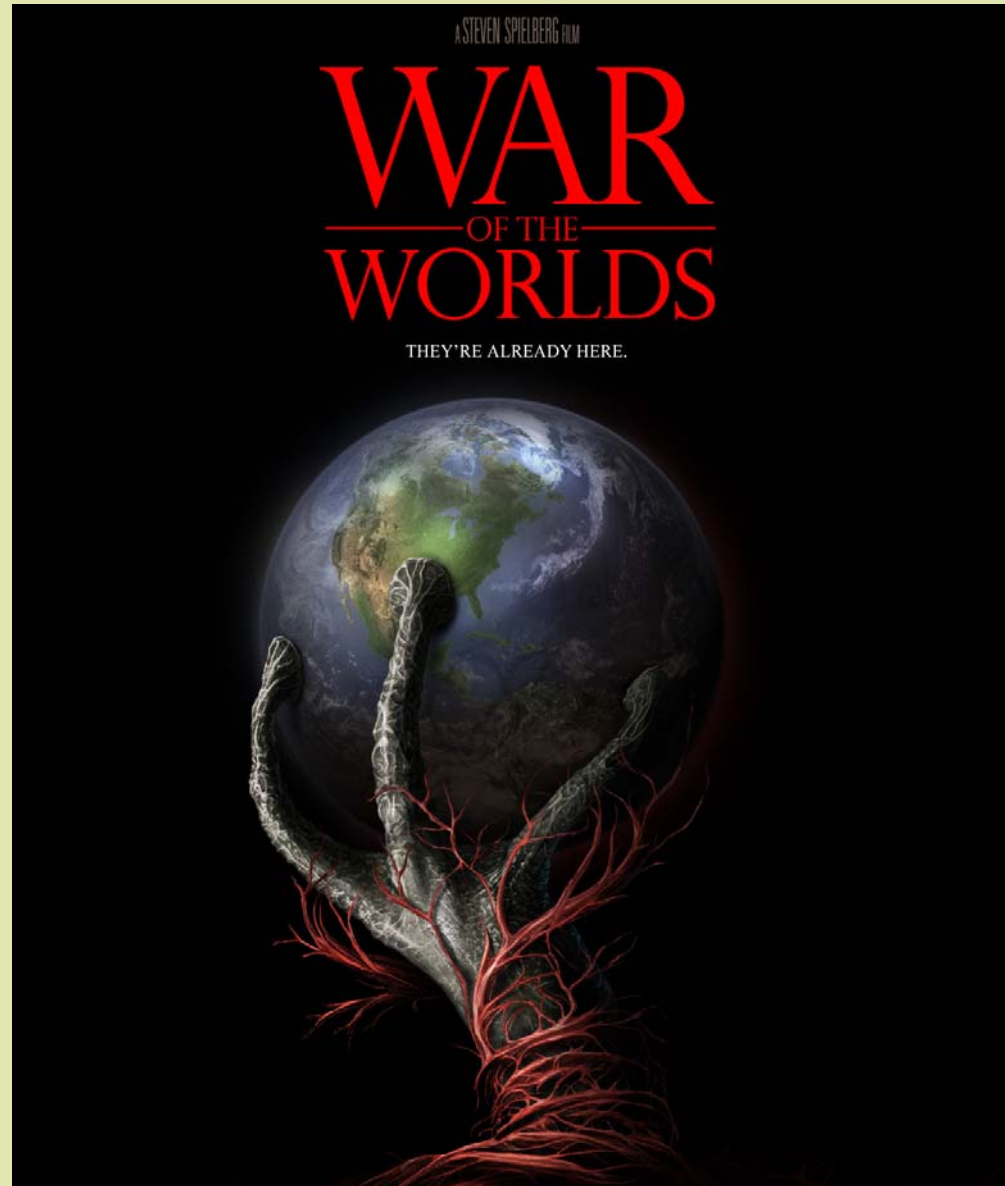
- Todavía no poseemos una Teoría General y rigurosa para estos sistemas
- Por lo tanto, no sabemos si la mayoría de los exosistemas deberían ser parecidos a nuestro Sistema Solar, o si somos la excepción

3. EXISTEN PLANETAS HABITABLES?

- Es probable, aunque será difícil (y trabajoso) de detectarlos
- Con Kepler, SIM, etc., quizás podamos responder en ~10 años.

Siempre hemos imaginado descubrir vida extraterrestre

A veces la hemos imaginado hostil.....



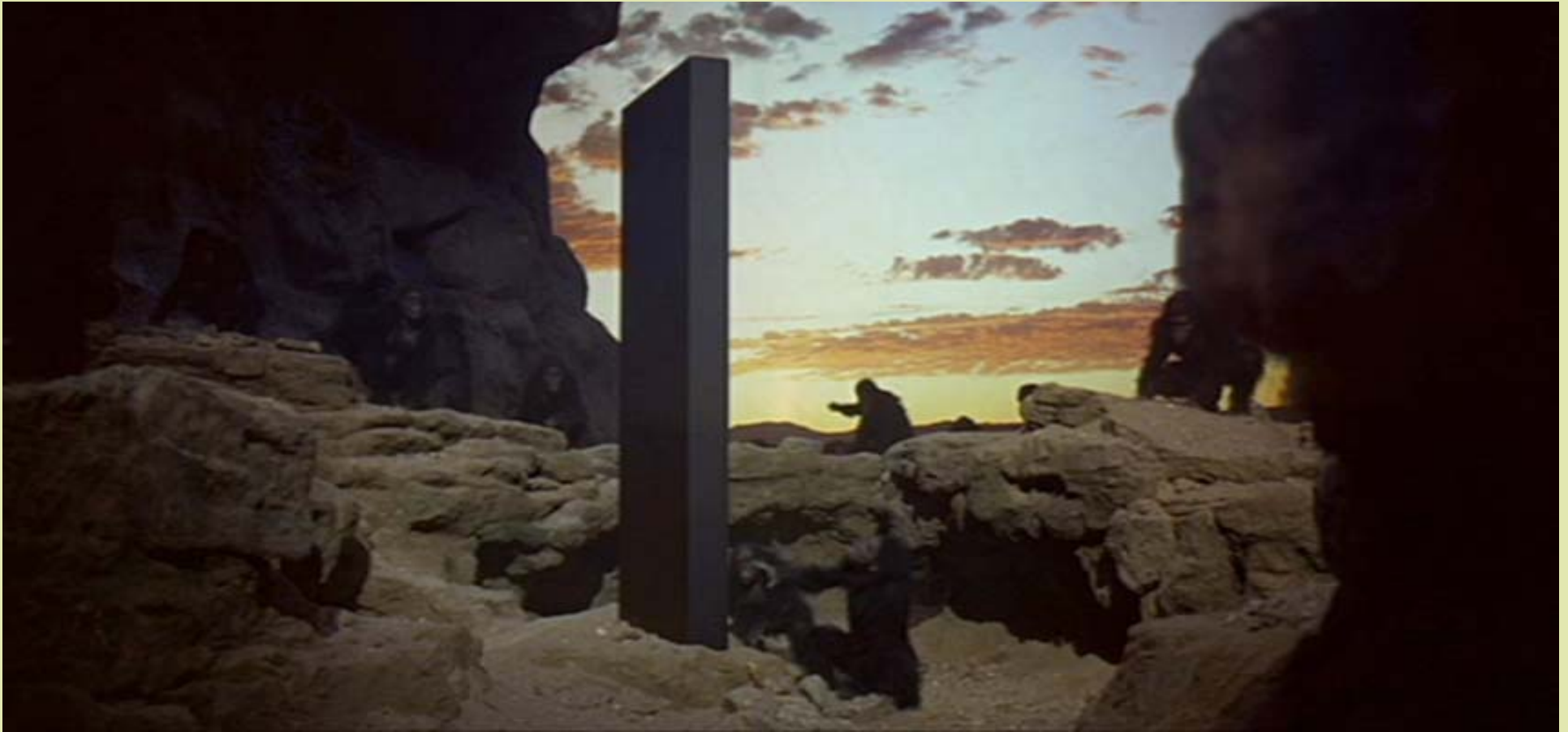
Siempre hemos imaginado descubrir vida extraterrestre

.....otras veces amigable.....



Siempre hemos imaginado descubrir vida extraterrestre

.....y otras casi como dioses



....pero casi siempre nos hemos imaginado como los “explorados”,
y pocas veces como los exploradores.

Lo importante de Planetas Extrasolares

Iniciamos un camino de descubrimiento.

Buscamos nuestro pares, sea como planetas o como vida.

LOS RESULTADOS YA SON INTRIGANTES.

VEREMOS QUE NOS DEPARA EL FUTURO.

FIN

LA REGION DE HABITABILIDAD

CONDICIONES GEOFÍSICAS:

- >20% de la superficie planetaria cubierta por océanos
- Pero...los océanos disminuyen con el tiempo
 - ⇒ Habitabilidad depende de la edad del planeta
 - ⇒ Depende de la edad de la estrella

