

Astrobiología

- La vida en el planeta Tierra
- Nichos de vida en el Sistema Solar
- La vida más allá del Sistema Solar

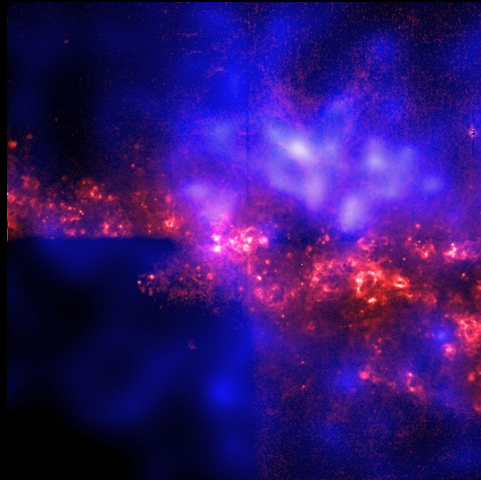


Exobiología

Ciencia que estudia el origen, evolución, distribución y desarrollo de la vida en el universo

- Facetas de la Astrobiología:

- Astrofísica
- Química
- Biología
- Geología
- Matemáticas
- Cosmología
- Detección remota
- ...



- Donde se estudia

- Centro de Astrobiología (Madrid)
- UK Astrobiology Forum (GB)
- NASA (EEUU)
- CNES (Francia)
- Max Plank (Alemania)
- ...

LIFE?



Feature found in Martian Meteorite

Índice

- - La vida en el planeta Tierra
 - La vida en los extremos
 - Teorías sobre el origen de la vida
- Nichos de vida en el Sistema Solar
- La vida más allá del Sistema Solar

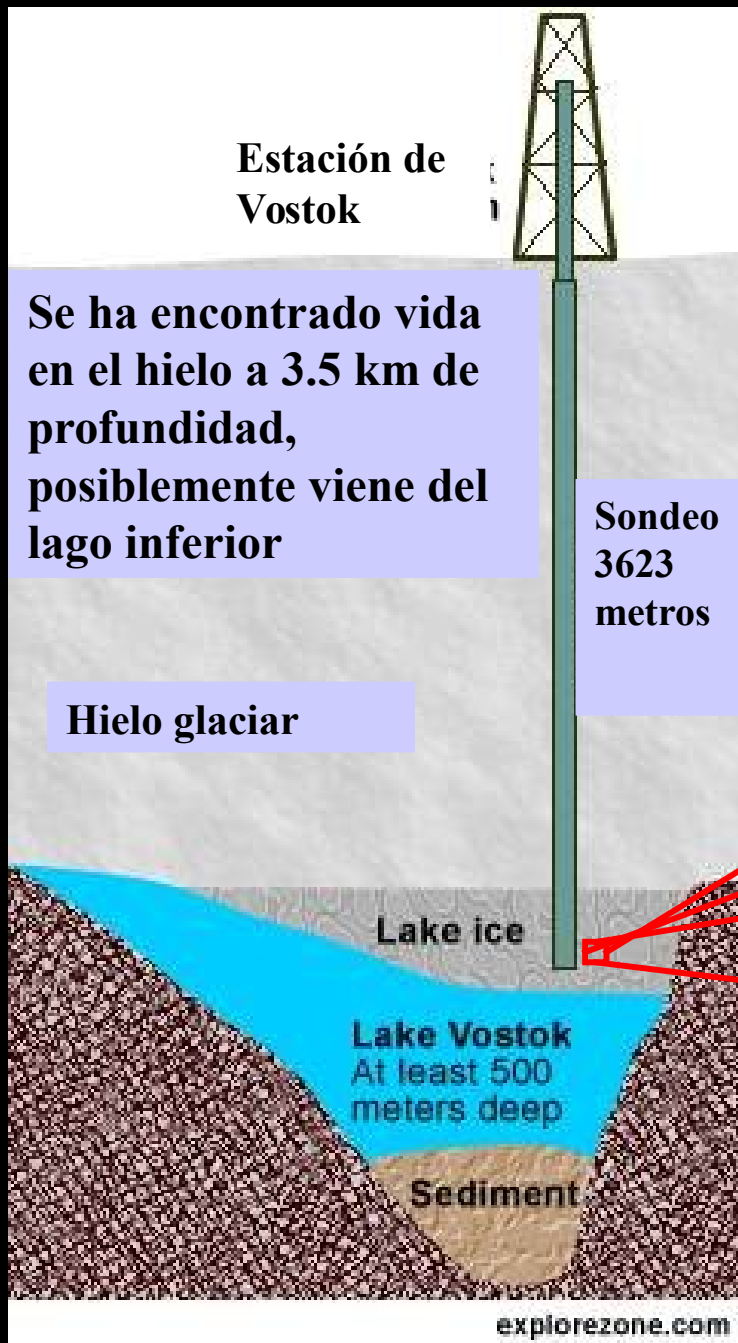
La vida en la Tierra



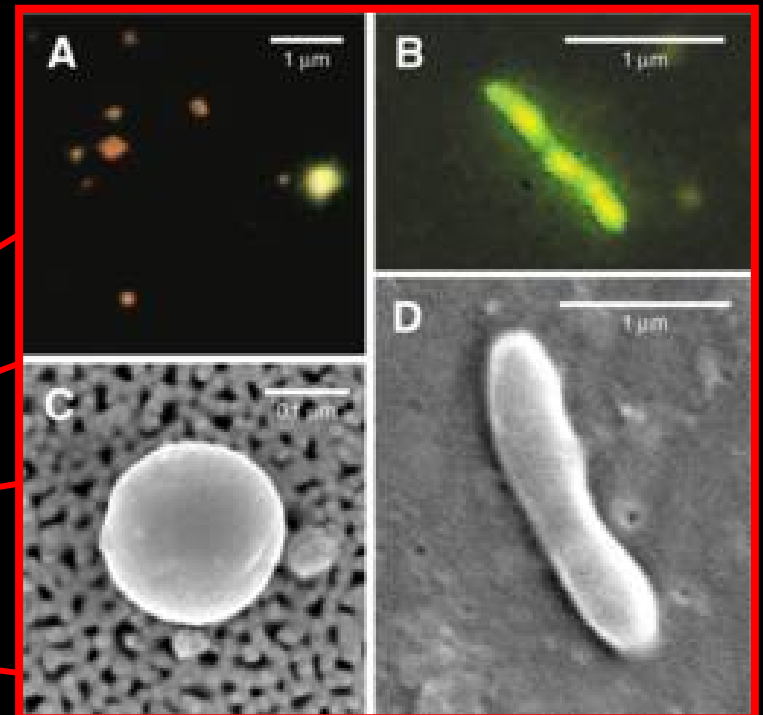
La vida ha sabido adaptarse a las condiciones más extremas en nuestro planeta



La vida en los extremos



- Se ha encontrado vida en varios lagos helados de la Antártida situados bajo el glaciar
- Nichos de vida que han podido estar aislados durante millones de años



- Lugar frío, oscuro y totalmente aislado de la entrada de nutrientes.

Hipertermófilos

Encontrados en "Fumarolas" oceánicas
(chimeneas de lava y gases a 4-5 km de
profundidad) :

a) *Metallosphaera sedula*

0.2 μm , $T = 75^\circ$, aeróbico, 1 - 4.5 pH

b) *Thermoproteus tenax*

1 μm , $T = 88^\circ$, anaeróbico, 2.5 - 6 pH

c) *Pyrolobus fumarii*

1 μm , $T = 106^\circ$, an/aeróbico, 4 - 6.5 pH

d) *Pyrodictium abyssi*

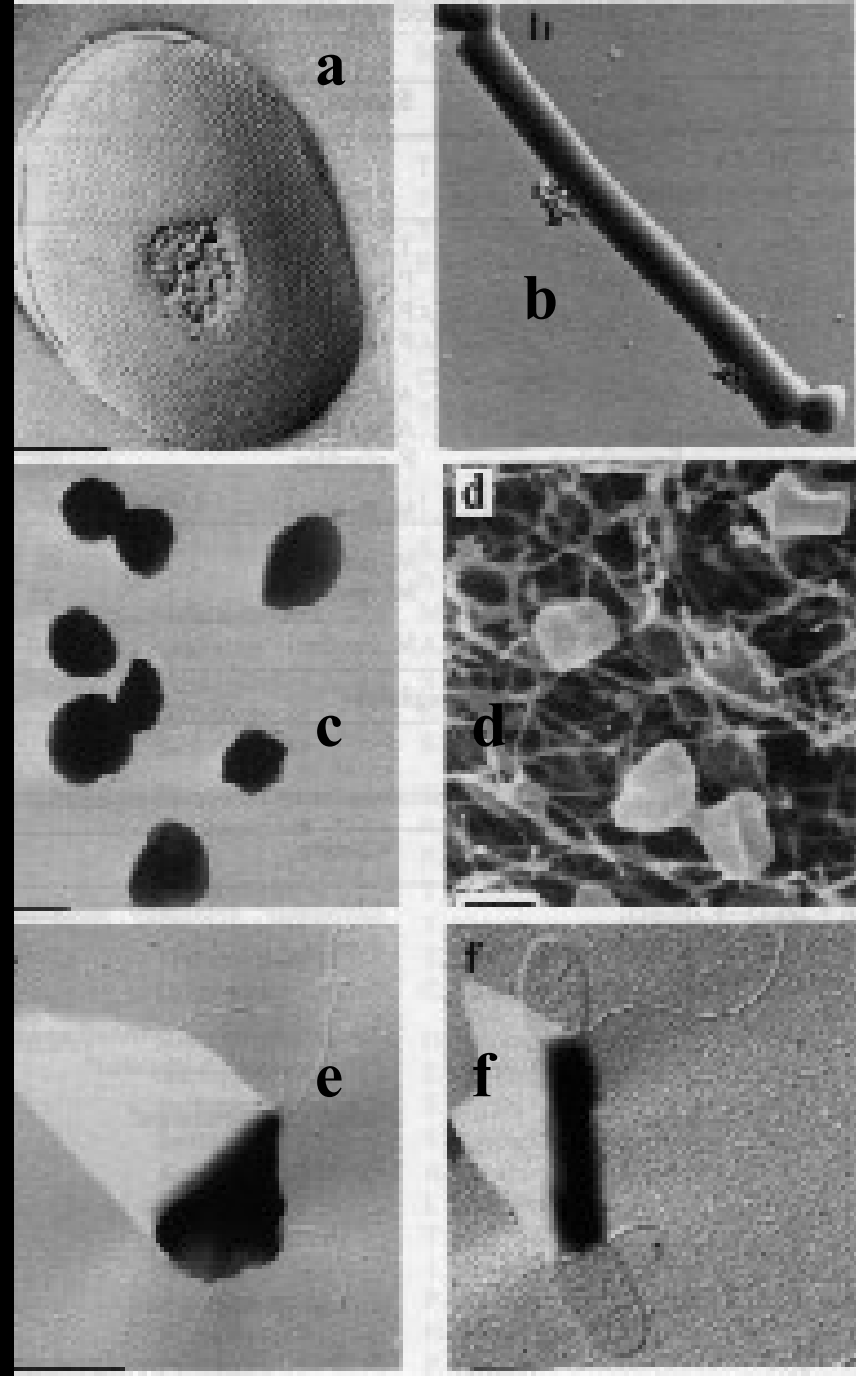
1 μm , $T = 105^\circ$, anaeróbica, 5 - 7 pH

e) *Archeoglobus fulgidus*

1 μm , $T = 83^\circ$, anaeróbico, 5.5 - 7.5 pH

f) *Thermotoga marítima*

1 μm , $T = 88^\circ$, anaeróbico, 5.5 - 9 pH



Electro-fotografías de células
hipertermófilas (Setter, 2001)

La vida en la Tierra



-4 550 Ma → Nace el planeta Tierra 0:00

-3 800 Ma → ¿Origen de la vida?

-3 500 Ma → Primer fósil 1h

-2 300 Ma → La célula eucariota

-600 Ma → Los animales se mueven 4h

-444 Ma → Primera extinción global

-416 Ma → Plantas e insectos terrestres

-359 Ma → Anfibios conquistan la Tierra

-251 Ma → La gran extinción

-225 Ma → Comienza era de los dinosaurios

-65.5Ma → Desaparecen los dinosaurios

-60 Ma → Aparecen los primates

-4 Ma → Primer homínido

-0.2Ma → Homo sapiens sapiens 4:30

+ 3 500 Ma → Desaparecen los océanos ~8h

+ 7500 Ma → Fin de la Tierra (o antes) ~12h

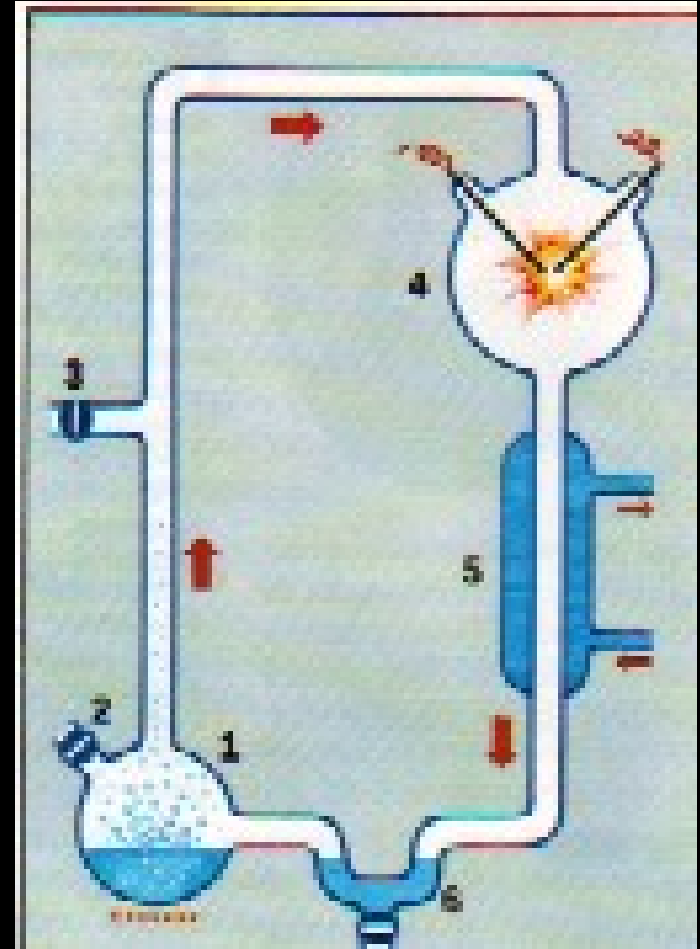
La Vida en la Tierra. Teoría evolutiva

- Oparin (1924) postuló la aparición de los primeros sistemas vivos como resultado de una larga evolución de un sistema vivo particular, que lo llamó prebiótico.
- Miller (1953) experimentó las primeras etapas de la teoría de Oparín sometiendo una mezcla gaseosa a la acción de descargas eléctricas en presencia de agua. Se obtuvieron:

Ác. cianhídrico y formaldehído

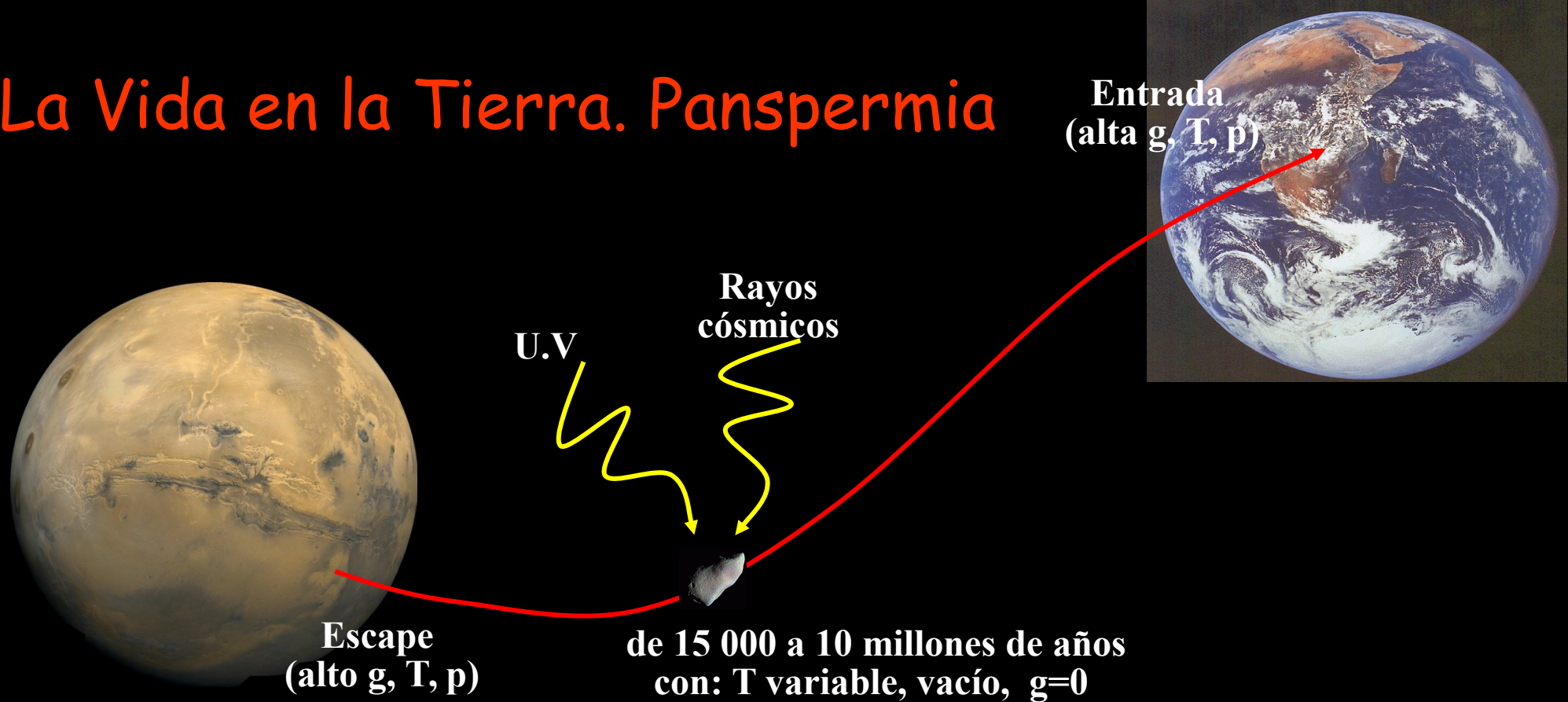
Urea, ácido acético y ... aminoácidos

- Experimentos posteriores:
Nucleótidos, polinucleótidos, lípidos
(Joan Oró)



Experimento de Miller consiste en un matraz (1) lleno de agua (2) con una mezcla gaseosa (3) sometido a descargas (4). Los productos se condensan (5) y se recogen para análisis (6)

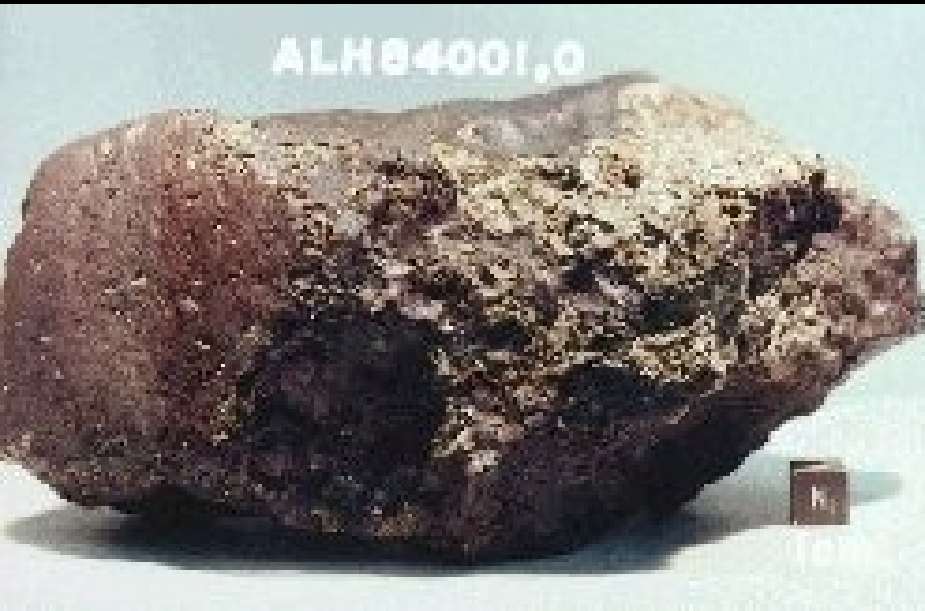
La Vida en la Tierra. Panspermia



Transferencia de vida entre planetas, está basada en:

- i. Detección de meteoritos de origen lunar y marciano
- ii. Con presencia de elementos orgánicos y "evidencia" de fósiles
- iii. Capacidad de algunas esporas para sobrevivir a un impacto
- iv. Resistencia de microorganismos a radiación UV y a $T \sim -260^{\circ}\text{C}$
- v. Resurrección de esporas de 1 millón de años en ámbar o rocas
- vi. Evidencias de un antecesor común a todas las formas de vida terrestre

ALH84001



A favor:

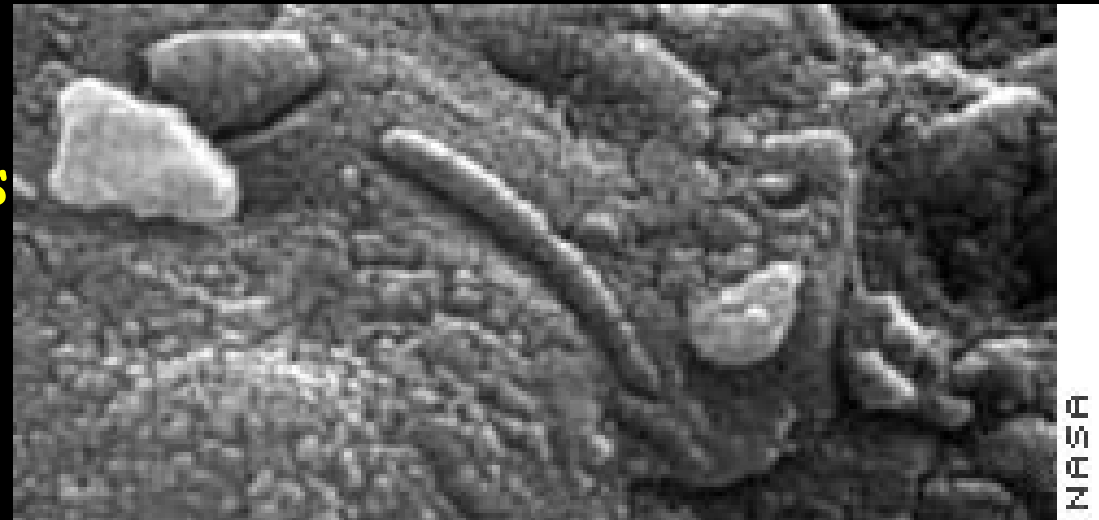
- Hidrocarburos aromáticos en el interior y ausencia en el exterior
- Estructuras biológicas (entre 10 y 100 más pequeñas que las bacterias)

En contra

- Casi todo el carbono orgánico es terrestre y los carbonatos marcianos
- Los carbonatos se formaron después de la etapa cálida de Marte

La historia del ALH84001

- Formación: 4.500×10^6 años
- Agua en el interior: 3.600×10^6
- Salió de Marte: 16×10^6 años
- Aterrizó: 13 000 años
- 1984 dc es encontrado
- 1996, NASA: "Posible Vida"
- 1998, Muestra contaminada



Controvertida imagen de muestra "biológica"

Índice

- La vida en el planeta Tierra

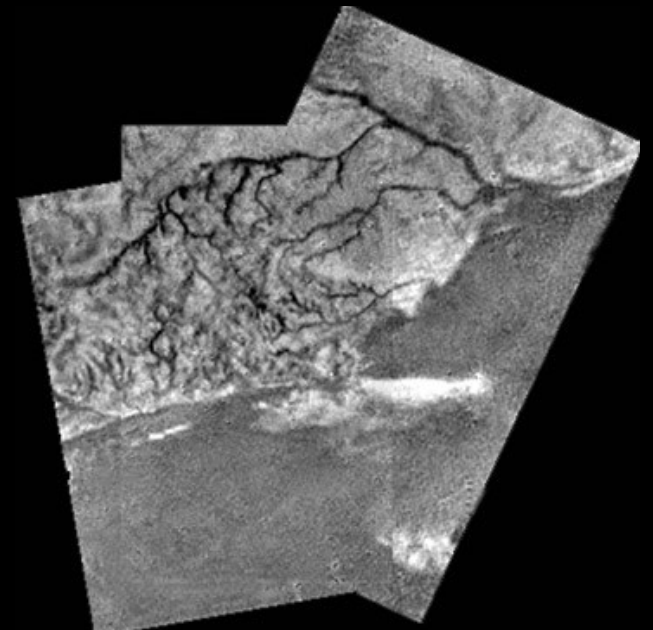
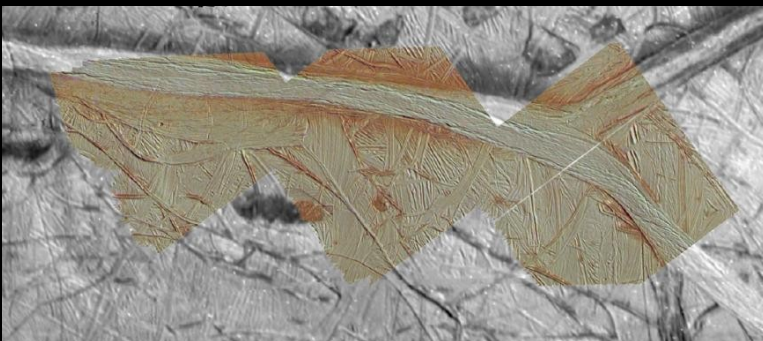


- Nichos de vida en el Sistema Solar

- Donde no esperamos encontrar vida
- Donde podría haber ¿...?



- La vida más allá del Sistema Solar

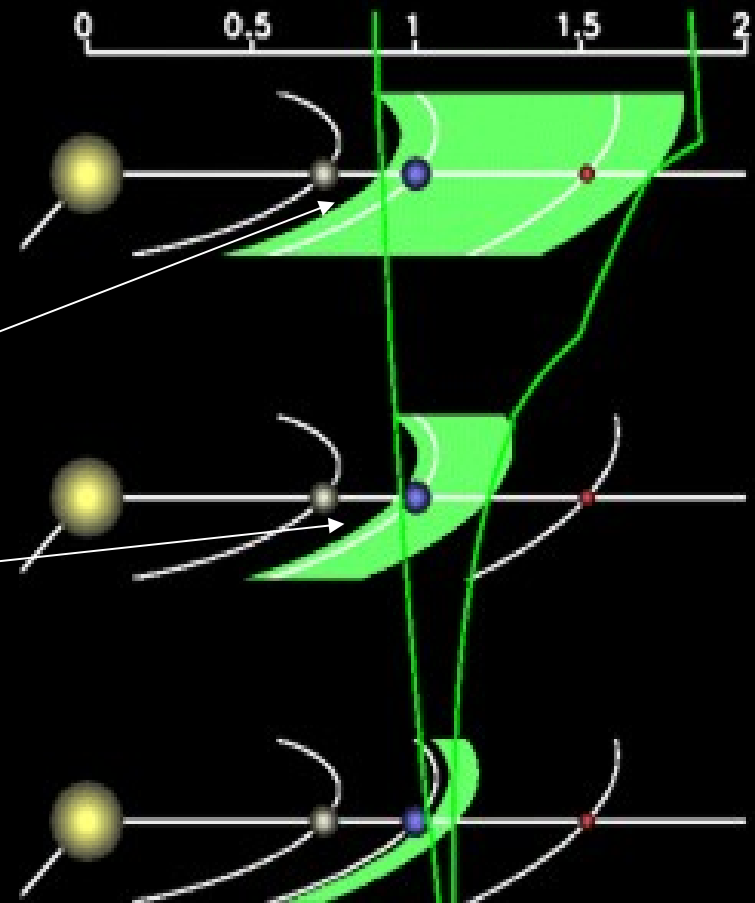


Zona de Habitabilidad en el Sistema Solar

- Distancia orbital de un planeta tipo "Tierra" a una estrella tipo "Sol" (de la secuencia principal) para que se pueda desarrollar la vida.
- Se acepta una vida basada en el carbono, con agua líquida, una interfase tierra-líquido, y geológicamente vivo
 - Temperatura superficial moderada
 - Existencia de una atmósfera

- Sistema Solar
 - de 0.75 a 1.90 UA
 - de 0.97 a 1.39 UA

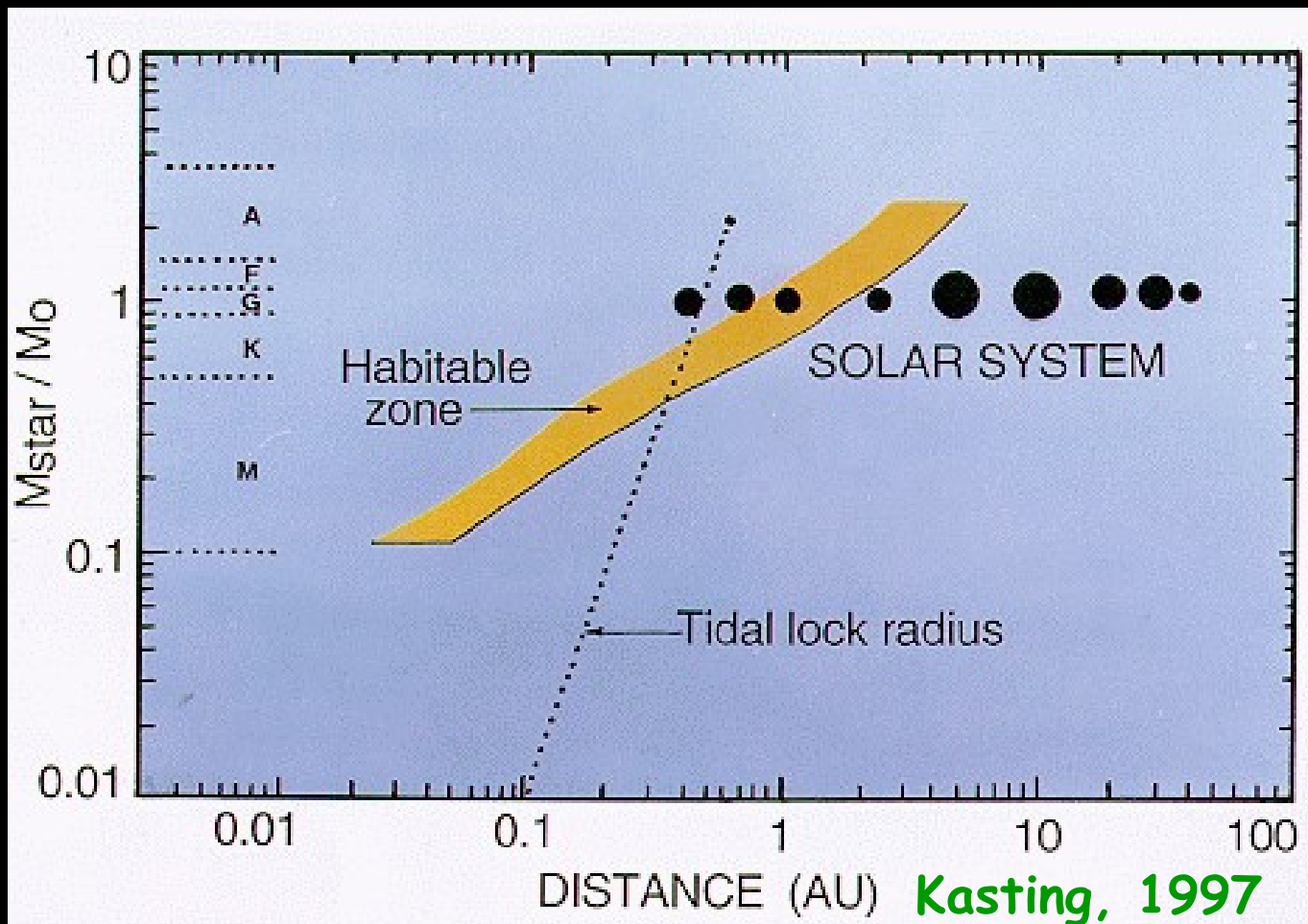
Ojo, porque
las fuerzas de marea extienden la ZH ...



La ZH se aleja del Sol conforme se calienta

Zona de Habitabilidad en otras estrellas

- ZH depende de la masa y edad de la estrella (las estrellas cambian de luminosidad).
- Únicamente estrellas "tipo Sol" (masa entre 0.1 y 2.2) mantienen órbitas estables durante 0.8 Ga, el tiempo "necesario" para que aparezca la vida
- Las fuerzas de marea pueden generar rotación síncrona y dificultar el desarrollo de la vida.



Buscaremos :

- Estrella longeva (pequeña) y poco activa
- Planeta tipo "terrestre"
- Sin rotación síncrona

Donde no se espera encontrar vida ...

- **Mercurio**

Sin atmósfera

Sin agua líquida

Temperatura superficial de -184°C a 427°C

Sin protección a la radiación UV del sol

- **Luna**

Razones similares a Mercurio

Se ha encontrado hielo en los polos

- **Venus**

Densa atmósfera

Sin agua líquida

Gran vulcanismo

Temperatura de 482°C y presión de 1 km de agua



Donde no se espera encontrar vida ... (2)

- **Planetas Gigantes**

Atmósfera muy densa, principalmente de hidrógeno

No hay superficies

No hay vulcanismo

No hay agua líquida

Temperatura en la capa de nubes : -150°C - -200°C



- **Plutón**

Débil atmósfera de N_2 , CH_4

Temperatura -225°C

Sin agua líquida



- **Lunas irregulares**

Propiedades similares a los asteroides

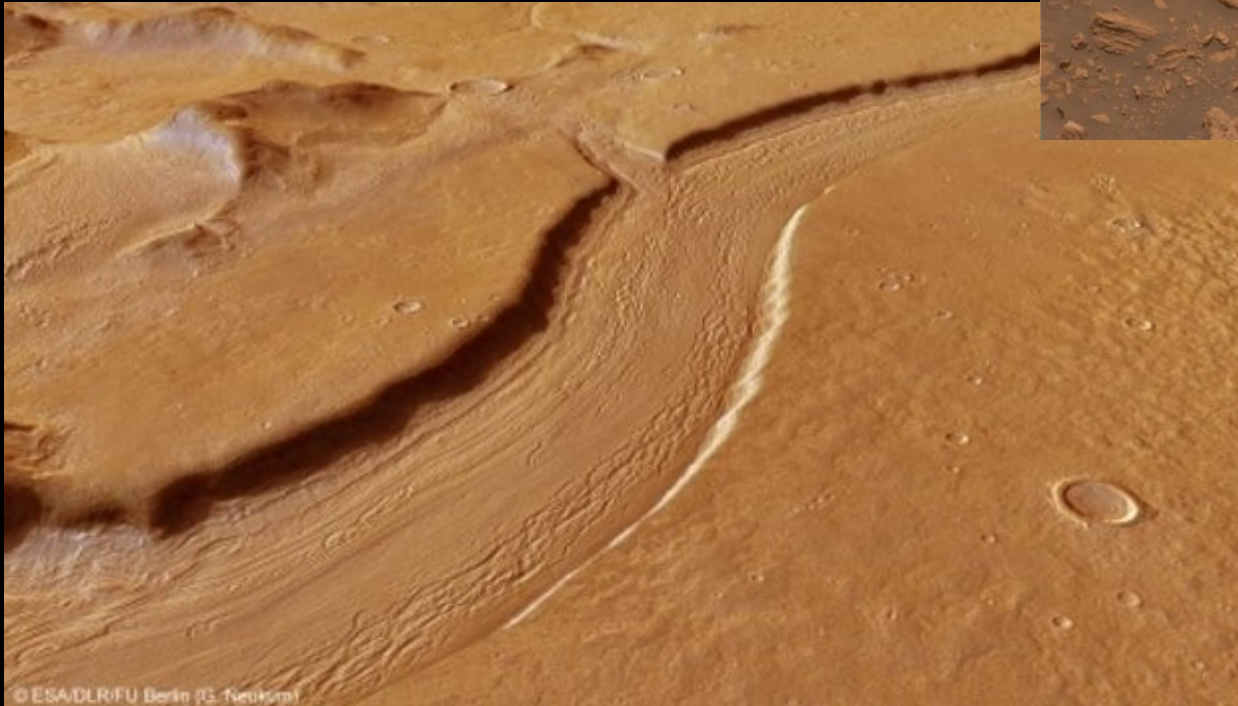
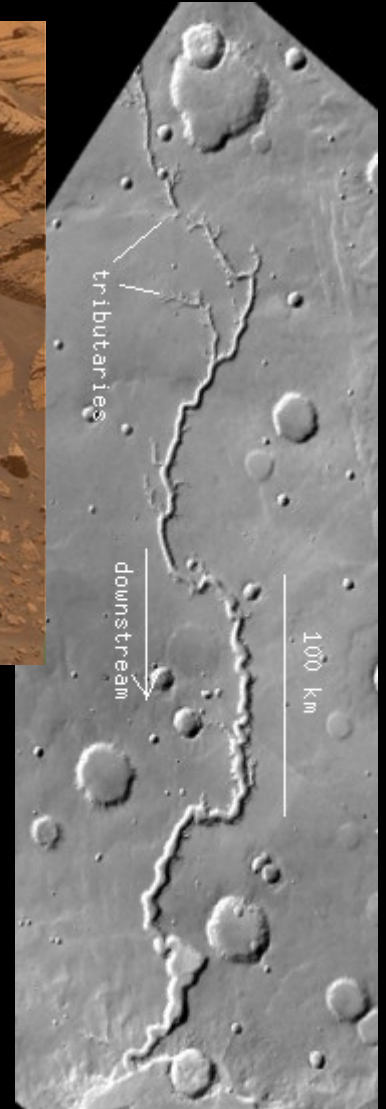
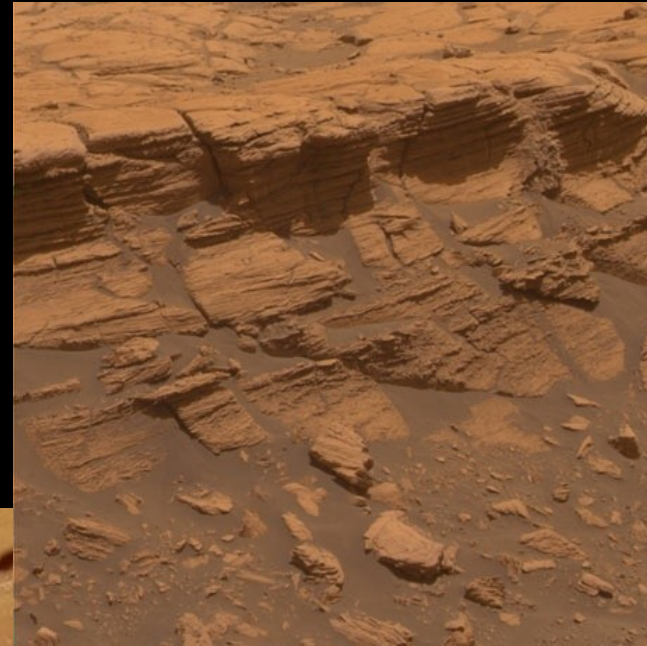
Muy separados espacialmente



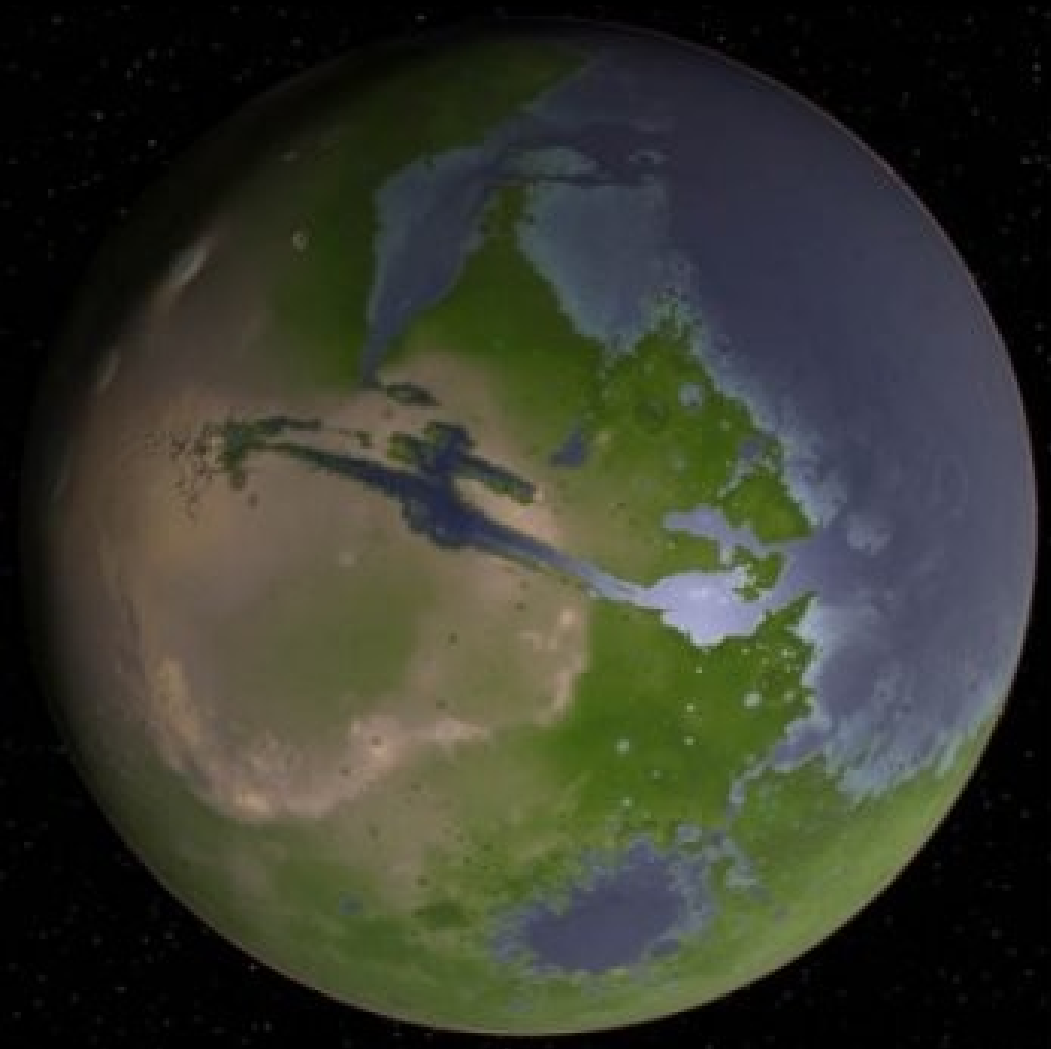
Marte: Evidencias de un pasado cálido y húmedo

La superficie de Marte abunda las huellas de un pasado mucho más cálido que el actual con abundante agua líquida

- Lagos y océanos
- Inundaciones debidas a volcanes
- Cañones de origen geológico modificados por el agua
- Sistema de valles y glaciares



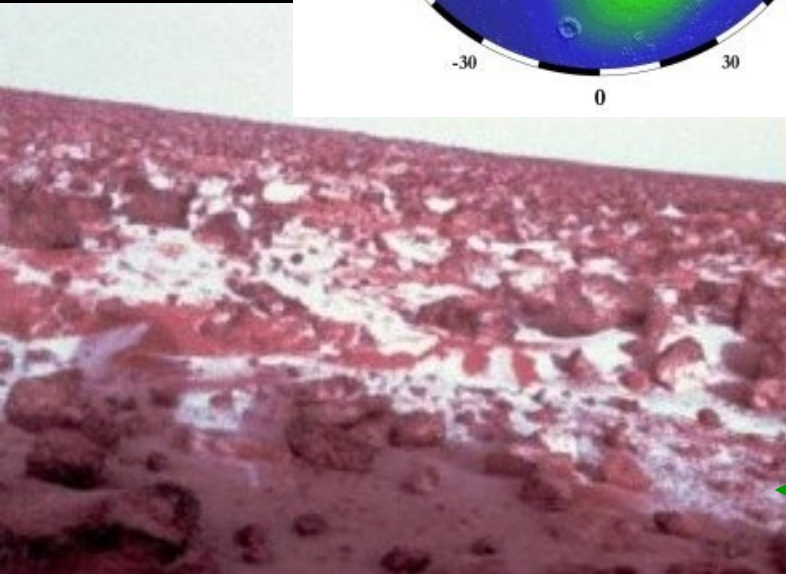
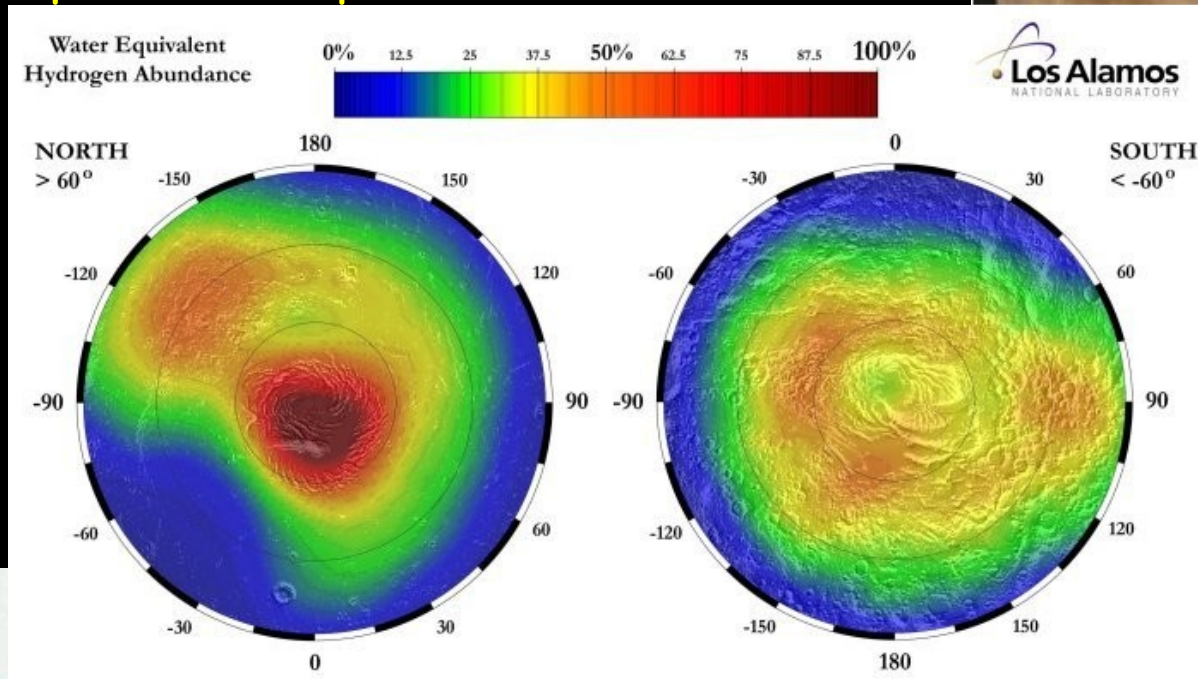
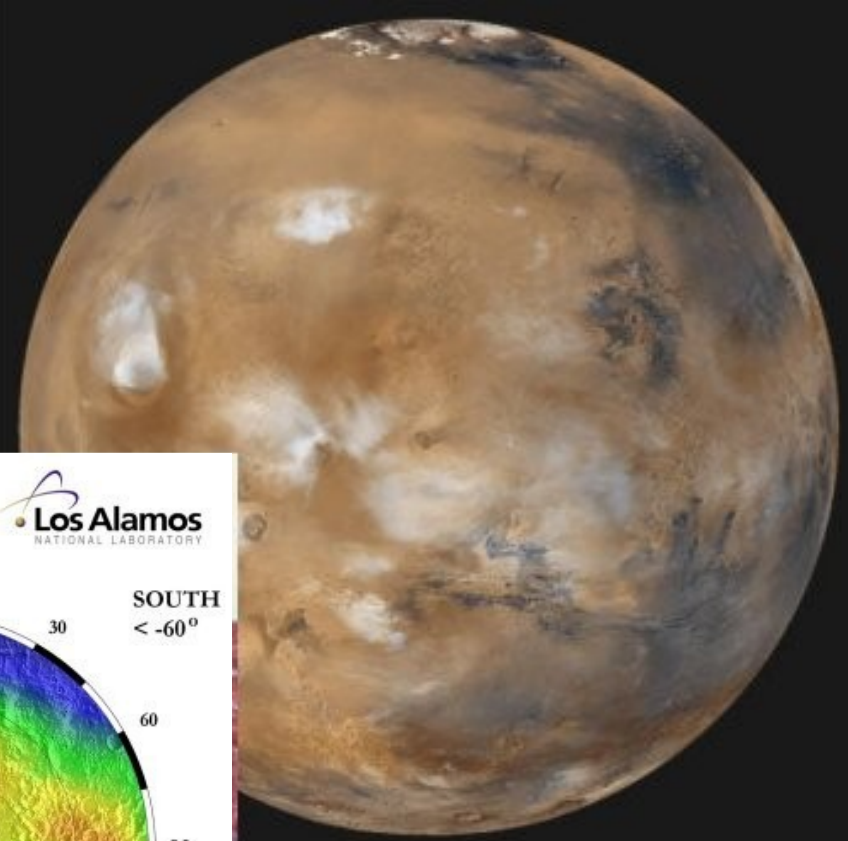
¿Marte ayer y hoy?



Hipotética vista de Marte hace 3.5 mil millones de años,

Agua en Marte

- El polo sur marciano alberga agua capaz de cubrir el planeta con un mar de 11 m de profundidad.
- El agua ocasionalmente forma nubes que se distribuyen por todo el planeta.



Mapa en color mostrando el hielo en la superficie de los polos. En zonas del polo norte el 100% de la superficie está cubierto por hielo

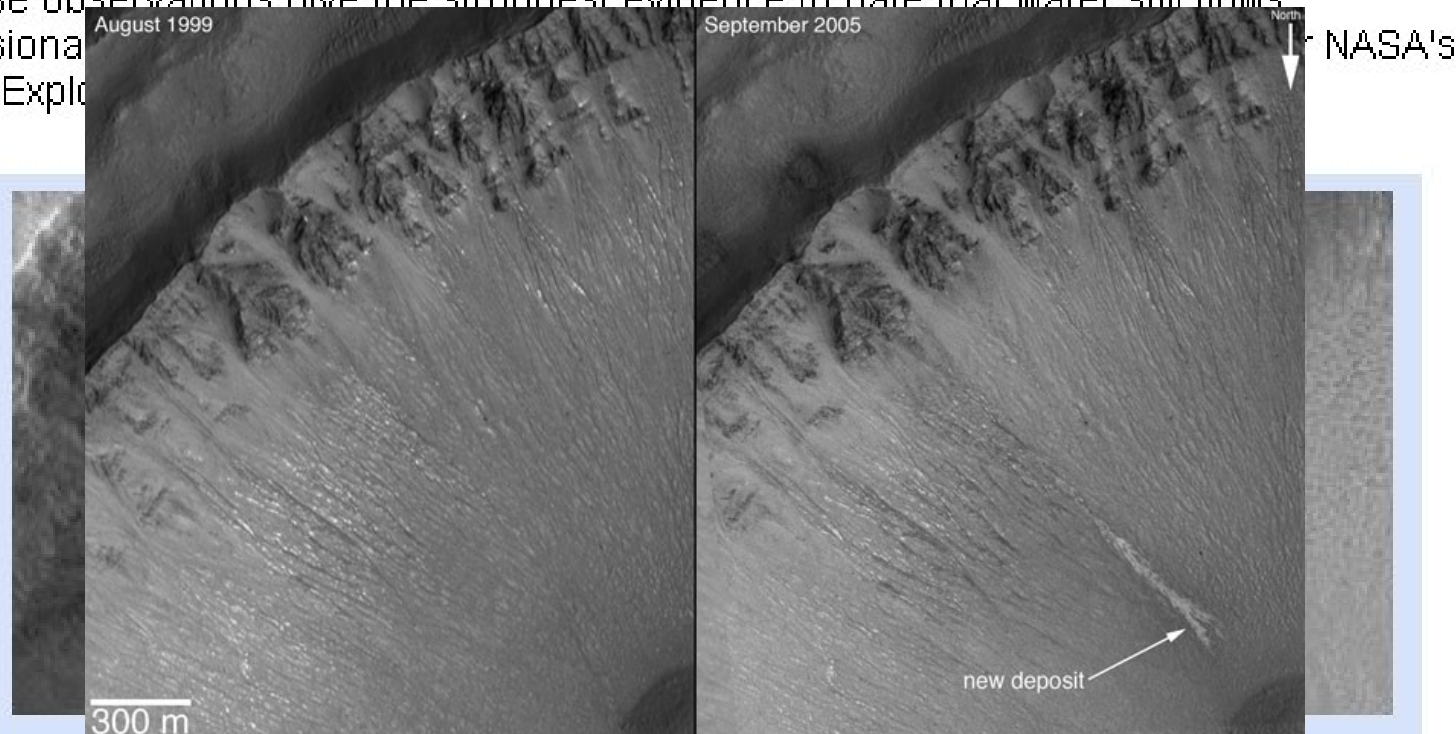
Suelo marciano tomado por Viking 1976

December 06, 2006 **Agua en la Actualidad**

NASA Images Suggest Water Still Flows in Brief spurts on Mars

WASHINGTON - NASA photographs have revealed bright new deposits seen in two gullies on Mars that suggest water carried sediment through them sometime during the past seven years.

"These observations give the strongest evidence to date that water still flows occasionally on Mars," said NASA's Mars Exploration Rover team.



This set of images shows a comparison of the gully site as it appeared on Dec. 22, 2001 (left), with a mosaic of two images acquired after the change occurred (the two images are from Aug. 26, 2005, and Sept. 25, 2005).

Image credit: NASA/JPL

[All Gully Related Press Images](#)

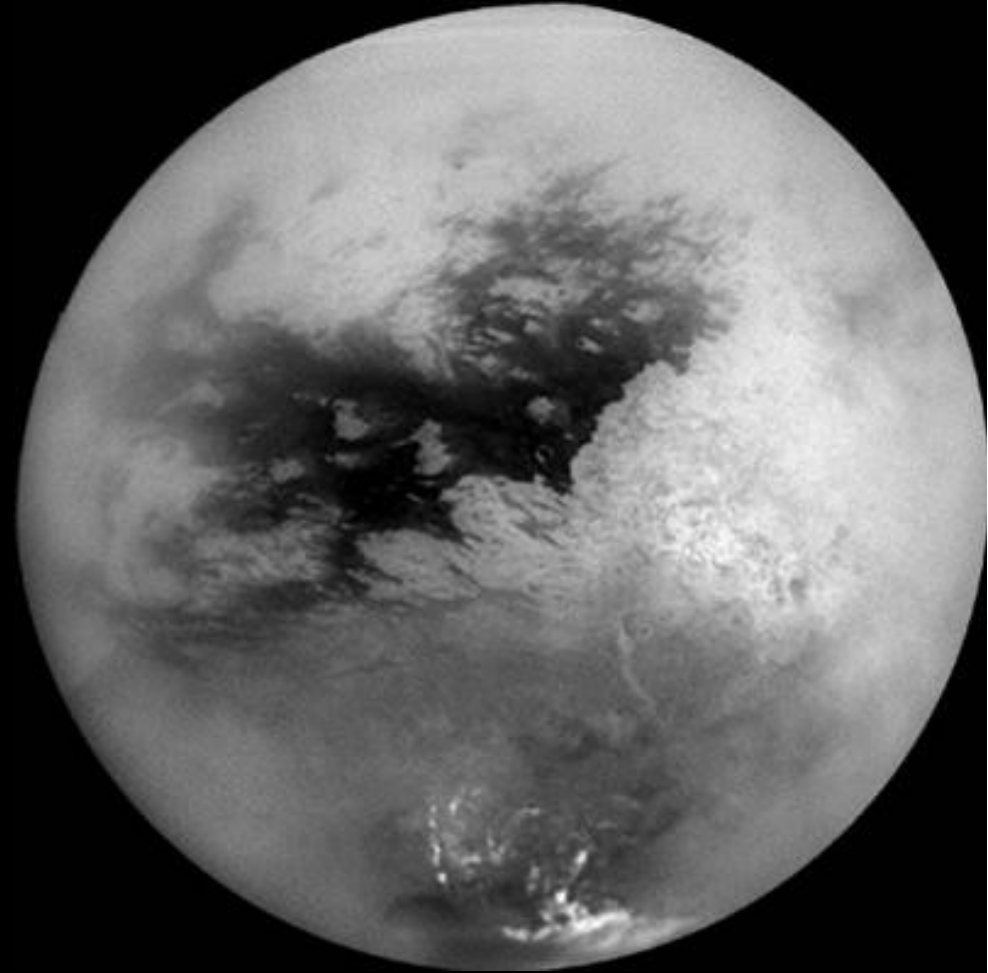
Titán

- El sobrevuelo de Voyager encontró una analogía con la Tierra antes de que se formara la vida
 - Atmósfera densa compuesta de N_2 , CH_4 y compuestos orgánicos
 - Metano y etano líquido en la superficie
 - Presión 1.5 atmósferas
 - Agua en la atmósfera
 - Podría haber hielo en la superficie

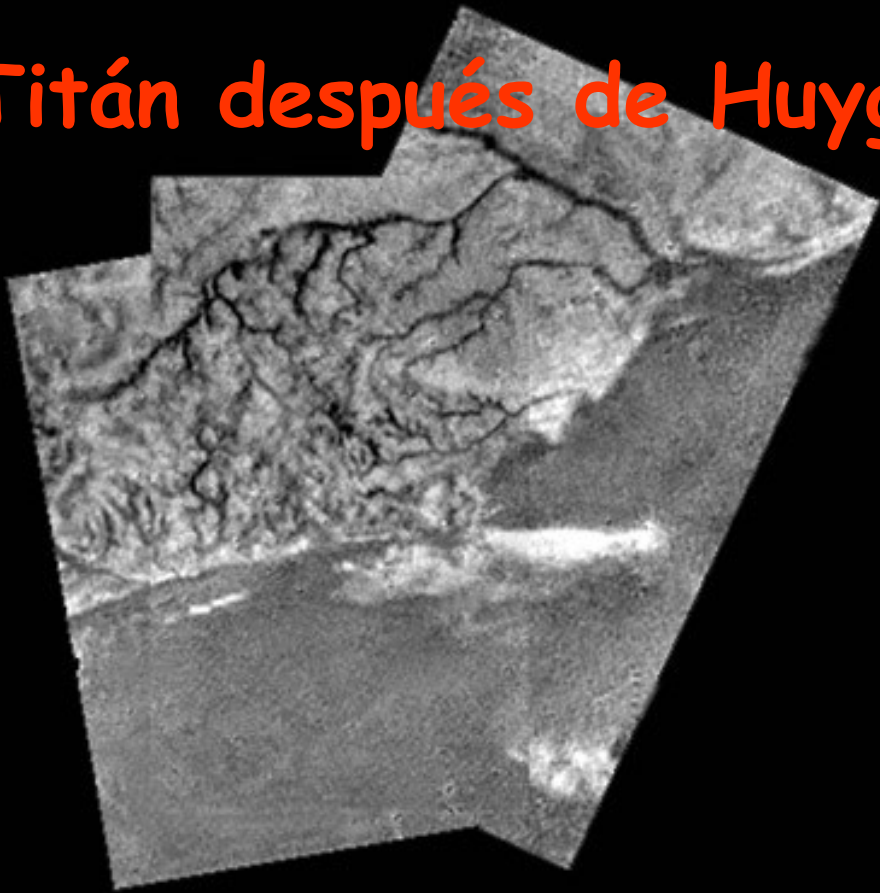
Pero

- ... no tiene agua líquida
- ... temperatura $-180^{\circ}C$

Hay que ir allí: Cassini-Huygens



Titán después de Huygens



- Suelo de Titán (Huygens, 2005)



- Imagen tomada por Huygens (50 km)

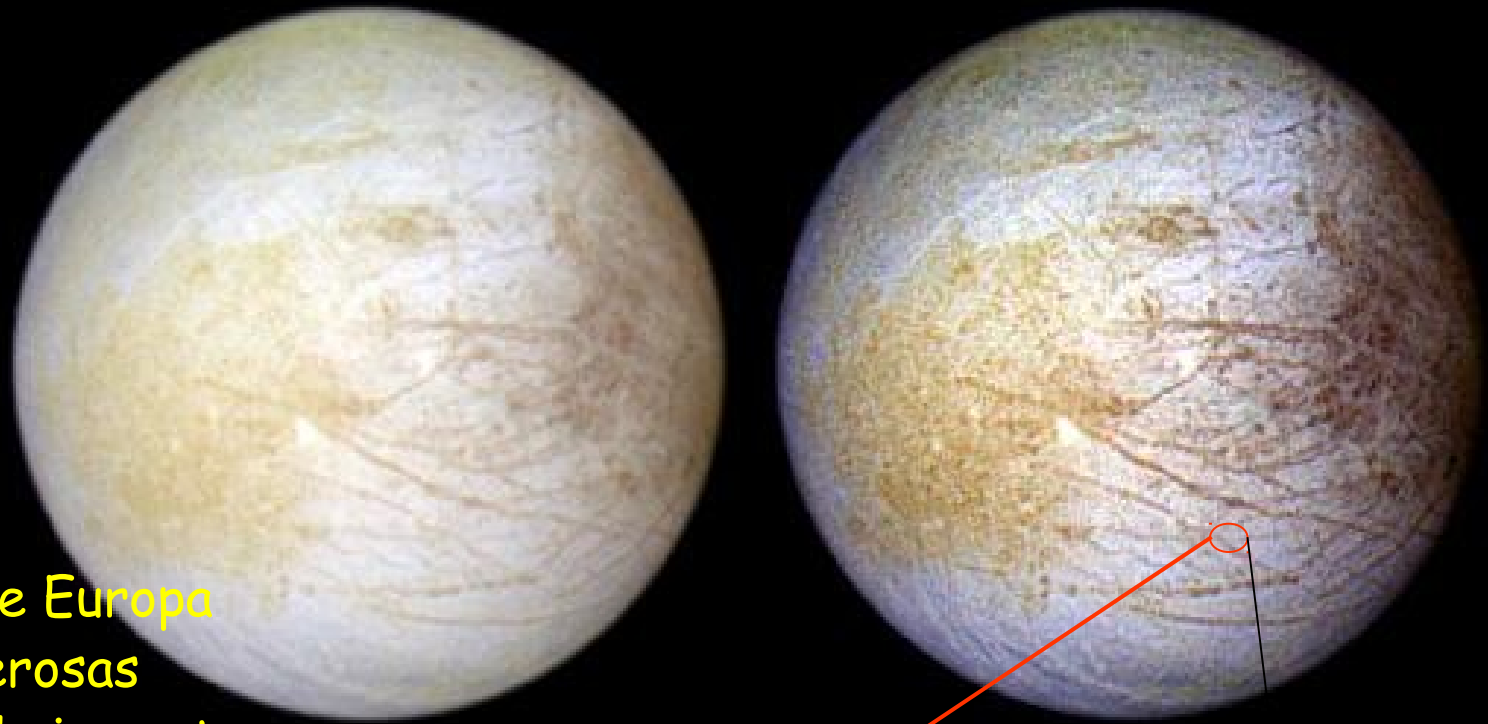
¿La vida es posible?

No una vida basada en el agua

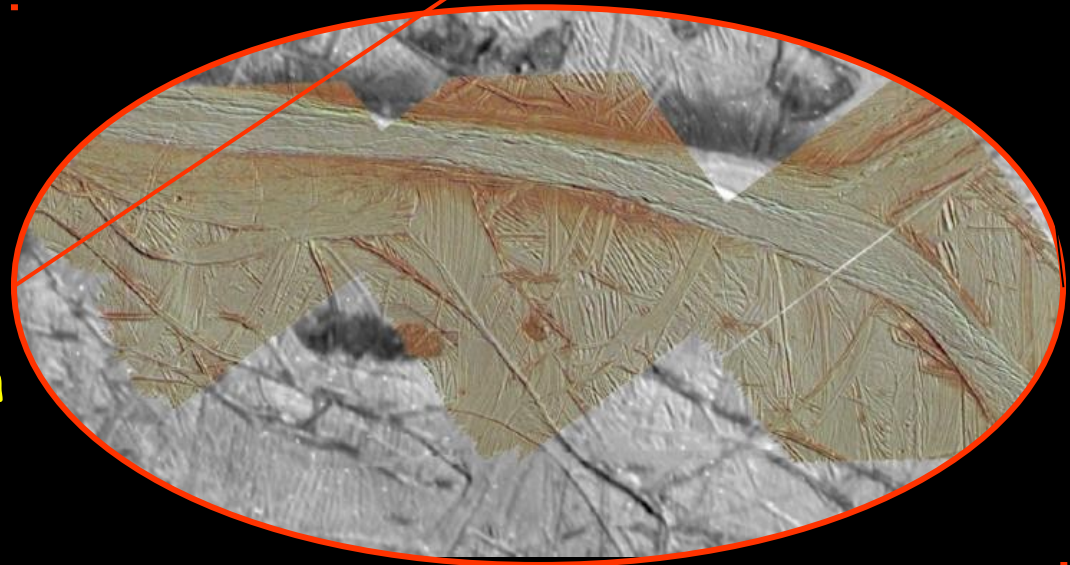


Lago de hidrocarburos en el polo sur

Europa



- La helada superficie de Europa está surcada por numerosas grietas, sin cráteres de impacto



- Las grietas son fisuras en un manto de hielo flotando sobre un océano $\Rightarrow$ AGUA LÍQUIDA

Radiación de la magnetosfera de Júpiter forma oxidantes en la superficie que pueden usarse como fuente alimenticia

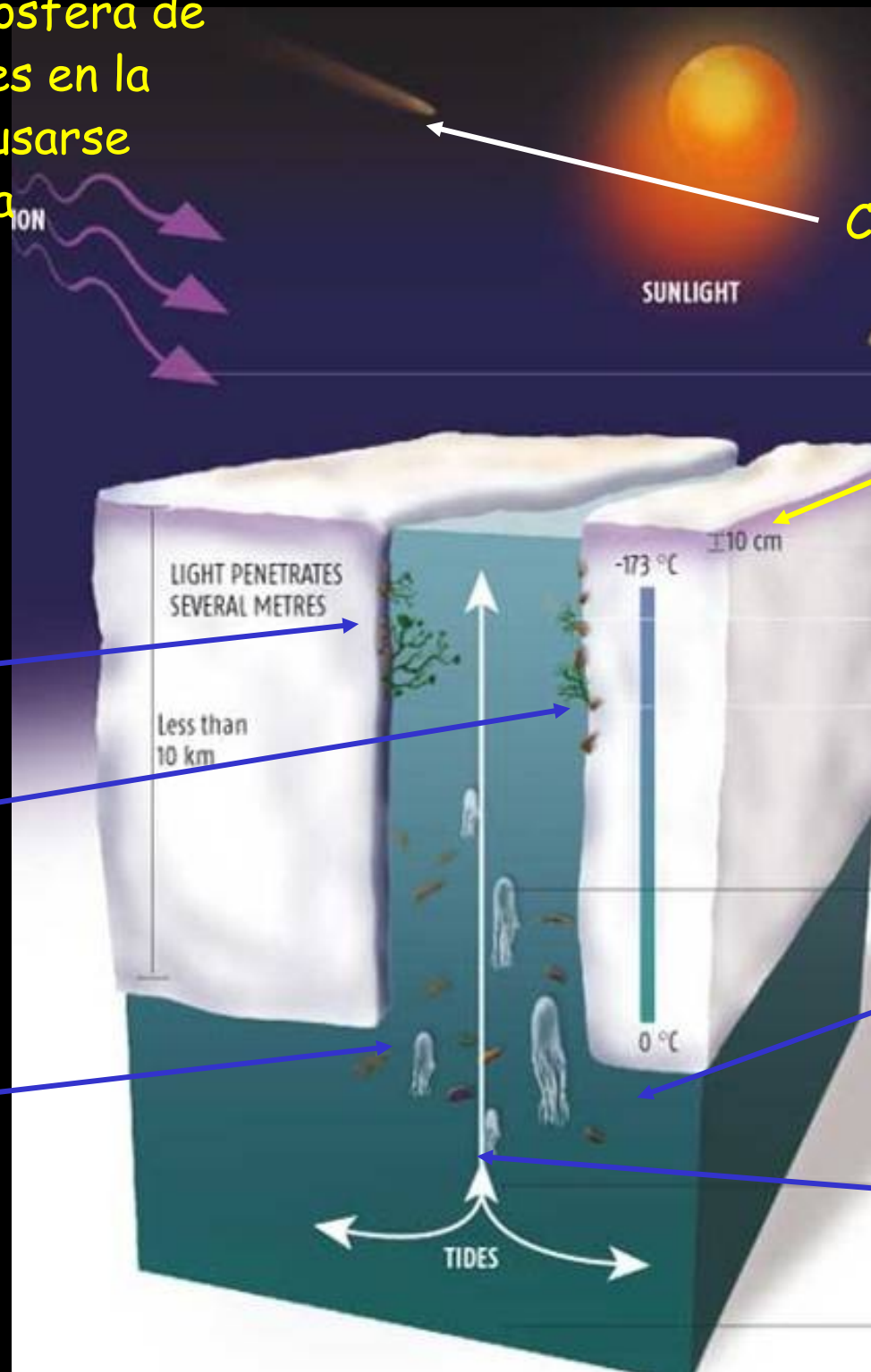
Cometas proporcionan moléculas orgánicas

PELIGRO
Alta radiación

Luz solar penetra varios metros permitiendo la **fotosíntesis** de plantas

Organismos podrían utilizar el alimento traído por la corriente

Organismos flotantes seguirían el movimiento de corrientes y mareas



Océano cálido, relativamente

Fuertes corrientes de marea
Greenberg, 2001

Cometas y Asteroides

- **Cometas**

Compuestos de hielos de agua y CO_2 y rocas

Trazas de moléculas orgánicas y polvo

Sin agua líquida

Contiene precursores de la vida (gran número de moléculas orgánicas)

¿Vida ? ... Poco probable pero posible

- **Asteroides**

Sin atmósfera

Compuestos de roca, hierro y níquel

Contienen gran número de compuestos orgánicos (incluso prebióticos)

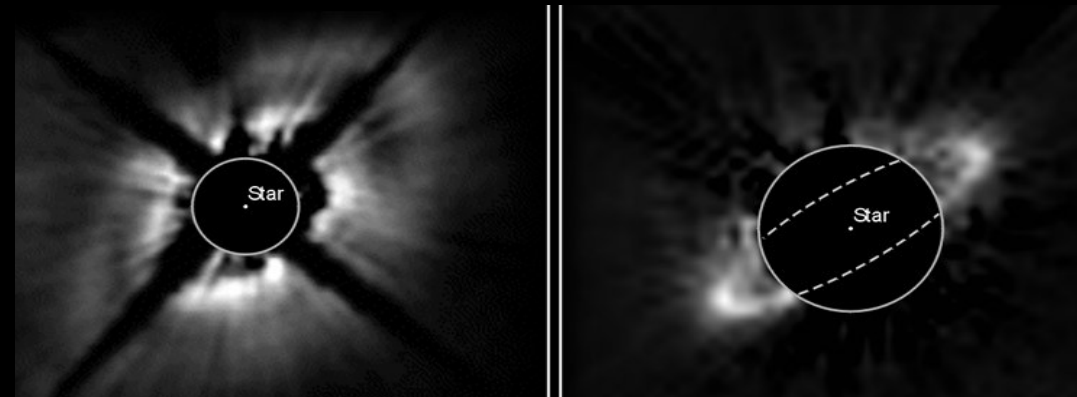
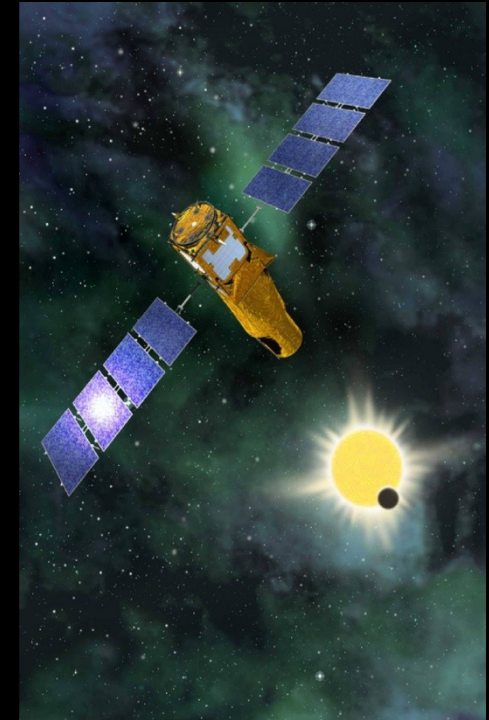
¿Vida? ... Poco probable, pero posible



La vida más allá del Sistema Solar

- La vida en el planeta Tierra
- Nichos de vida en el Sistema Solar
- ▪ La vida más allá del Sistema Solar

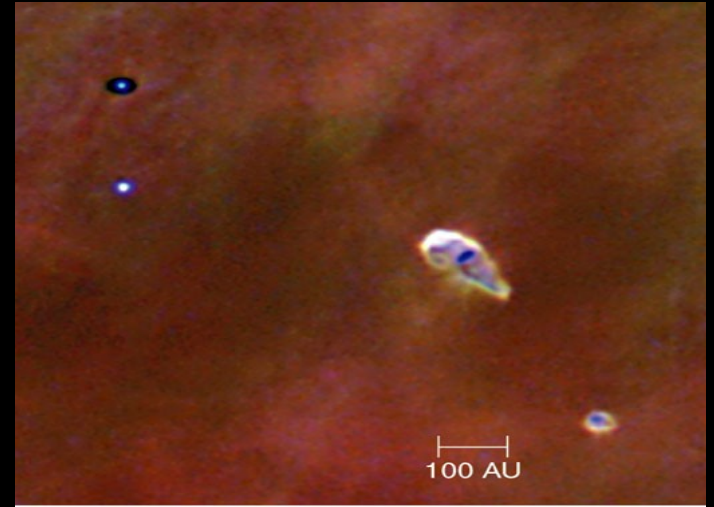
- Búsqueda de sistemas planetarios
- Búsqueda de trazas de vida
- Búsqueda de civilizaciones
- Ecuación de Drake
- Proyecto SETI
- ¿Cómo hacemos ver?



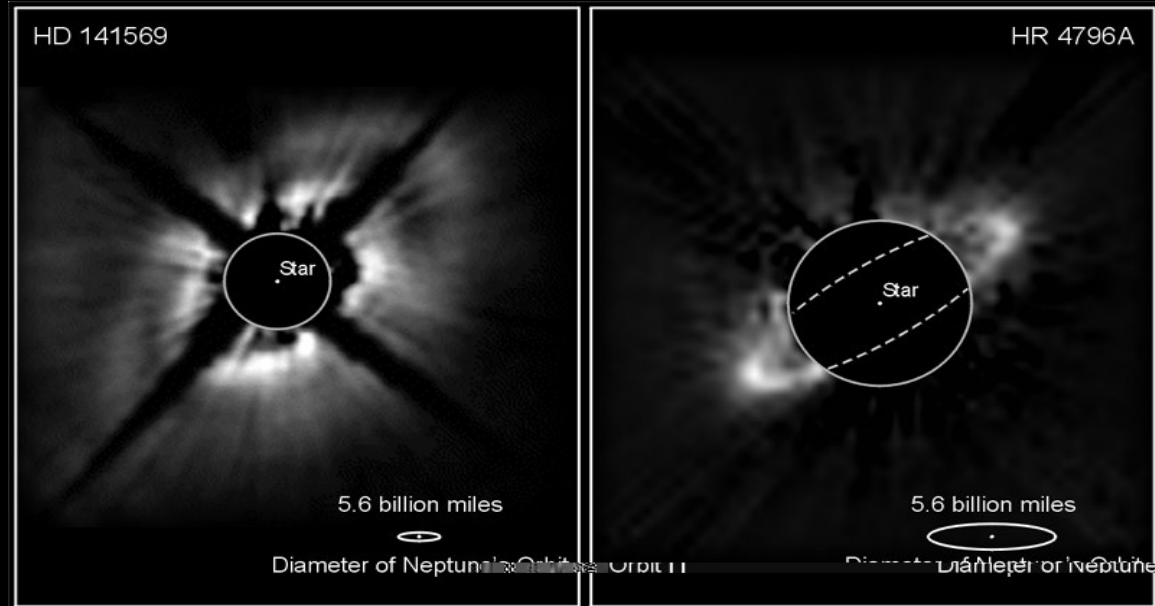
$$N = R_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

¿Existen planetas más allá del Sistema Solar?

- Estrella joven en la Nebulosa de Orión con disco protoplanetario (oscuro) observado por Telescopio Espacial Hubble (HST)



- Formación de discos protoplanetarios alrededor de HD 141569 y HR4796 (HST, 1999)



Dust Disks around Stars

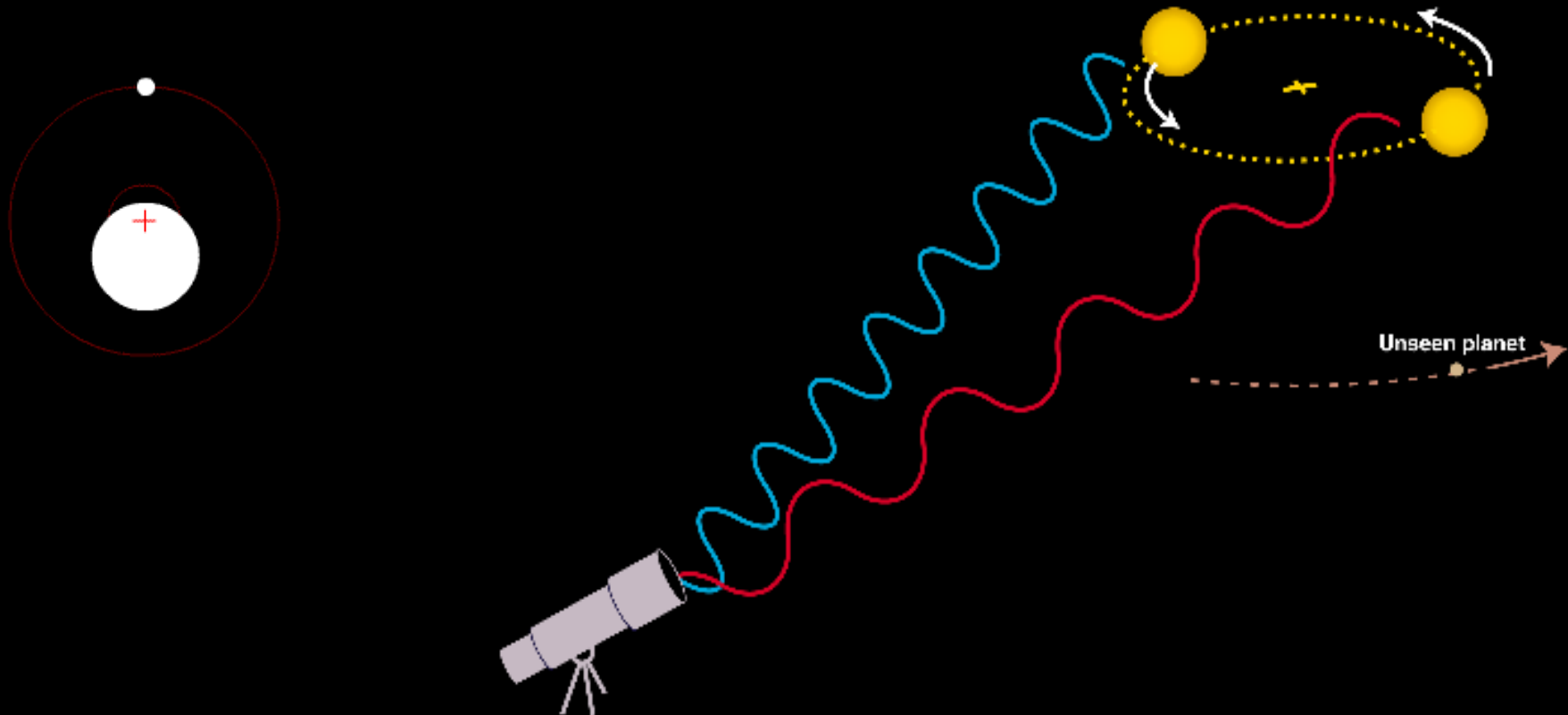
PRC99-03 • STScI OPO • January 8, 1999

B. Smith (University of Hawaii), G. Schneider (University of Arizona),
E. Becklin and A. Weinberger (UCLA) and NASA

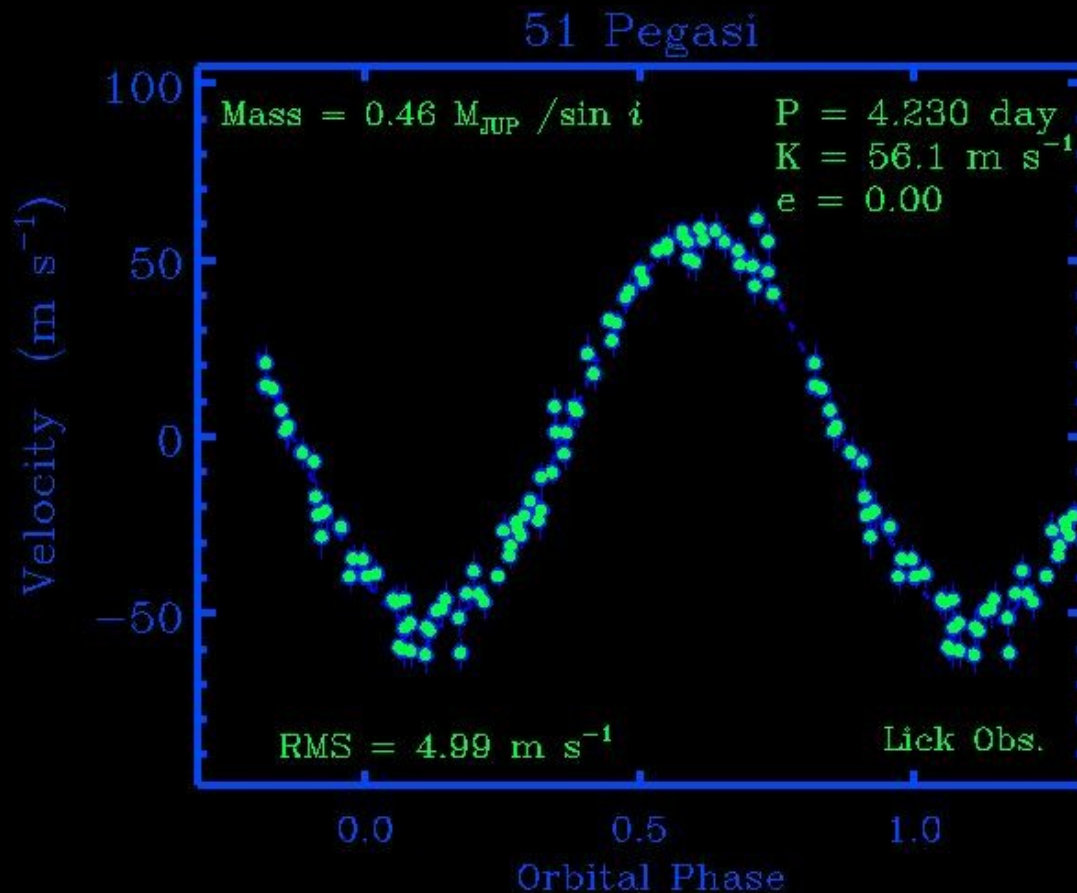
HST • NICMOS

Detección de Planetas Extrasolares: Efecto Doppler

- El movimiento orbital de un planeta produce movimientos en la estrella que pueden ser detectados
- Permite encontrar planetas "gigantes" y cercanos a la estrella



Resultados



- El primer planeta se descubrió en 51 Pegaso (Mayor y Queloz, 1995)
- A 9 de septiembre 2012 febrero se habían detectado más de 600

- Hasta la fecha se han detectado planetas tipo "Júpiter" a distancias de unos 0.05 y 5 UA e incluso "Tierras" a distancias similares.
- Temperatura superficial de $\sim 1000 \text{ K}$
- Periodos orbitales de días

Estás en: [La Verdad](#) > [Más Actualidad](#) > [Sociedad](#)

SOCIEDAD

Científicos de la Politécnica de Cartagena localizan un planeta a 470 años luz de la Tierra

Está en la constelación de Escorpión y gira alrededor de una enana marrón Captan una imagen del cuerpo celeste desde el Instituto de Astrofísica de Canarias

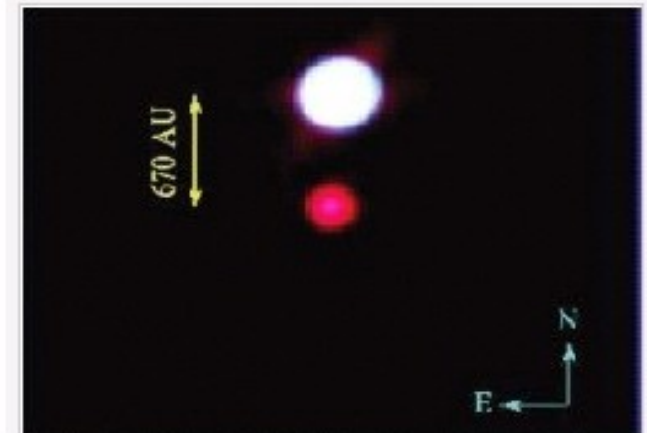
JOSÉ ALBERTO GONZÁLEZ

Vota ☆☆☆☆☆ | 1 voto ★★★★★

[Opina](#) |
 [Ver comentarios \(0\)](#) |
 [Imprimir](#) |
 [Enviar](#) |
 [Rectificar](#)

Es un hallazgo científico de relevancia mundial. Aunque, en términos puramente físicos, de espacio, es de dimensión universal. Investigadores de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) y del Instituto Astrofísico de Canarias (IAC) han localizado un planeta en la constelación de Escorpión cuyas características físicas obligarán a los científicos a elaborar nuevos métodos de análisis sobre la formación de estrellas. En consecuencia, también tendrán que replantearse los de predicción del comportamiento de estos enigmáticos y cautivadores cuerpos celestes.

Así lo explicó ayer el investigador Antonio Pérez Garrido, uno de los científicos de la UPCT que ha participado en el hallazgo y cuyos resultados han sido publicado en la prestigiosa revista *Astrophysical Journal Letters*. Pérez explicó que el planeta (al que aún no han puesto nombre, y que bien podría llamarse Cartagena) está a una distancia de 470 años luz de la Tierra y orbita alrededor de una

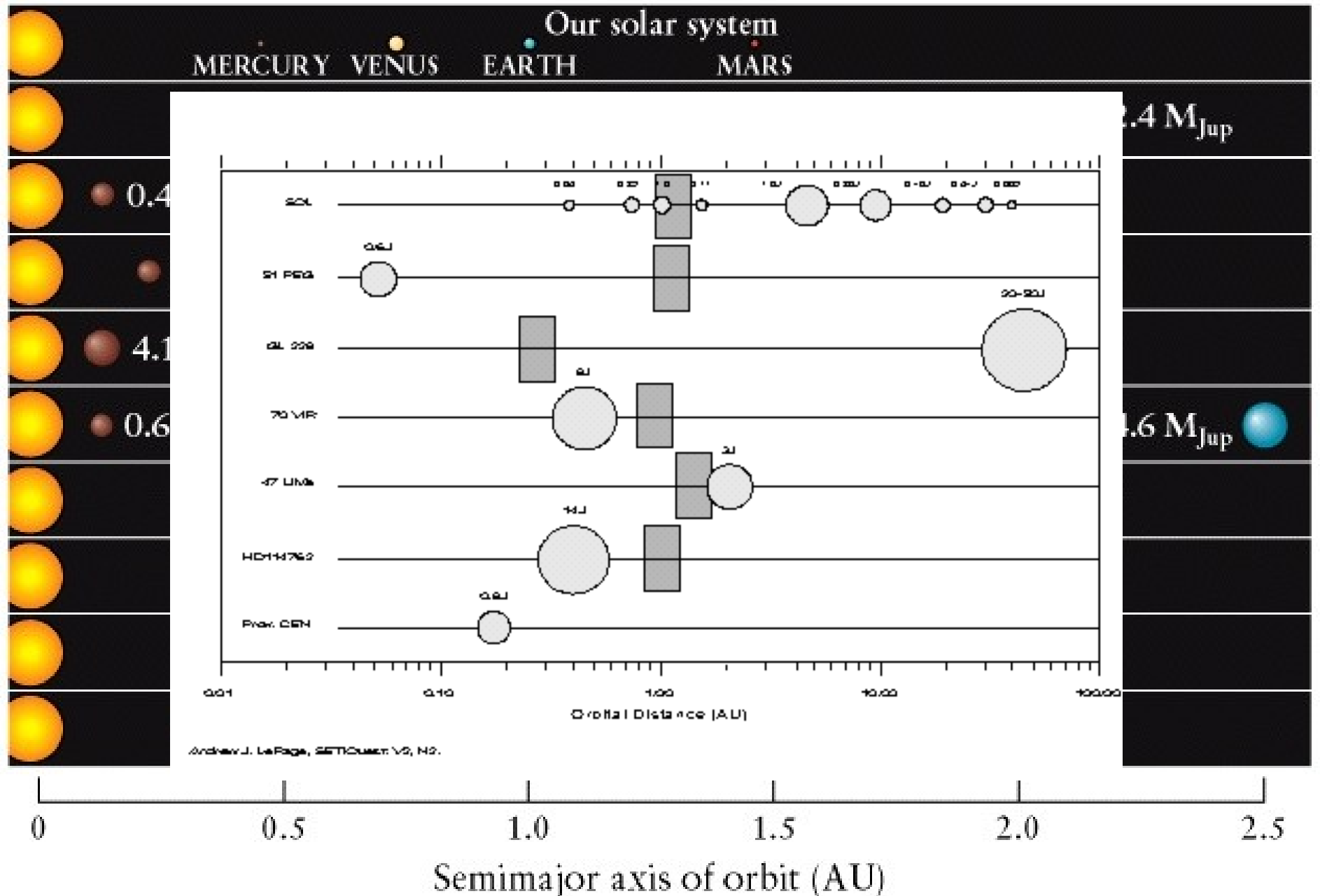


ESTABA AHÍ. Imagen de infrarrojos del planeta (el objeto más pequeño) y la estrella en torno a la que orbita. / LV

PARA SABER MÁS

Dónde está: En la constelación de Escorpión, en una de las regiones de formación de estrellas cercana a nuestro Sol. Orbita en torno a una estrella enana marrón.

Sistemas Planetarios

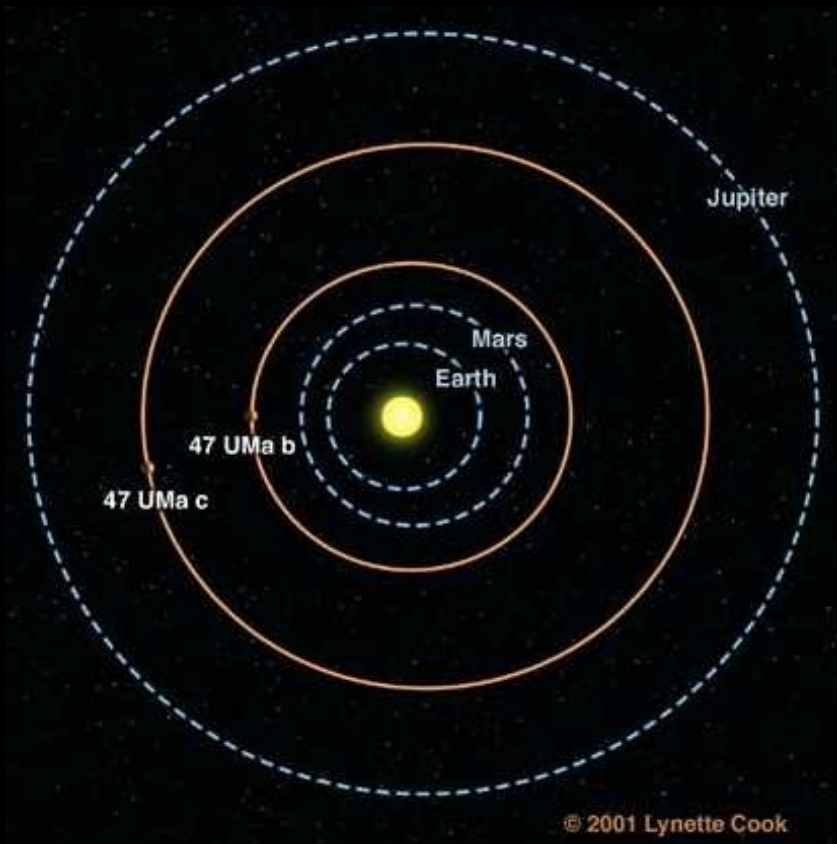


47 Osa Mayor

- Estrella de magnitud 5 a 42 años luz de distancia
- Sistema de dos planetas con órbitas circulares.
Muy similar a nuestro sistema solar:

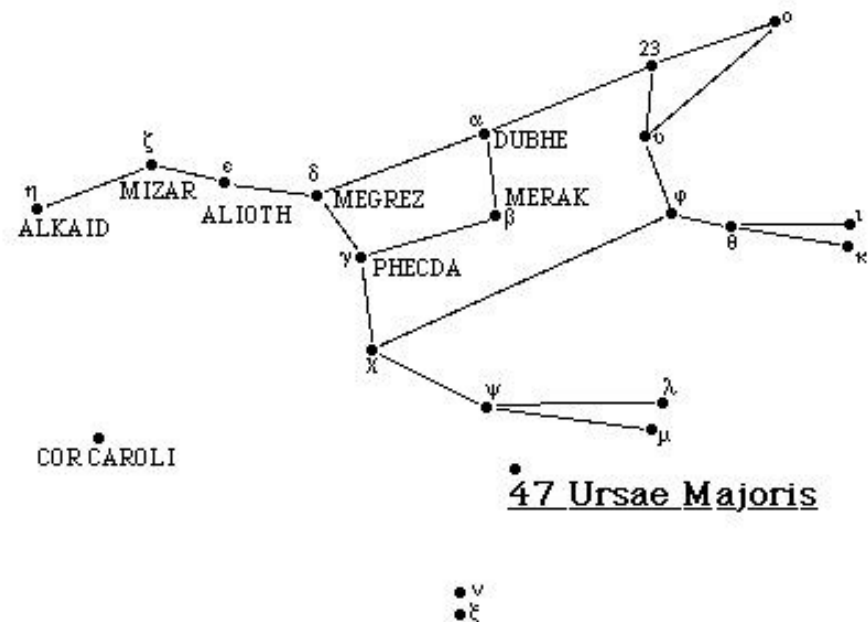
$$b = 2.5 M_J$$

$$c = 0.8 M_J$$



© 2001 Lynette Cook

Ursa Major, the Great Bear (The Big Dipper)



Que podemos y que no podemos detectar ...

- Se puede detectar movimientos de la estrella de 3 m/s
- Se pueden detectar masas similares a las de Saturno
- Detecta planetas cercanos a la estrella
- Se han detectado (septiembre 2012):
 - 600 planetas, sistemas planetarios múltiples
 - Varias "Tierras"
- Se puede "ver" al planeta (a veces) e incluso analizar su composición

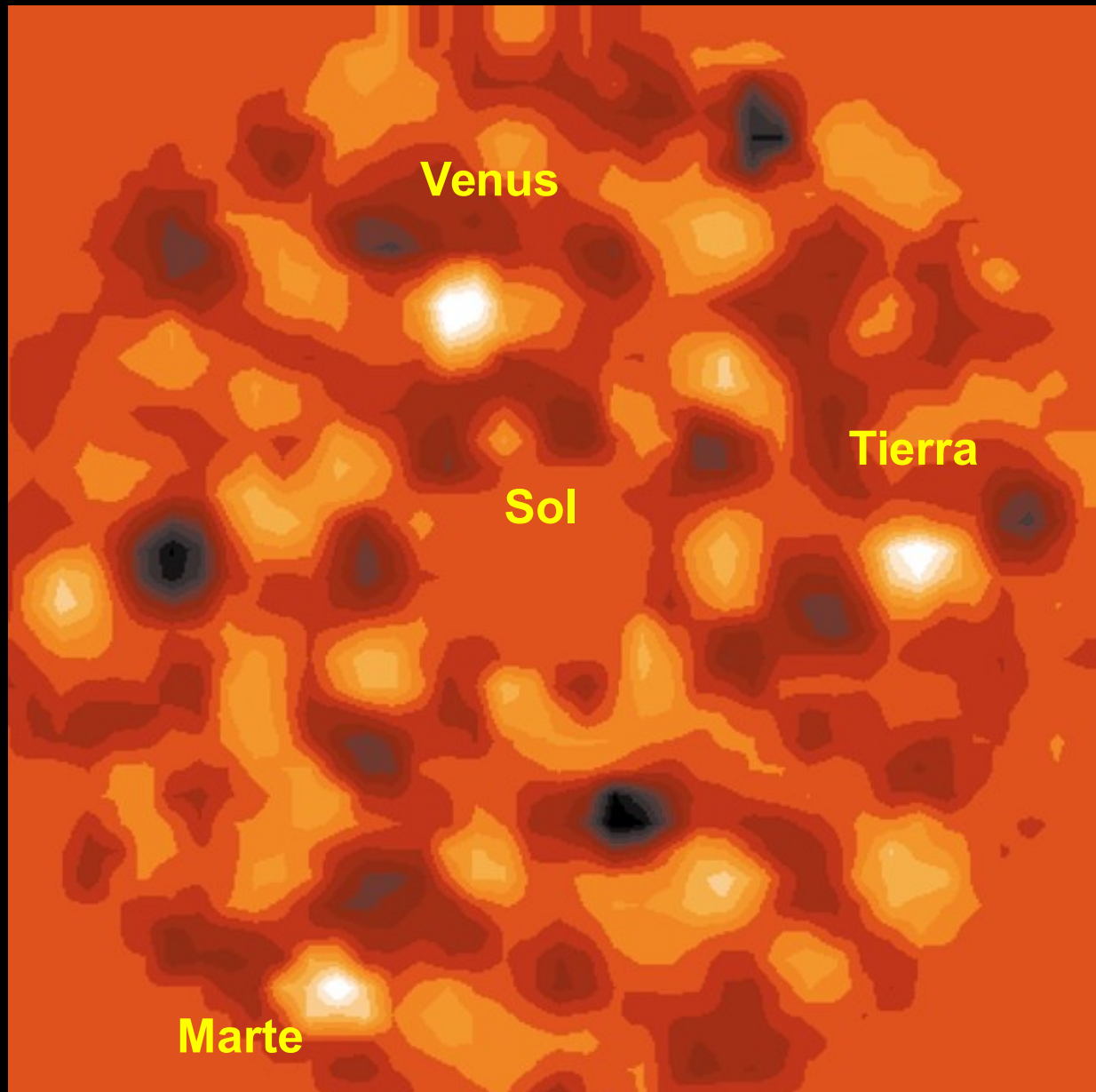
Las nuevas
técnicas

Reto actual: "Detectar Tierras y analizarlas"

- Es 1000 veces más difícil que detectar Júpiter
- El uso de la Interferometría permite "anular" la imagen de la estrella
- Búsqueda de tránsitos a gran escala
- Será una proeza técnica:
 - Situarlo en un punto de Lagrange
 - Mantener una distancia de 200 m con un error de 20 nm

Darwin. (ESA, en proyecto)
Conjunto de telescopios de 1.5 m)

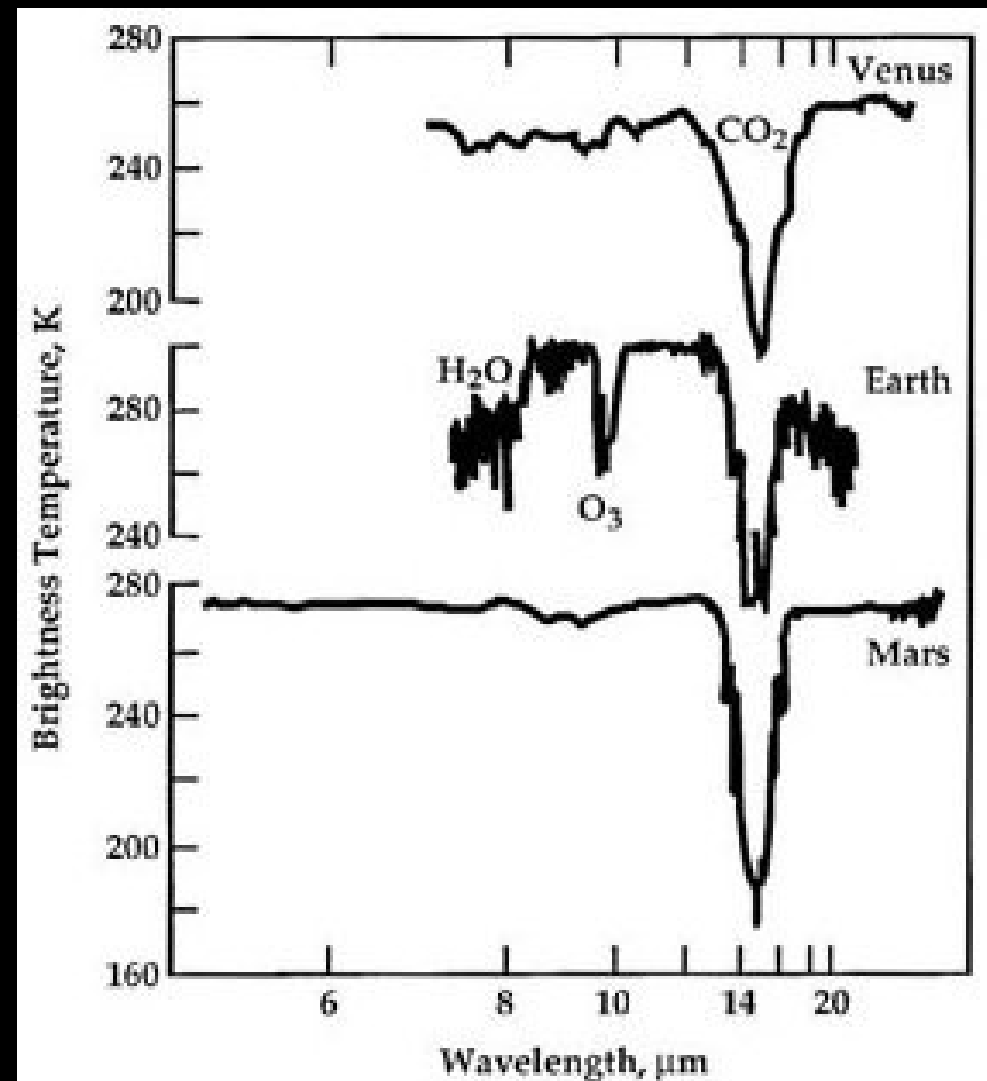




- Simulación del sistema solar desde 30 años luz con Darwin

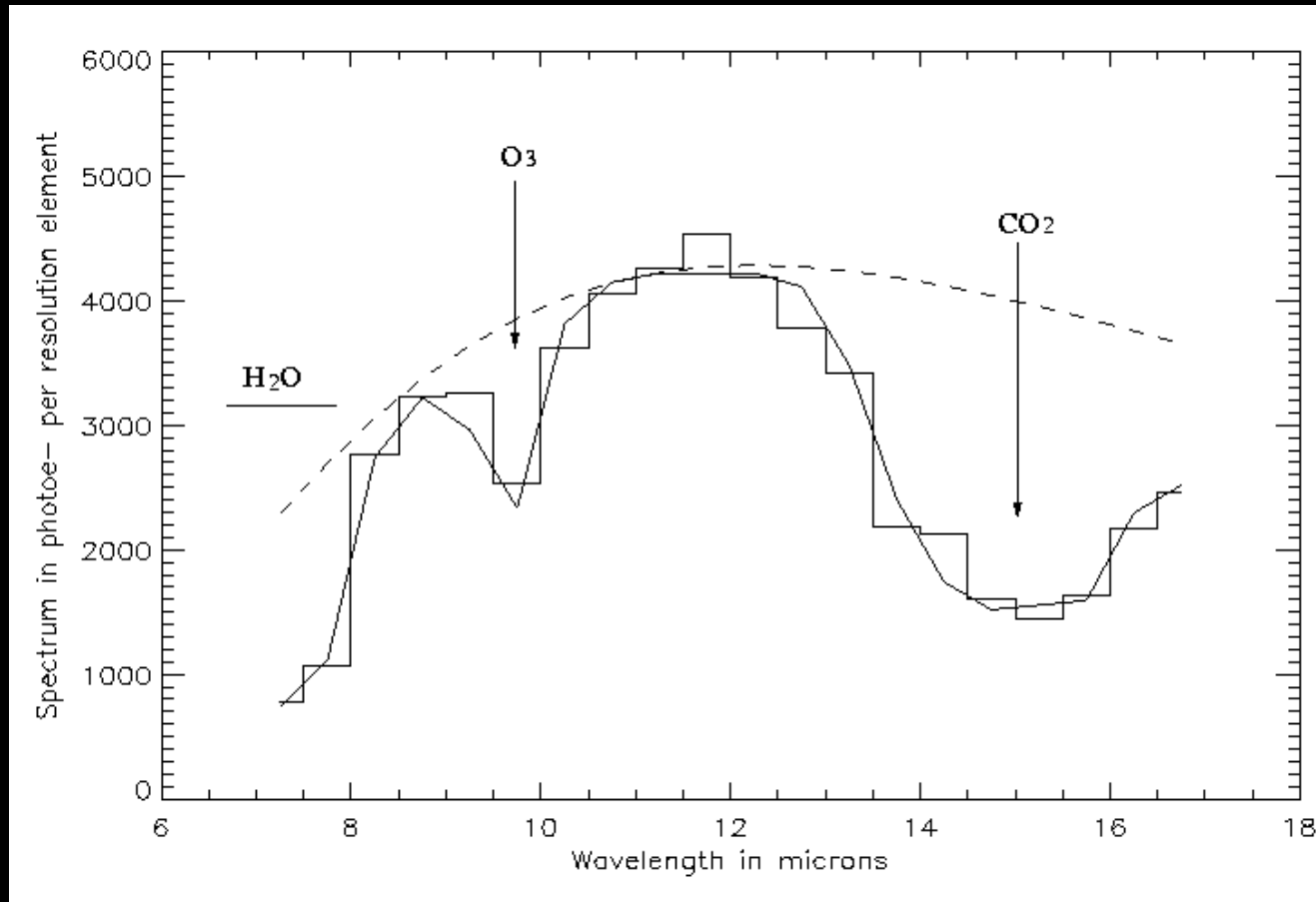
¿Podremos detectar indicios de vida?

- Analizando la luz reflejada por un planeta se puede conocer la composición de su atmósfera
- Una atmósfera cálida y húmeda tendría H₂O y CO₂
- La detección de oxígeno podría significar la existencia de procesos de fotosíntesis a gran escala
- Ozono es la forma del oxígeno más fácilmente detectable



Espectros de emisión de los planetas terrestres

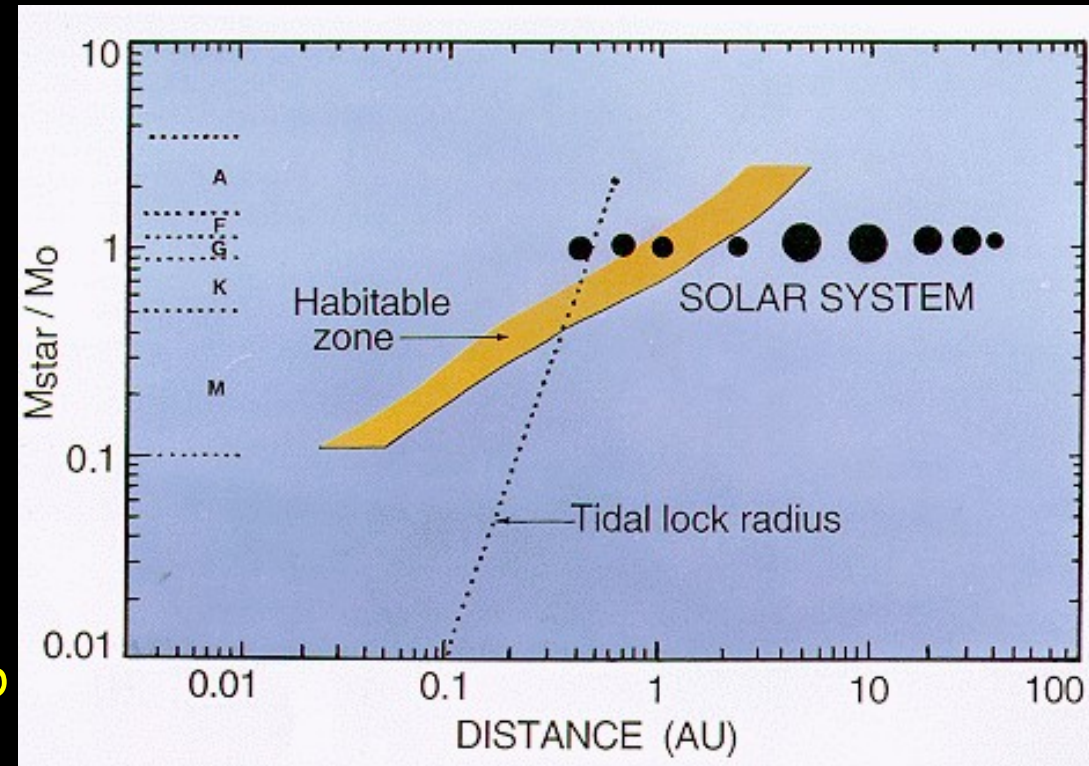
¿Signos de Vida?



- Simulación del espectro de una exo-Tierra detectado por Darwin
- Un resultado como este podría ser la primera evidencia de vida abundante en un planeta fuera del Sistema Solar

Donde buscamos la vida

- 1 Planeta pequeño y rocoso
- 2 En la zona de habitabilidad
- 3 Sin rotación síncrona
- 4 Sin demasiados impactos catastróficos con asteroides
- 5 En el lugar correcto de la Galaxia
- 6 Encontrar el planeta en el momento adecuado



El oxígeno apareció hace 2000 millones de años y estará por otros tantos

Detectar vida inteligente ¿?



Requerimientos para la vida inteligente

- 1 Observar el planeta a la *hora correcta*
- 2 Que impactos catastróficos fueren la evolución
- 3 Cambios climáticos fueren la evolución ...

- En esta escala los humanos aparecieron hace 4 segundos
- Las comunicaciones por radio hace 0.4 milisegundos

Búsqueda de civilizaciones: Proyecto SETI

SETI = Search for Extra-Terrestrial Intelligence

- Aceptamos la existencia de vida inteligente y tecnológicamente evolucionada y buscamos sus señales, emisiones de radio.
- Desde las primeras escuchas por Drake (1960) los intentos de detección han aumentado espectacularmente en número y complejidad.
- Actualmente el proyecto está apoyado y financiado en varios países y son muchos los radiotelescopios utilizados.

SETI online: Tú puedes ayudar

www.seti.org

- Utiliza ordenadores de todo el mundo para analizar la información obtenida
- El mayor "ordenador" del mundo
- No cuesta nada ayudar

SETI: Tu puedes ayudar



http://www.setilatino.com/

SuSE - The Linux ... Diccionario

Seti@home en tu comput...

PROYECTO
SETI

BUSQUEDA DE
INTELIGENCIA
EXTRATERRESTRE
en tu casa!

- Únete a nuestro grupo
- Bajar software
- ¿Cómo funciona Seti?
- Políticas y normas
- Preguntas frecuentes
- Crea tu cuenta desde aquí

¿En qué consiste seti@home?

Seti@home es un impresionante proyecto científico creado por la Universidad de Berkeley, en California (USA), que posee la finalidad de buscar presuntas comunicaciones de inteligencia extraterrestre a través del minucioso análisis de los datos ofrecidos por el radio telescopio de Arecibo en Puerto Rico que obtiene radio ondas del cielo en forma casi constante.

¿Cómo se implementa Seti at home?

En función de la gran cantidad de datos por analizar, el proyecto Seti no podría funcionar sin que usuarios de todo el mundo como tu donen parte del tiempo muerto de su computador. La idea es muy sencilla: solo tienes que inscribirte en el programa y bajar un software que se instalará en tu computador y recibirá datos para analizar. El mencionado software, que actualmente se llama **Bionic**, no interferirá en tus labores cotidianas pues solamente funciona como un calva pantalla, es decir, en los momentos en que tu computadora queda sin

www.seti.org

- Utiliza ordenadores de todo el mundo para analizar la información obtenida
- El mayor "ordenador" del mundo
- No cuesta nada ayudar

Búsqueda de civilizaciones: La ecuación de Drake

- Proporciona una estimación sobre la existencia de civilizaciones capaces de ponerse en contacto con nosotros

$$N = R_* \times f_p \times n_e \times f_i \times f_c \times L$$

R = formación de estrellas

f_p = fracción de estrellas con sistema planetario

n_e = número de planetas como la Tierra

f_i = fracción de planetas con vida

f_i = fracción de planetas habitados con vida inteligente

f_c = fracción de civilizaciones inteligentes con tecnología avanzada

L = longevidad de las civilizaciones tecnológicamente avanzadas

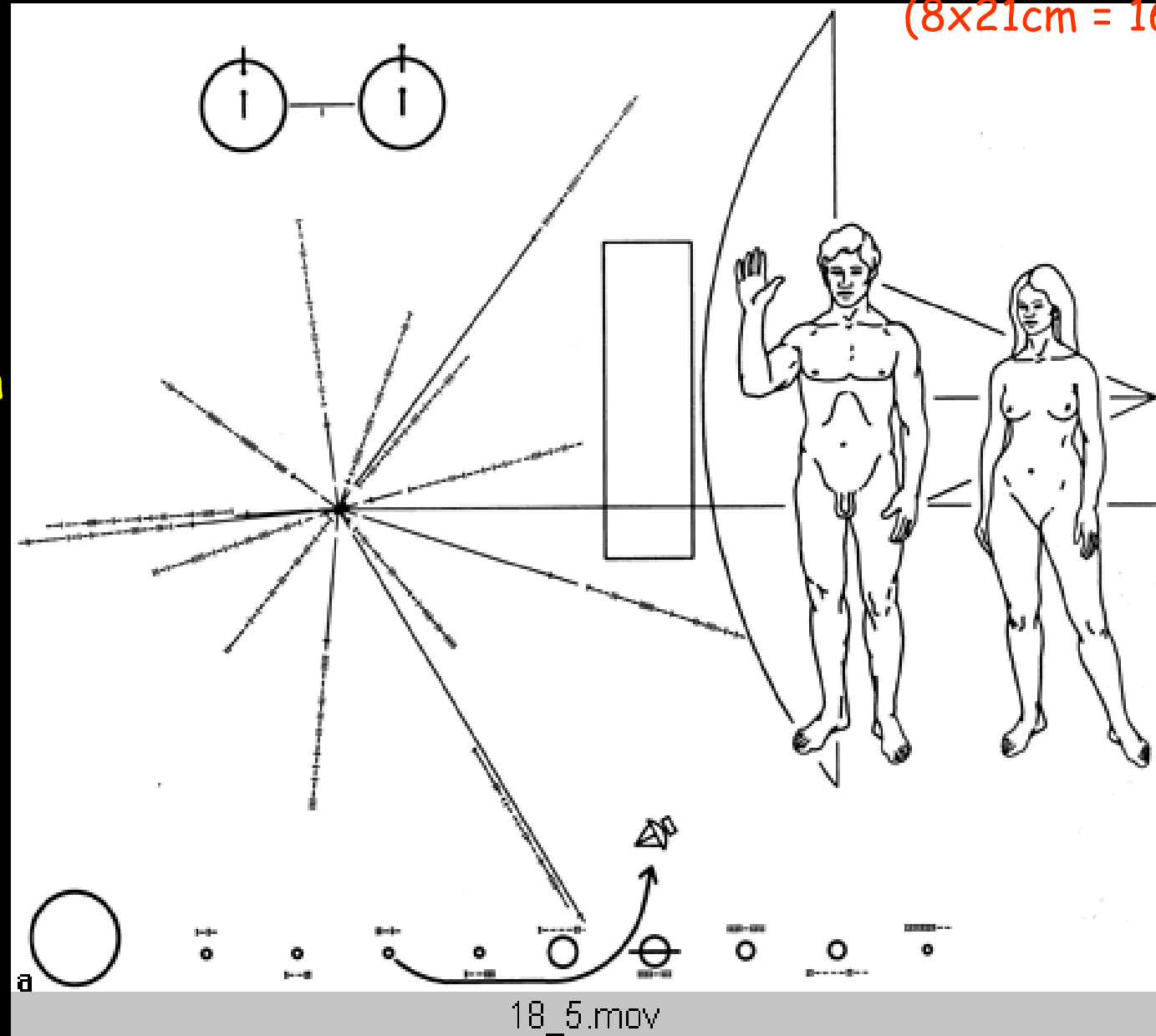


¿Cómo hacemos ver?

Transición
hiperfina del H,
21 cm y 1420
MHz

Posición del Sol en
relación a varios
púlsar (líneas
indican periodos)

Tamaño medio de
los humanos
($8 \times 21 \text{ cm} = 168 \text{ cm}$)



La Tierra en el Sistema Solar y viaje de la nave

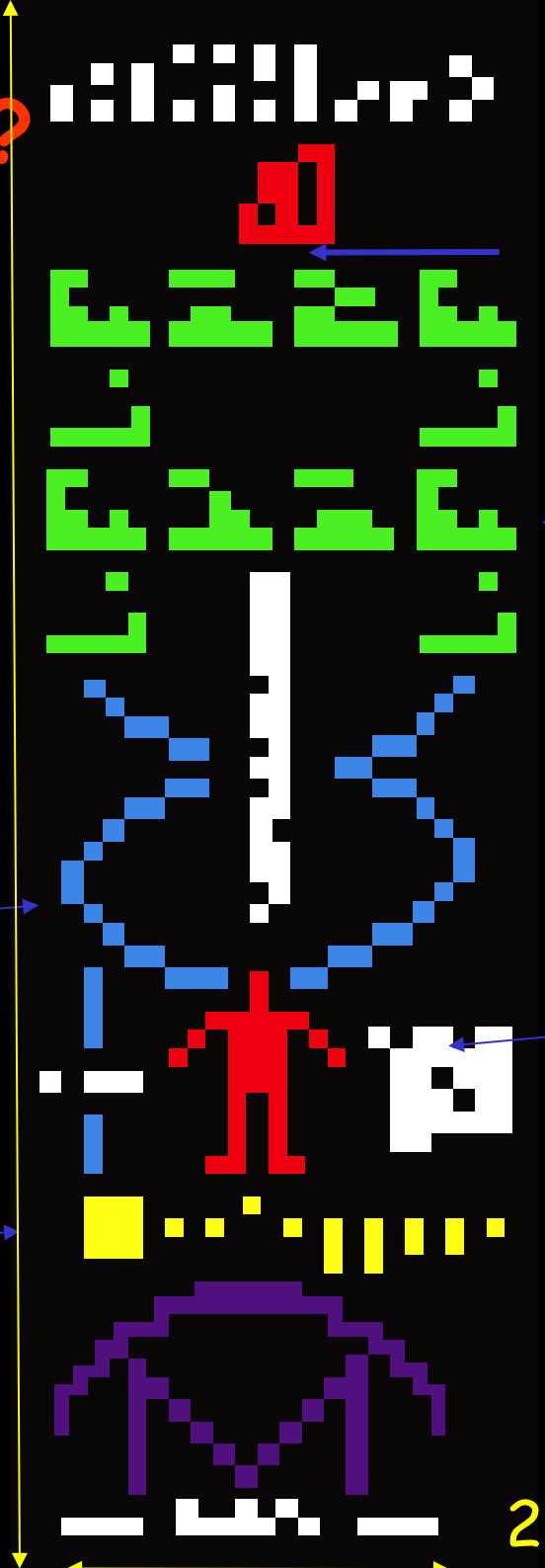
¿Cómo hacemos ver?

Mensaje enviado desde
Arrecivo al cúmulo globular
M13 por Frank Drake (1974)

Estructura de doble hélice del
ADN, y el tamaño del genoma
humano (3 000 millones)

Sistema Solar, destacando la
Tierra

Fuente emisora, con su tamaño
en binario: 10010111110 =
2439



Sistema decimal

Ladrillos básicos de la
vida: CHONP

La química del ADN

Imagen del hombre, con
su estatura promedio y la
población.

Estatura 1110=14
unidades. La unidad
básica es longitud de
onda de la señal

Conclusiones

- Los sistemas planetarios son abundantes y parece ser que también son abundantes los que reúnen condiciones necesarias para mantener la vida.
- En 10 ó 15 años podríamos tener una lista de 100 sistemas planetarios (predicción de 2008 → Se ha cumplido YA!!!!)
- Con los nuevos telescopios seremos capaces de explorar las atmósferas de los nuevos planetas
- La vida puede existir ahí fuera pero ... tendremos que esperar todavía algún tiempo para encontrarla .

Exobiología

Para saber más:

- [*http://www.seti.org*](http://www.seti.org)
- [*http://sci.esa.int*](http://sci.esa.int)
- [*http://www.astrobiology.com*](http://www.astrobiology.com)
- [*http://origins.jpl.nasa.gov*](http://origins.jpl.nasa.gov)

