Universidad Nacional de Río Negro
Int Partículas, Astrofísica & Cosmología - 2020

- **Unidad** 02–Astrofísica, estrellas y planetas
- **Clase** U02 C06 - 10/16
- **Fecha** 30 Sep 2020
- **Cont** Planetas y Vida
- **Cátedra** Asorey
- **Web** https://gitlab.com/asoreyh/unrn-ipac/

Contenidos: un viaje en el tiempo y el espacio

U2: Astrofísica, escalas intermedias
4 encuentros, del 02/Sep al 23/Sep

- Estrellas.
  - Modelos politrópico. La fusión nuclear estelar.
  - Clasificación estelar. Diagrama H-R.
  - Evolución estelar. Nebulosas.
- Planetas
  - El Sistema Solar
  - Exoplanetas
  - Vida en el Universo: Astrobiología.
- Trabajo de la unidad: Astronomía observacional: sistemas de coordenadas y mapas estelares. Viernes 02/Oct/2020

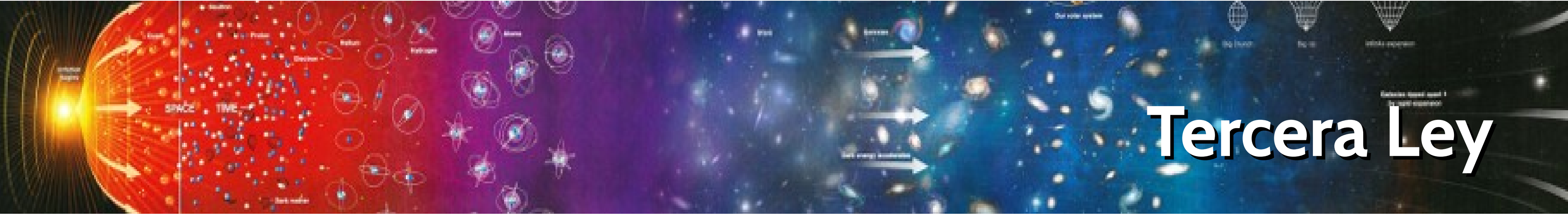
Entonces, en una órbita

- Para un objeto de masa *m* que orbita un objeto de masa *M* con una órbita con semieje mayor a, la energía orbital:

$$E_o = E_K + E_G = \frac{1}{2} m v_r^2 - \frac{GMm}{r} \rightarrow \boxed{E_o = \frac{-GMm}{2a}}$$

- Y en cualquier punto de la órbita se cumple

$$\boxed{v_r = \sqrt{GM\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}} \qquad \text{y si } a = r \rightarrow v_o = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \text{cte}$$



Tercera Ley

Tercera Ley (1618): El cuadrado del período orbital (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol, T) es directamente proporcional al cubo de la distancia media al Sol (a, igual al semieje mayor de la elipse).

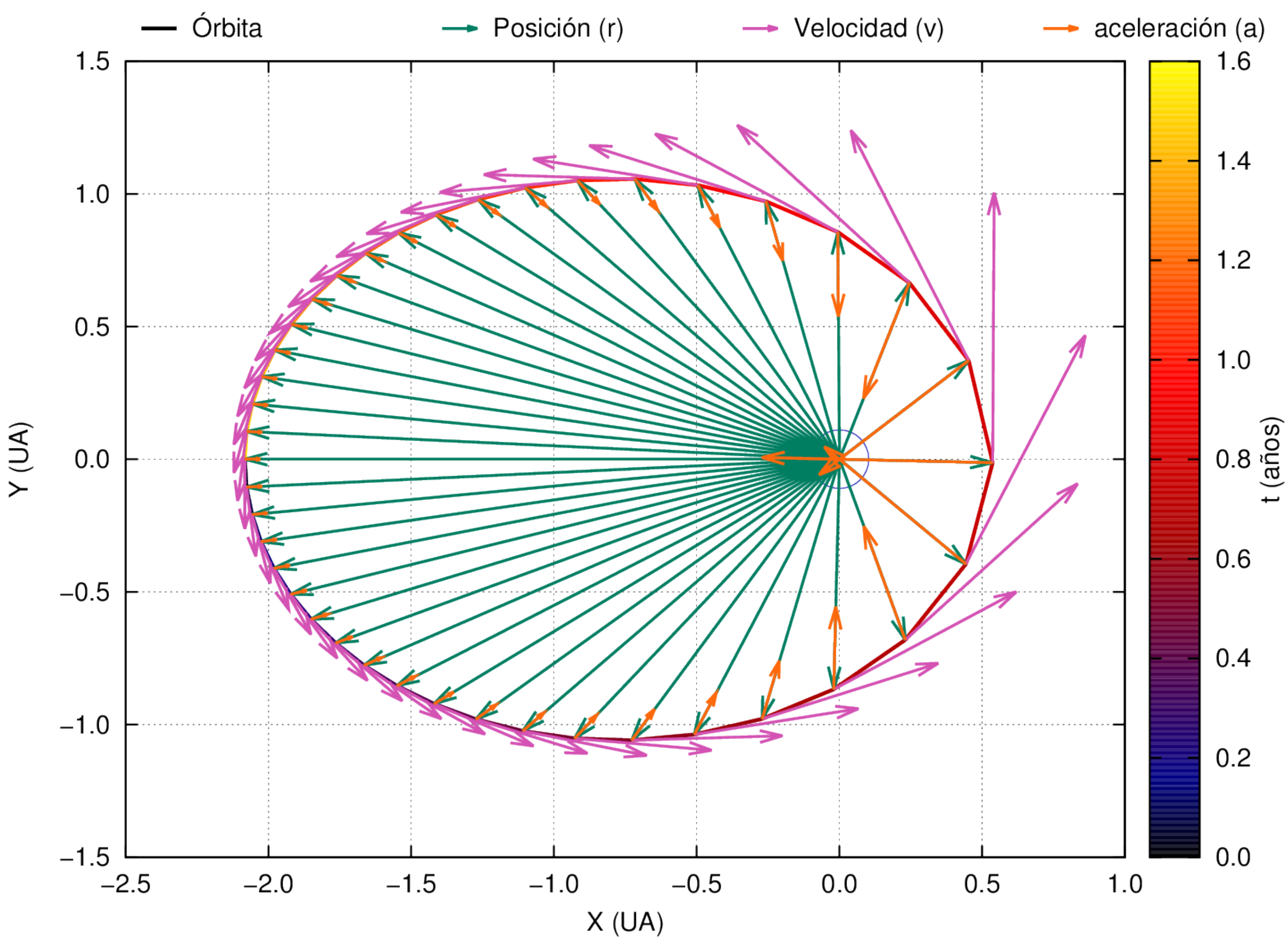
$$T^2 = k_{\mathrm{Sol}}\, a^3$$

Calcule k_{Sol} y $1/k_{\mathrm{Sol}}$ en unidades del SI (m y s) y en años y unidades astronómicas

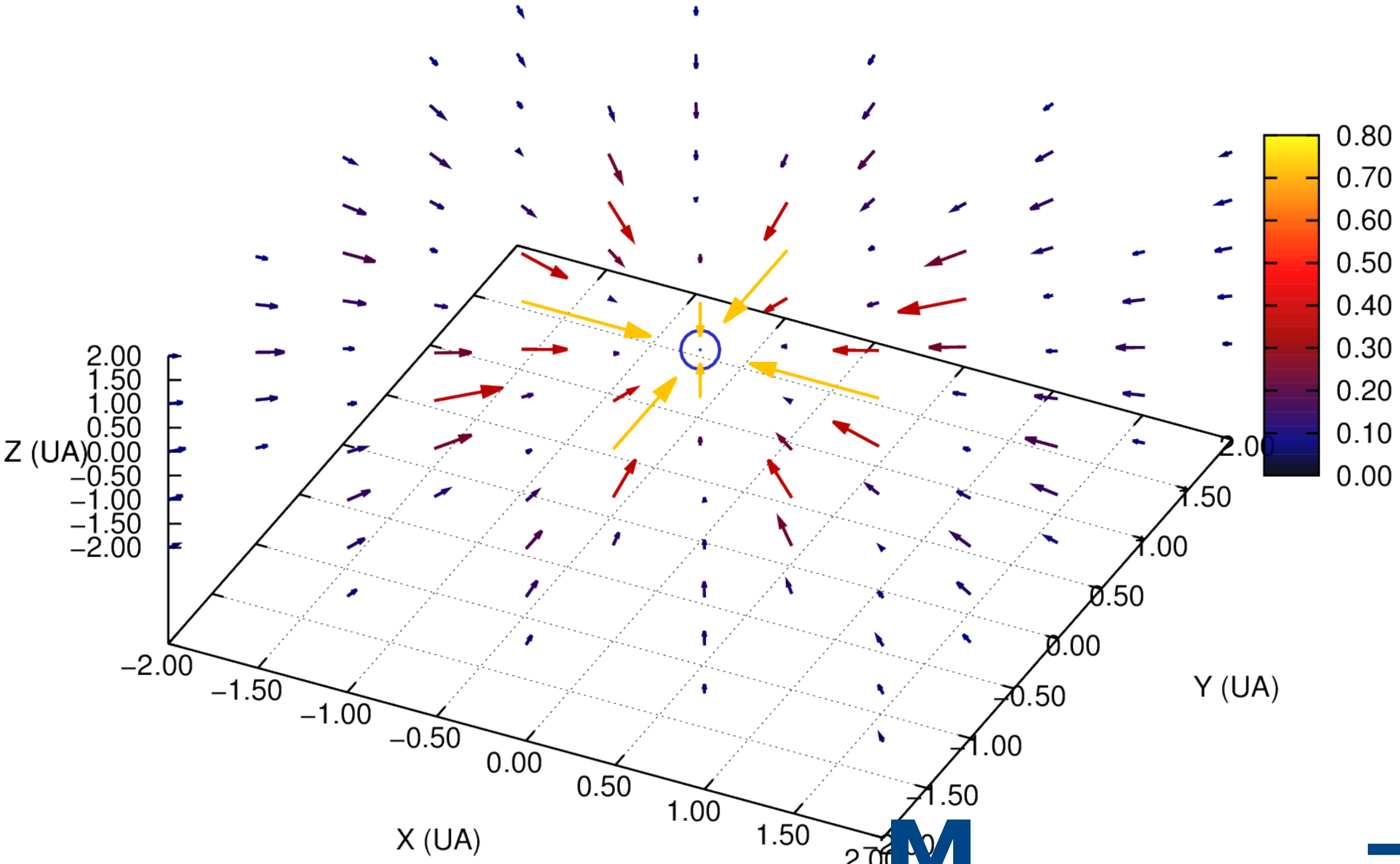
$$\frac{T^2}{a^3} = \left(\frac{4\pi^2}{G\, m_{\mathrm{Sol}}}\right) \equiv k_{\mathrm{Sol}}$$

Recuerde que esta constante sólo depende de la masa del Sol y, por lo tanto, es la misma para TODOS los objetos que orbitan al Sol.

Órbita+posición+velocidad+aceleración



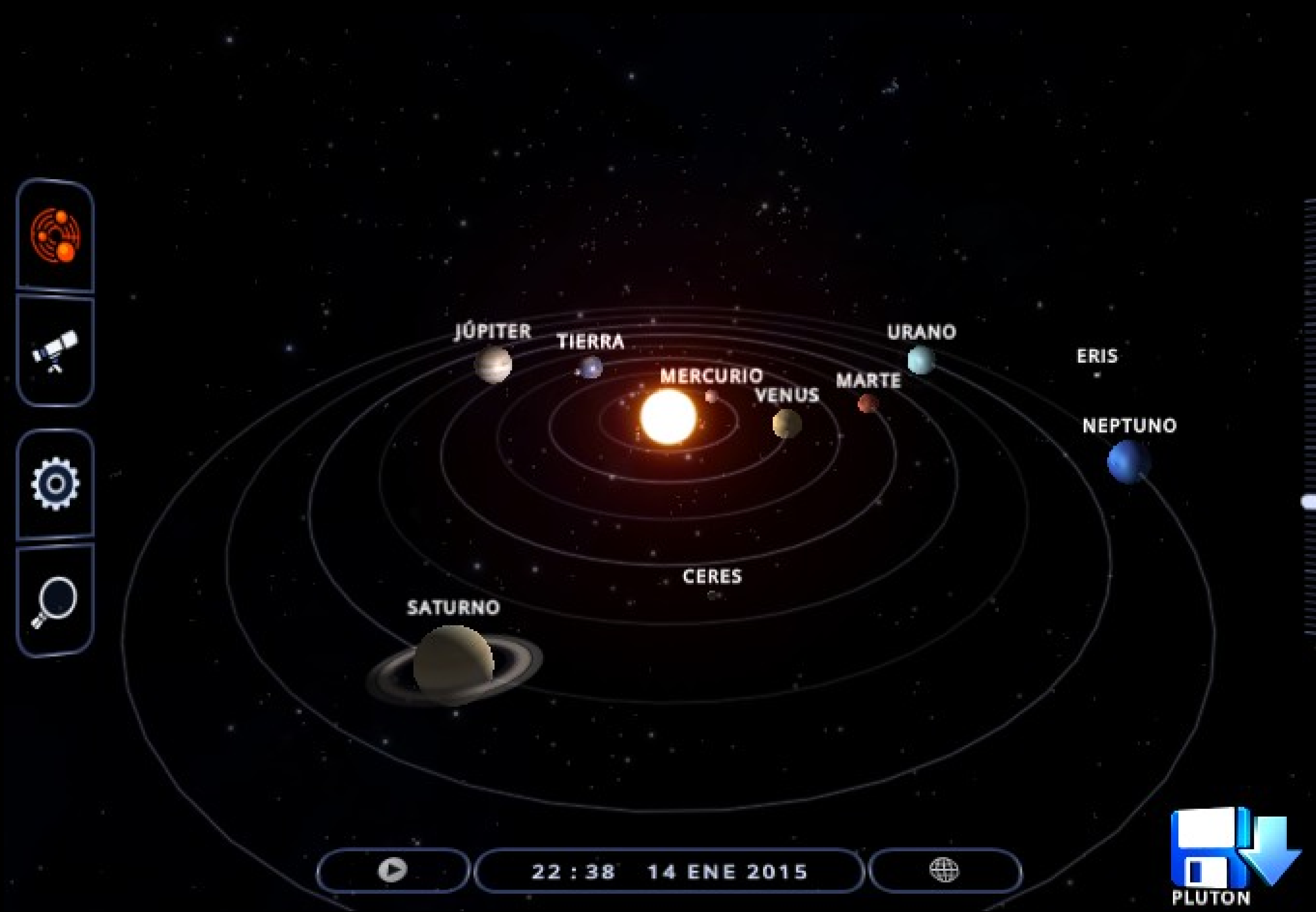
g(r) representa al campo gravitatorio de la estrella HD171028D

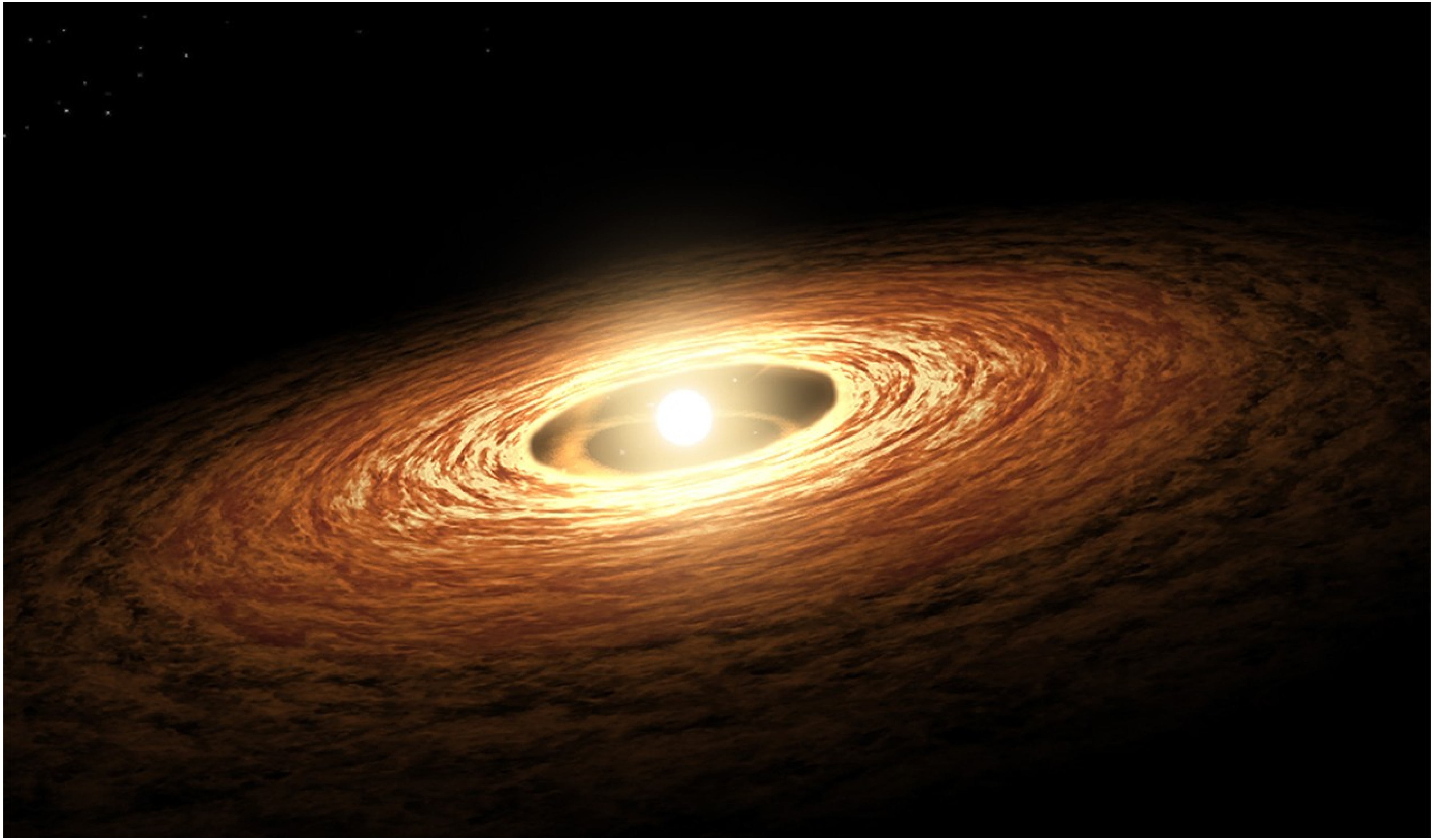


$$M_{HD171028D} = 0.99\ M_S$$

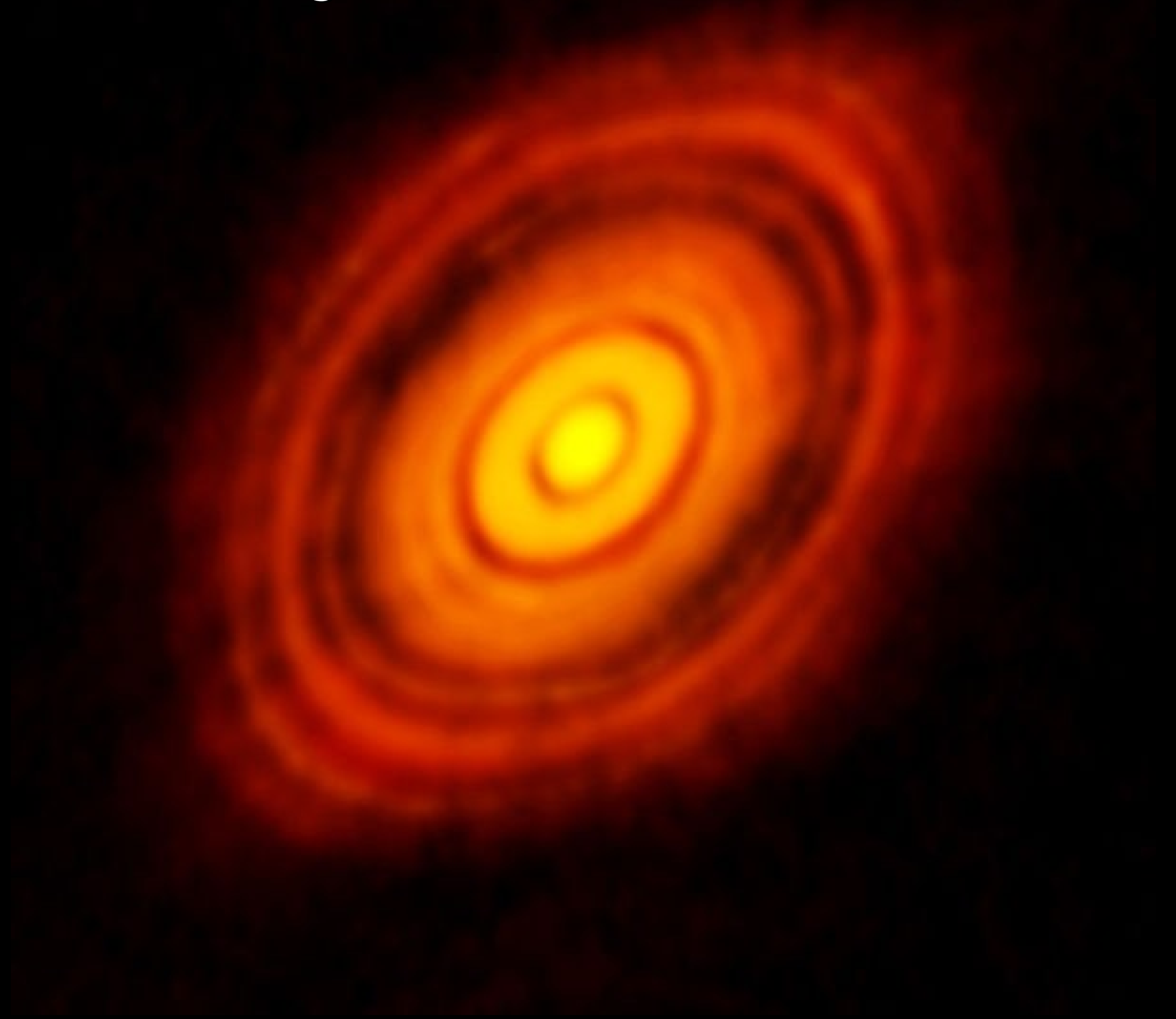
"Solar System Scope"

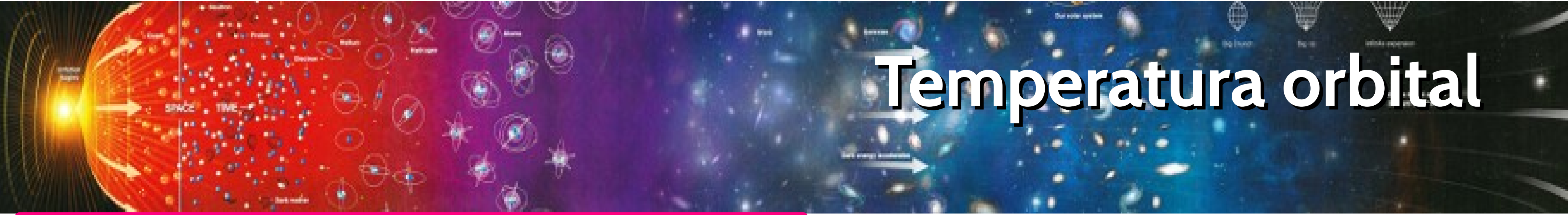
https://www.solarsystemscope.com/





HL Tauri (t_s~10^5 años) observado por ALMA

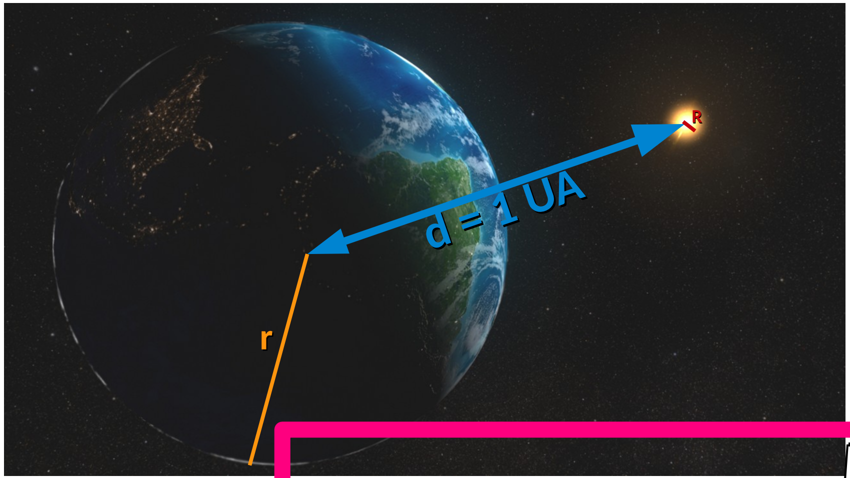




Temperatura orbital

$$T_P = \sqrt[4]{\frac{L_S}{16\,\pi\,\sigma\,d^2}}$$

$$d = \sqrt{\frac{L_S}{16\,\pi\,\sigma\,T_P^4}} \rightarrow d_{T_P} \propto \sqrt{L_S}$$



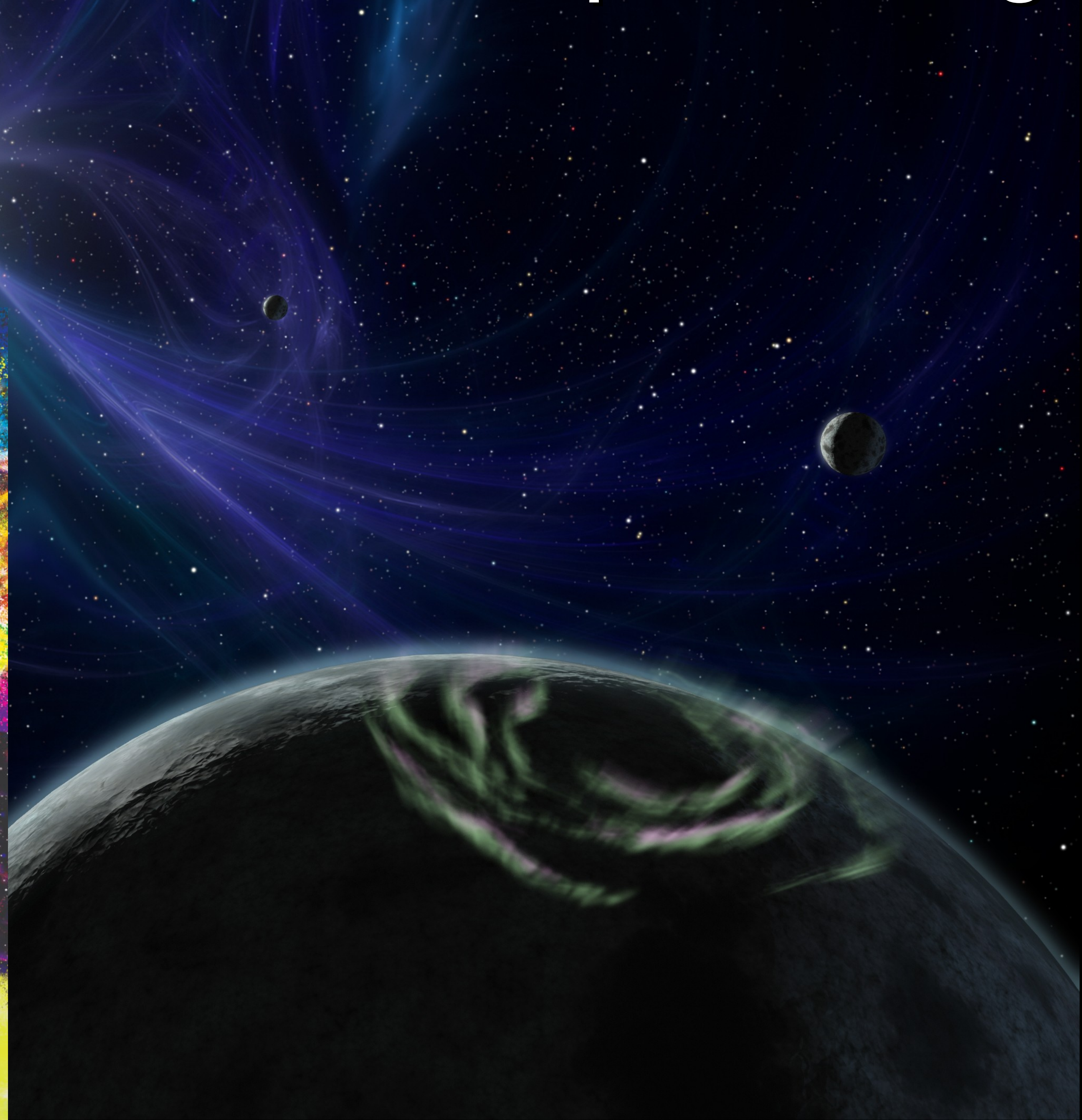
$$\left(\frac{d_{T_P}}{1\,UA}\right) = \left(\sqrt{\frac{L_\odot}{16\,\pi\,\sigma\,T_P^4\,(1\,UA)^2}}\right)\sqrt{\frac{L_S}{L_\odot}}$$

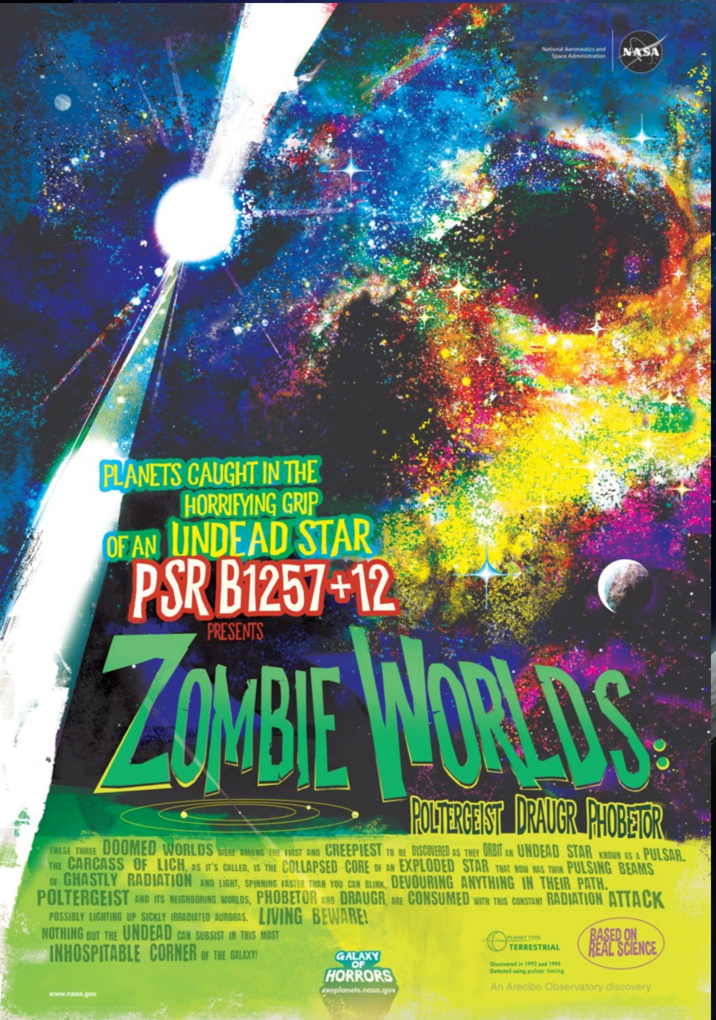
$$d_{273\,K} = 1{,}0394\sqrt{\frac{L_S}{L_\odot}}$$

$$d_{373\,K} = 0{,}5568\sqrt{\frac{L_S}{L_\odot}}$$

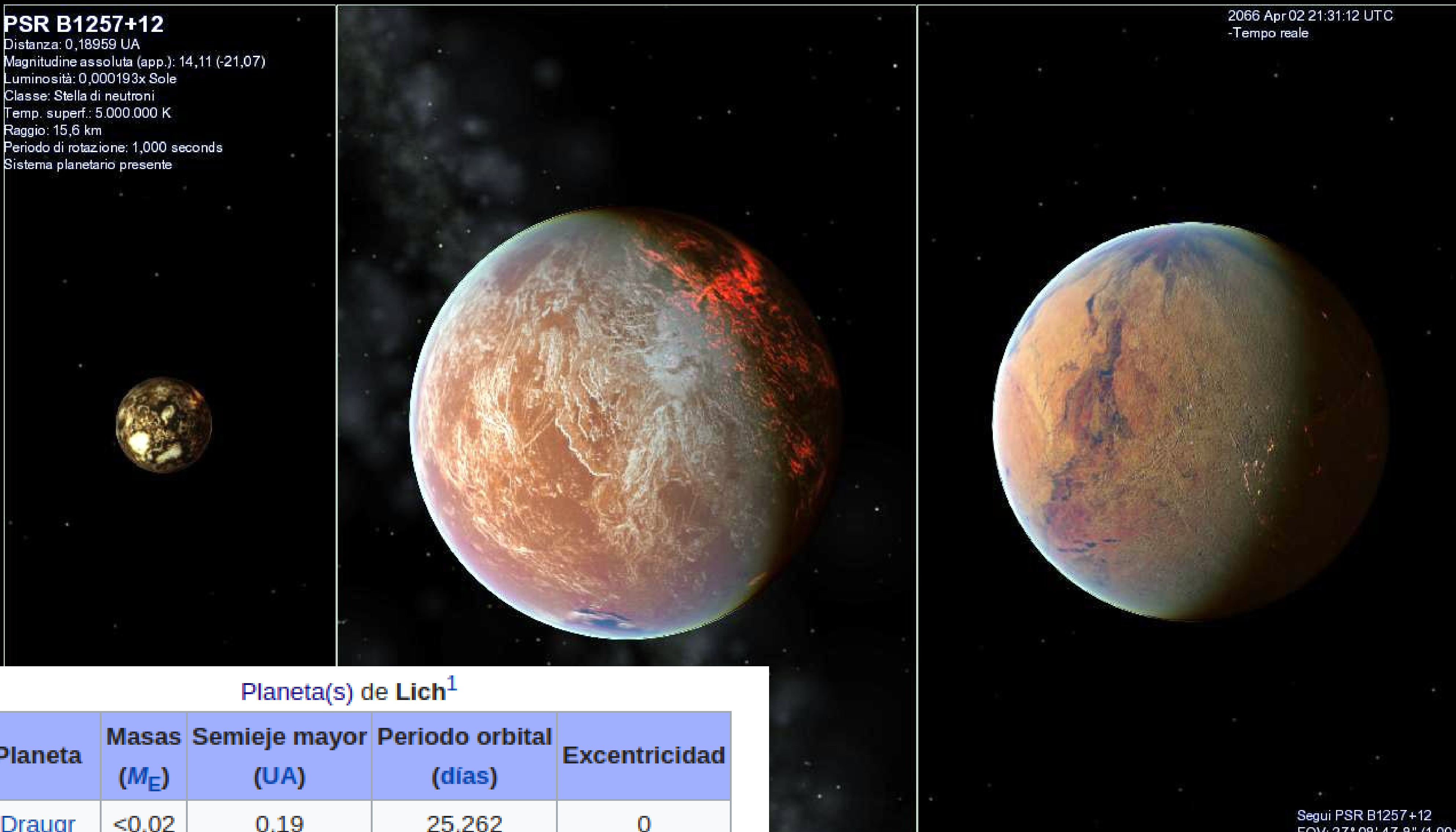
¡CUIDADO! Esto depende de la presión atmosférica y de la composición de la atmósfera (gases de efecto invernadero)

Sistema Lich (PSR B1257+12) → pulsar en Virgo





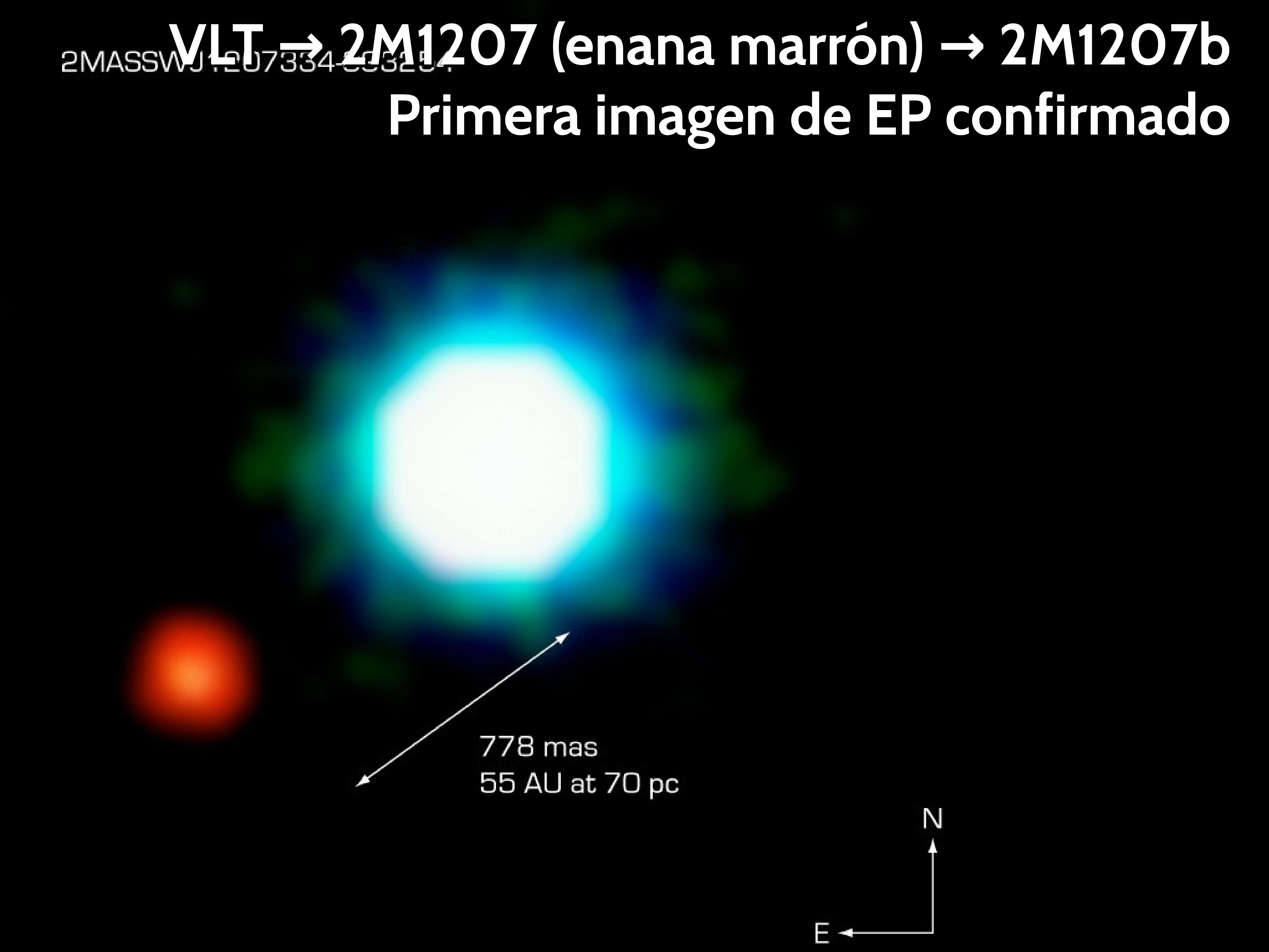
Daugr, Poltergeist y Phobetor



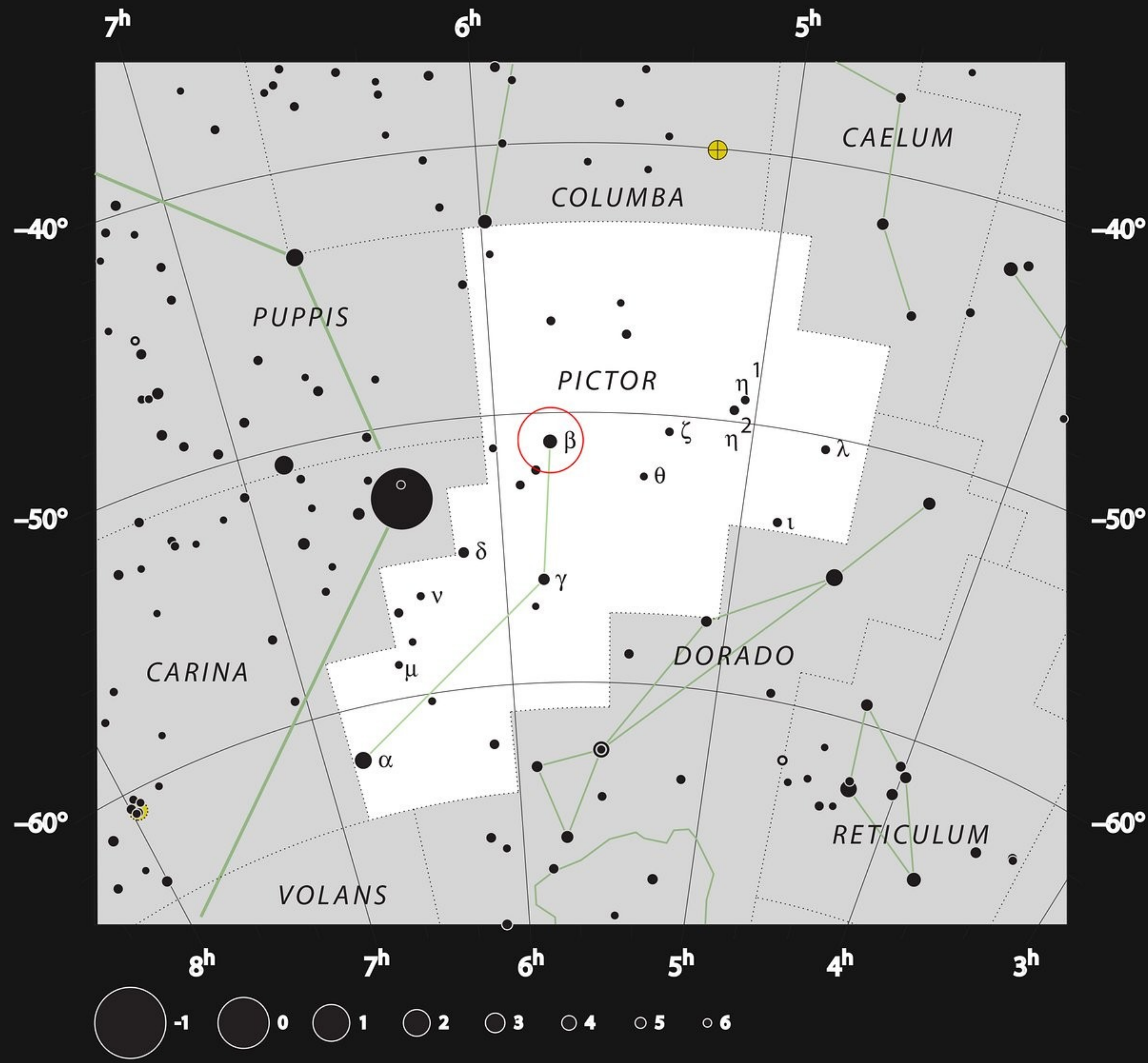
Planeta(s) de **Lich**[1]

Planeta	Masas (M_E)	Semieje mayor (UA)	Periodo orbital (días)	Excentricidad
Draugr	<0,02	0,19	25,262	0
Poltergeist	>4,3	0,36	66,5419	0,186
Phobetor	>3,9	0,46	98,2114	0,0252
¿e?	0,0004	2,6	1250	?

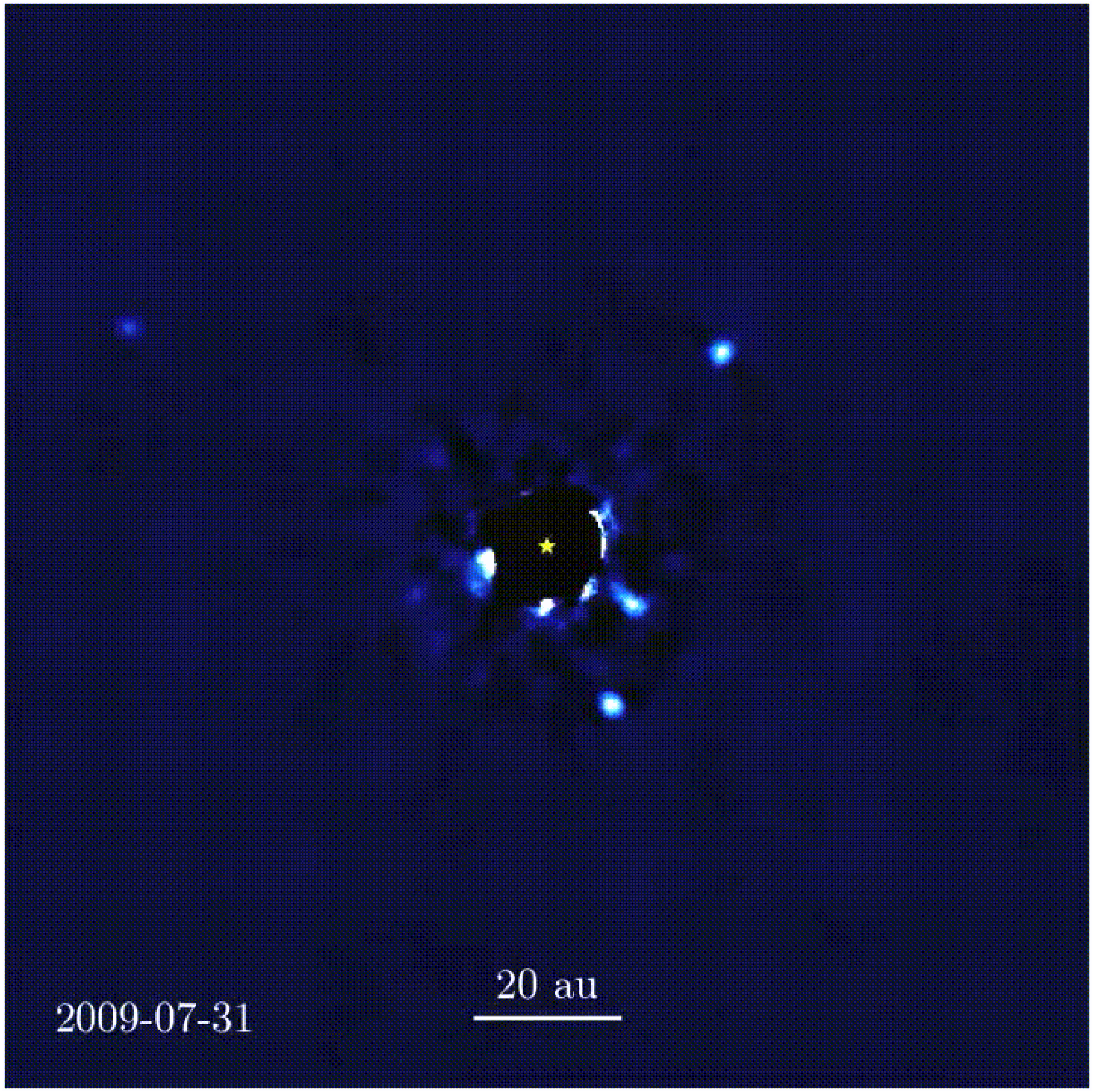
VLT → 2M1207 (enana marrón) → 2M1207b
Primera imagen de EP confirmado



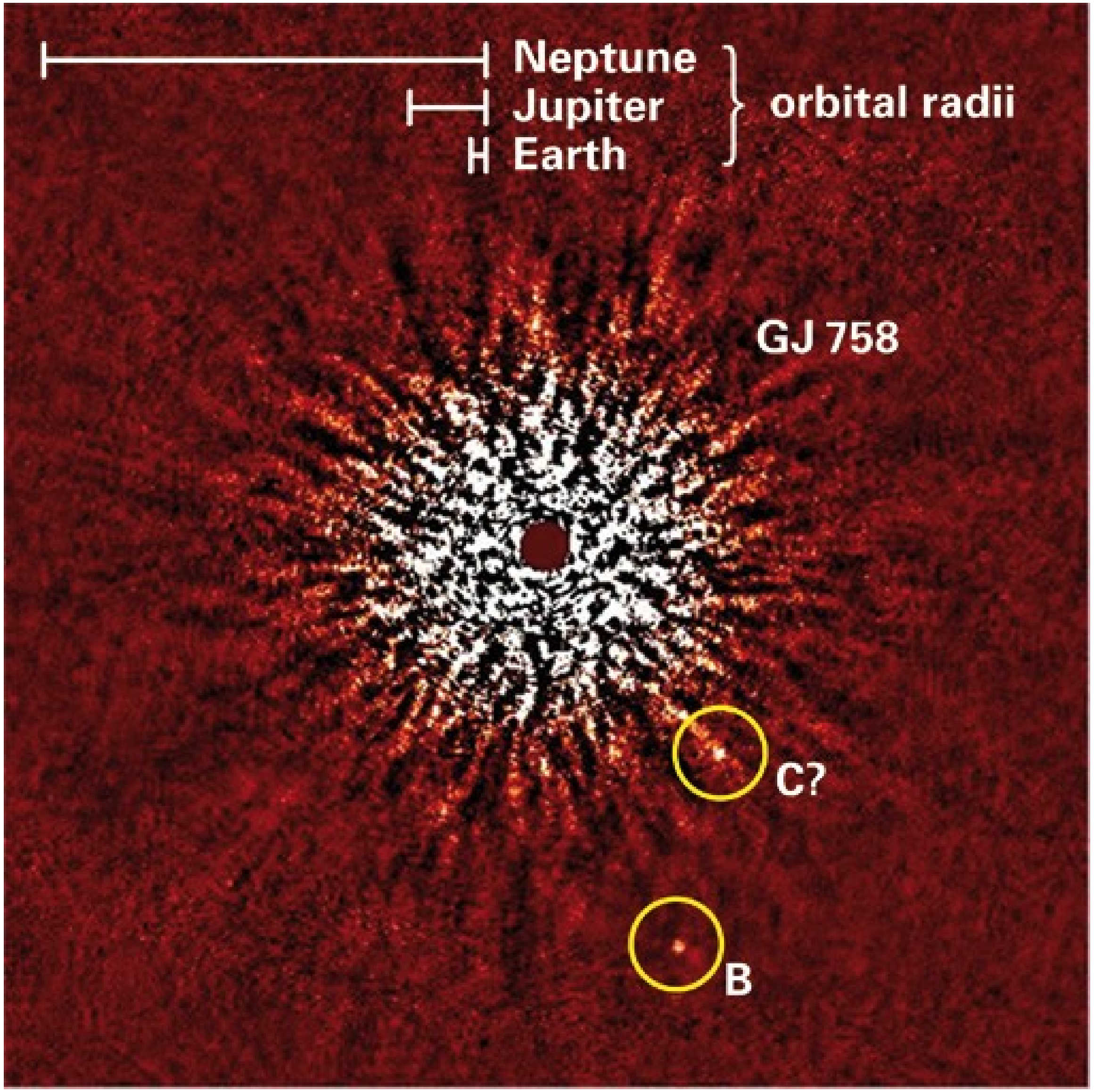
Pictor


7h
6h
5h
CAELUM
COLUMBA
PUPPIS
PICTOR
CARINA
DORADO
VOLANS
RETICULUM
–40°
–50°
–60°
8h
7h
6h
5h
4h
3h
α
β
γ
δ
ζ
η1
η2
θ
ι
λ
μ
ν
-1
0
1
2
3
4
5
6

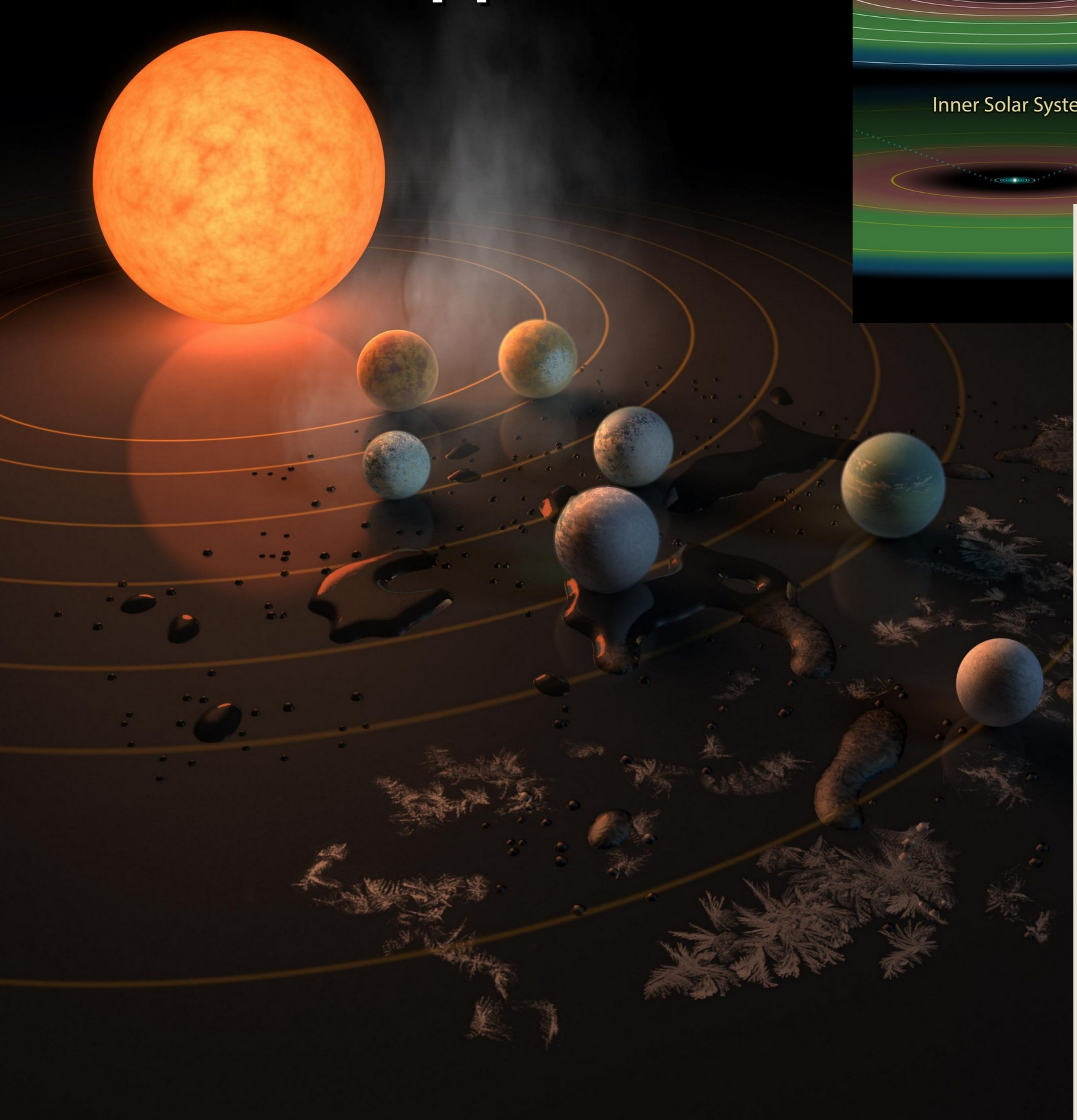
β-Pictoris

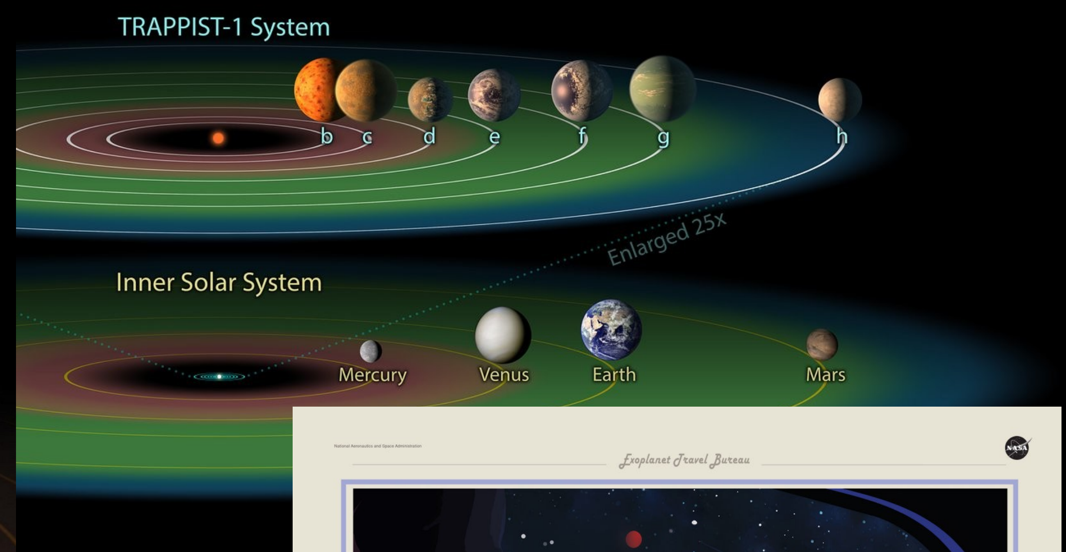


GJ758 (Infrarrojo)

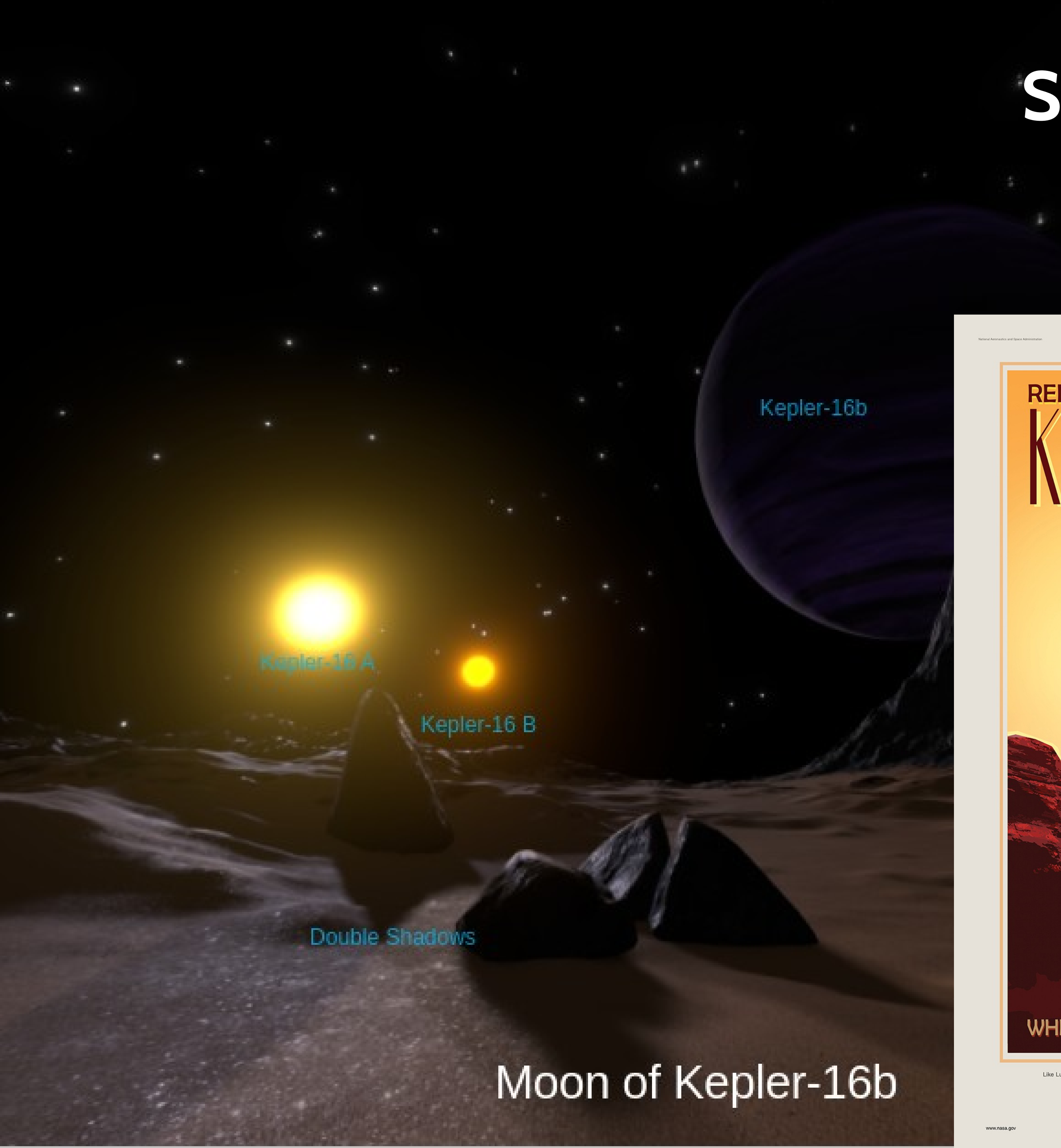


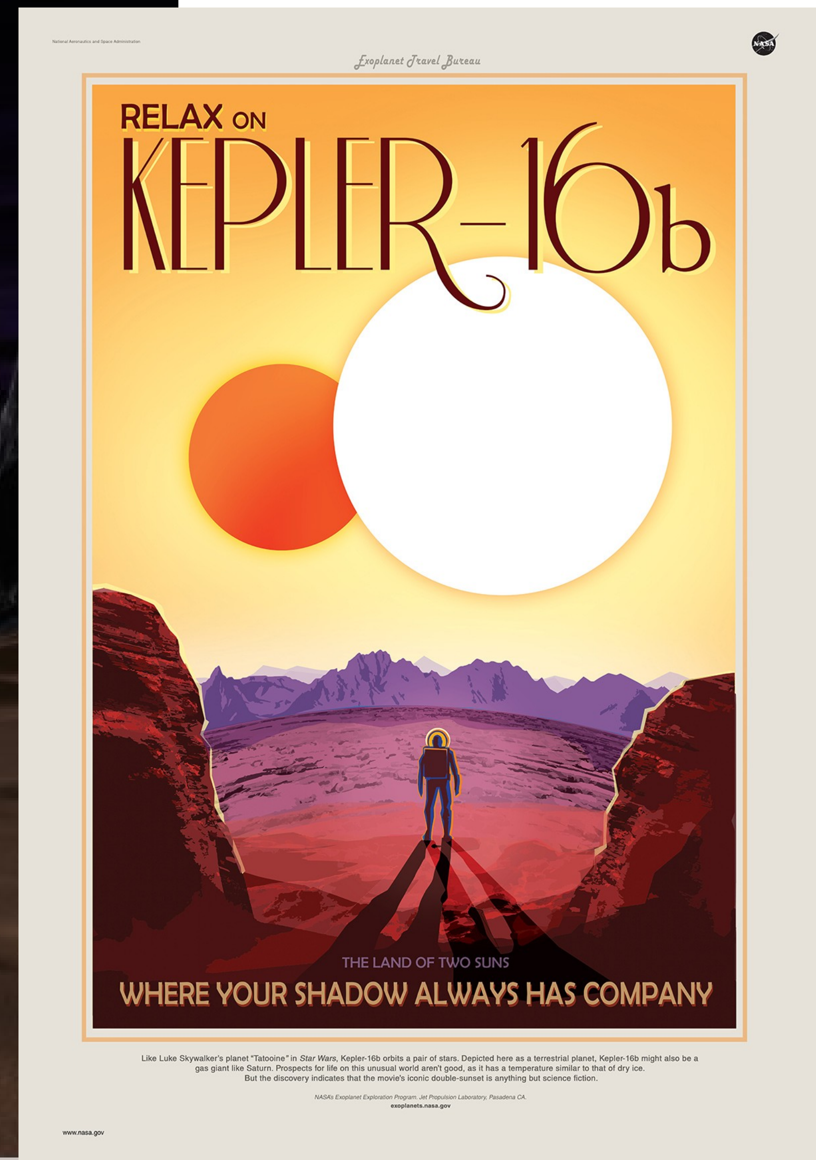
Sistema Trappist 1



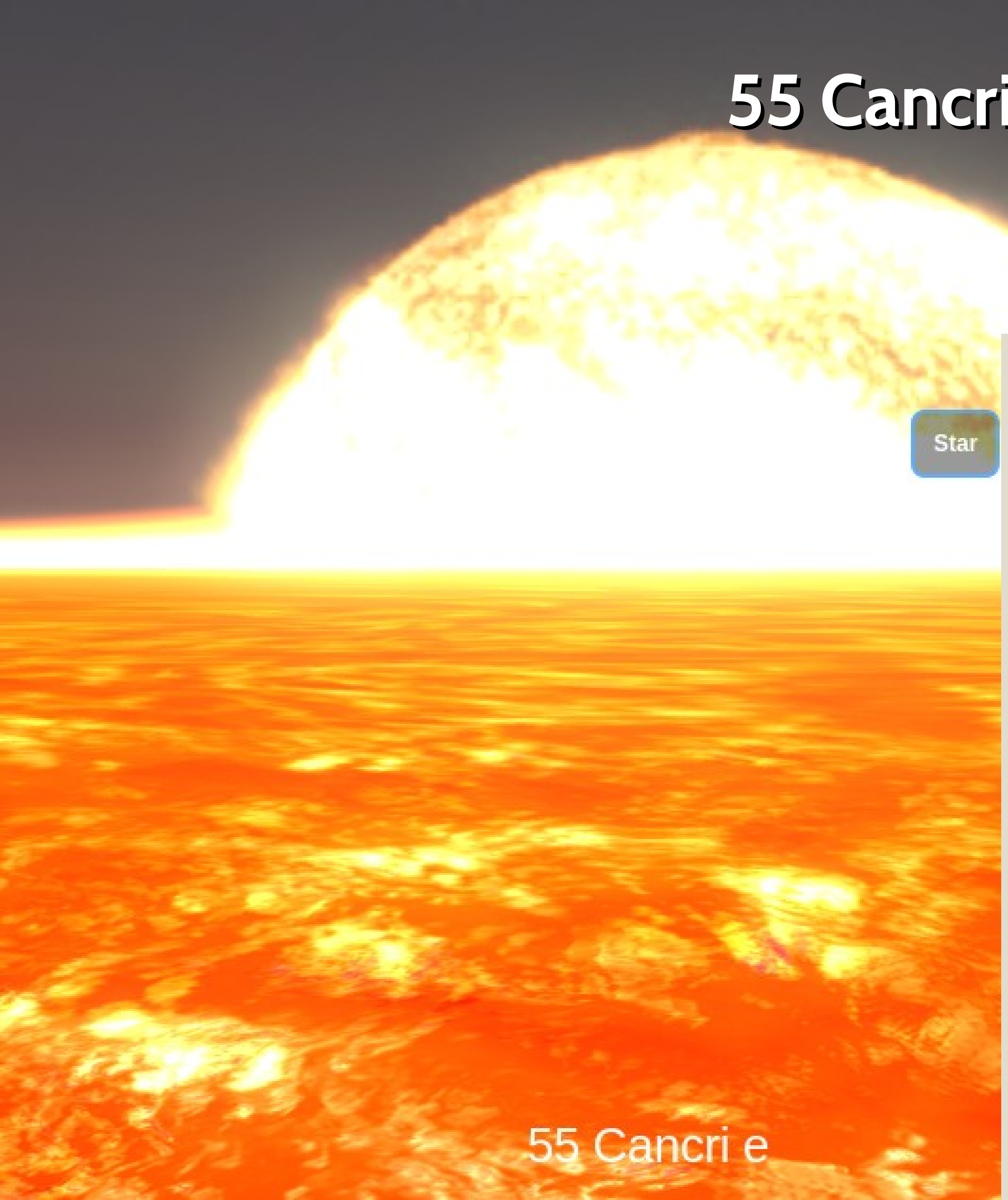


Sistema binario

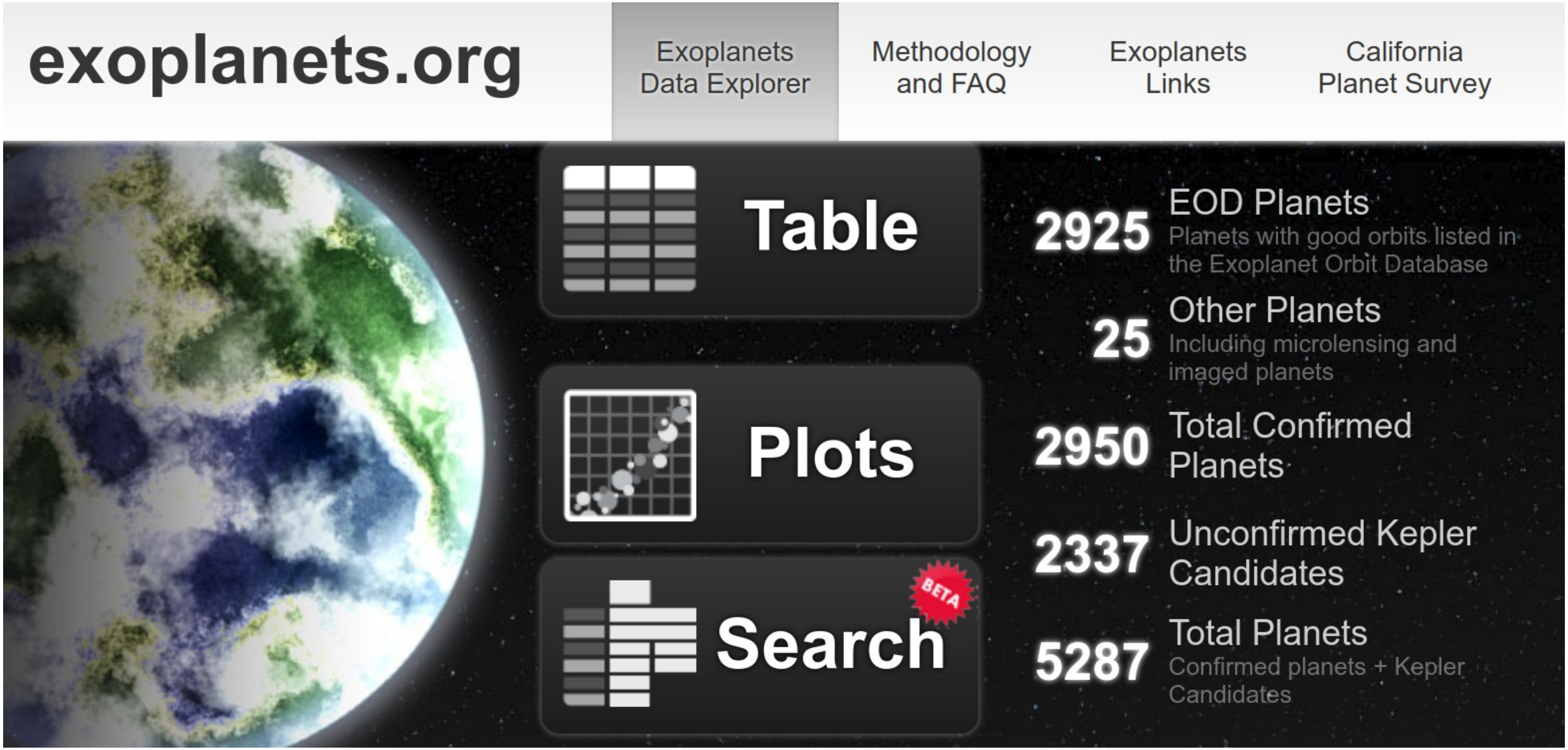




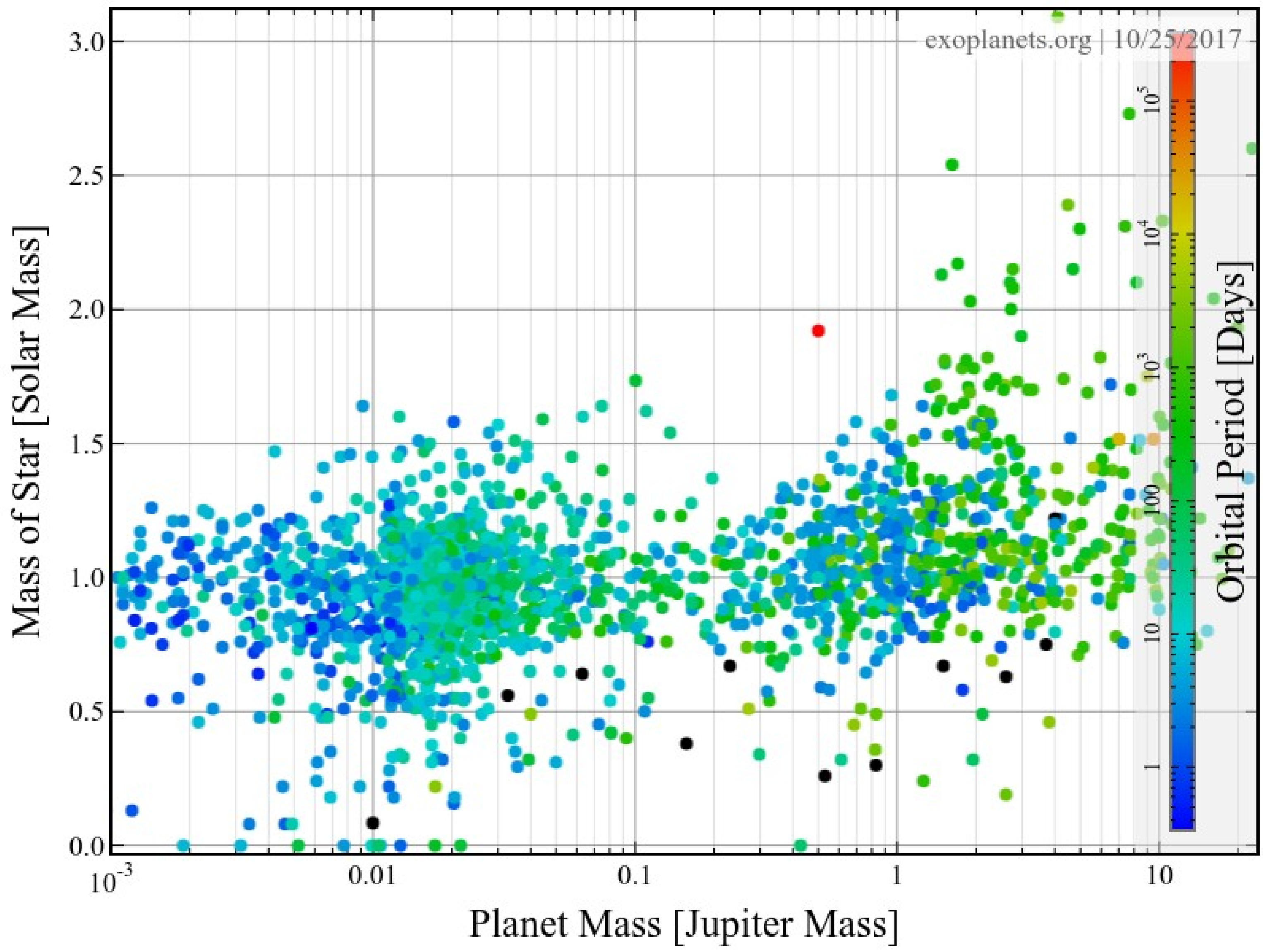
55 Cancri e : El piso es lava



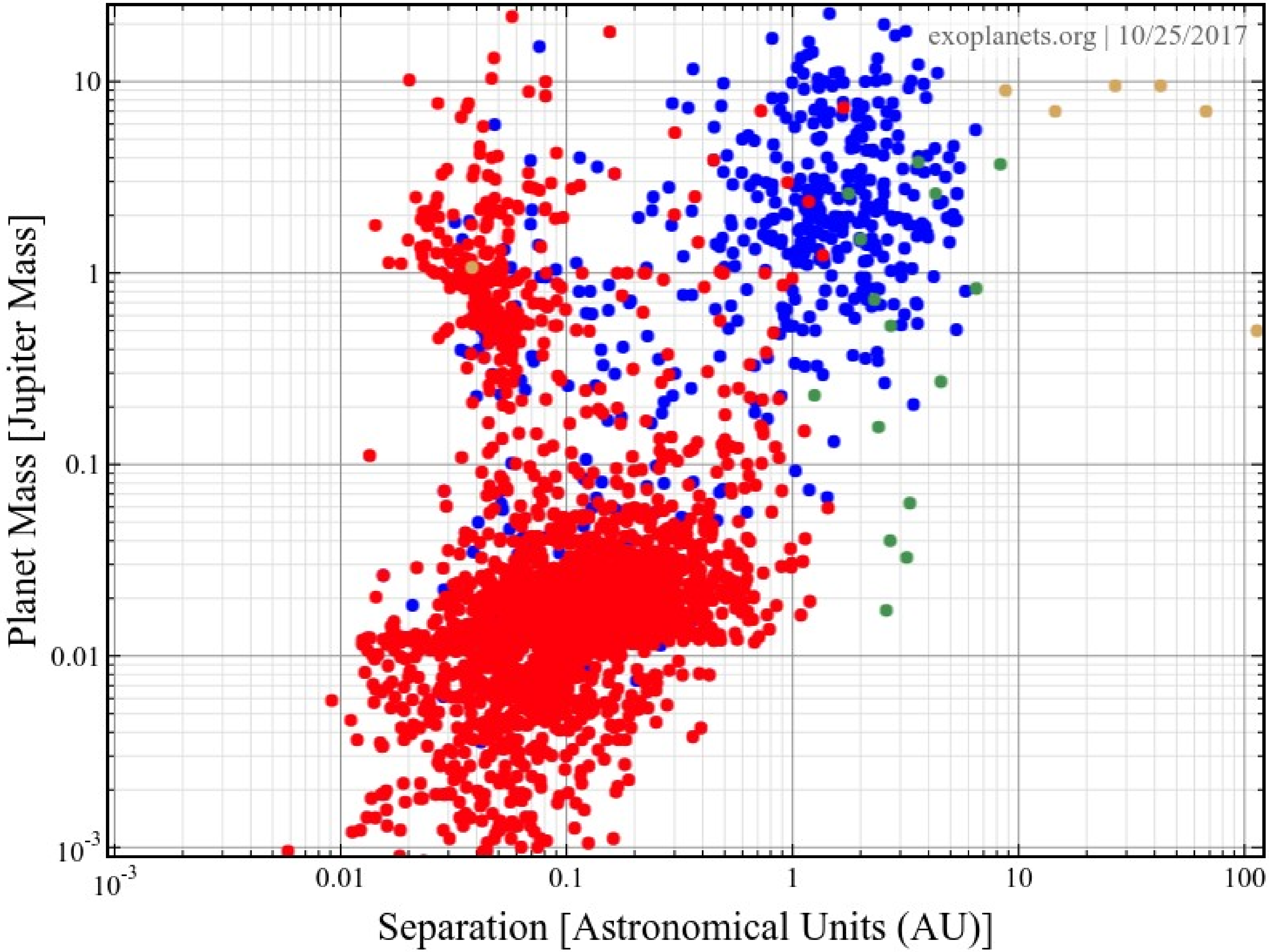
http://exoplanets.org/



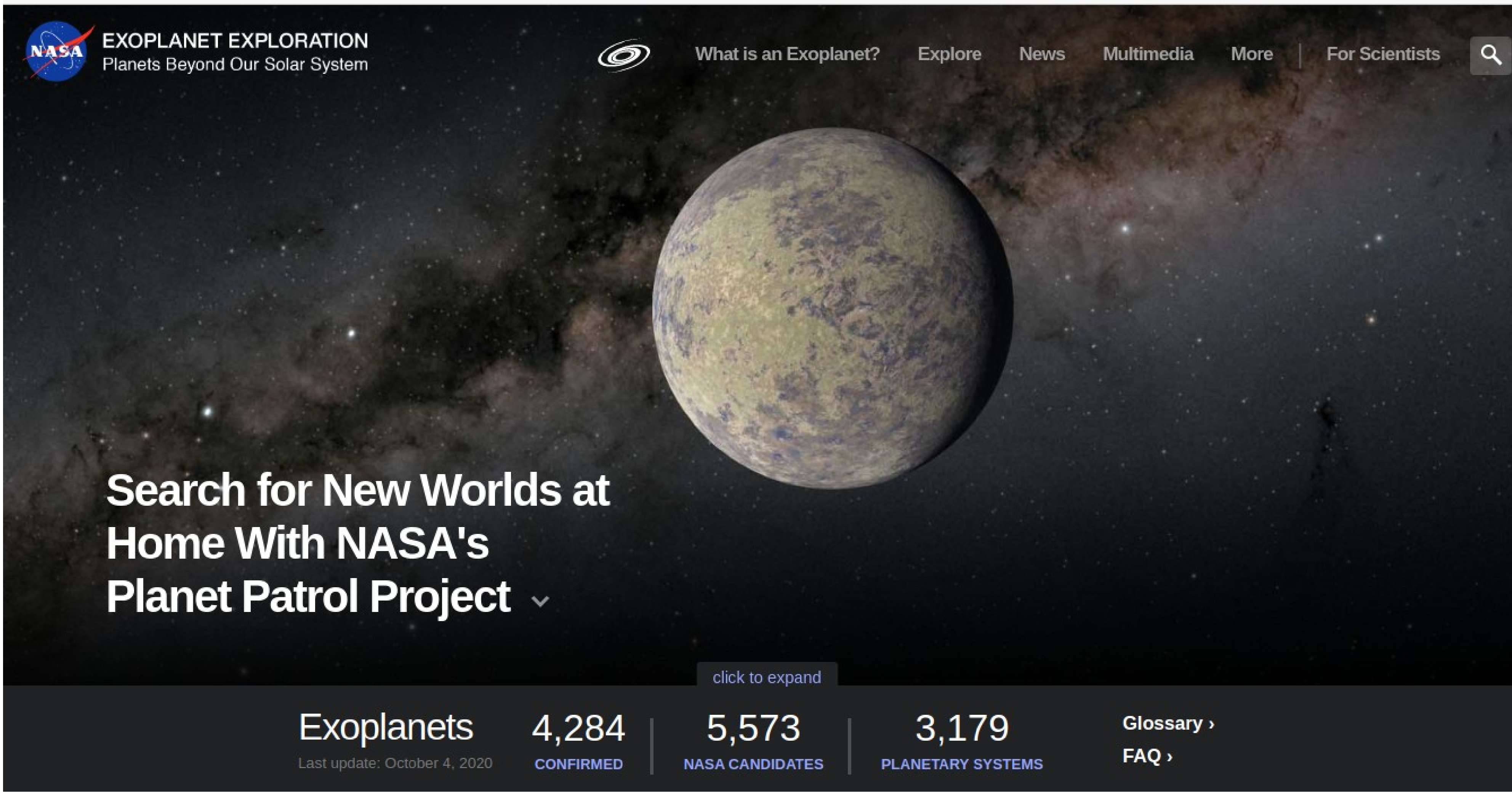
Por ejemplo, masas



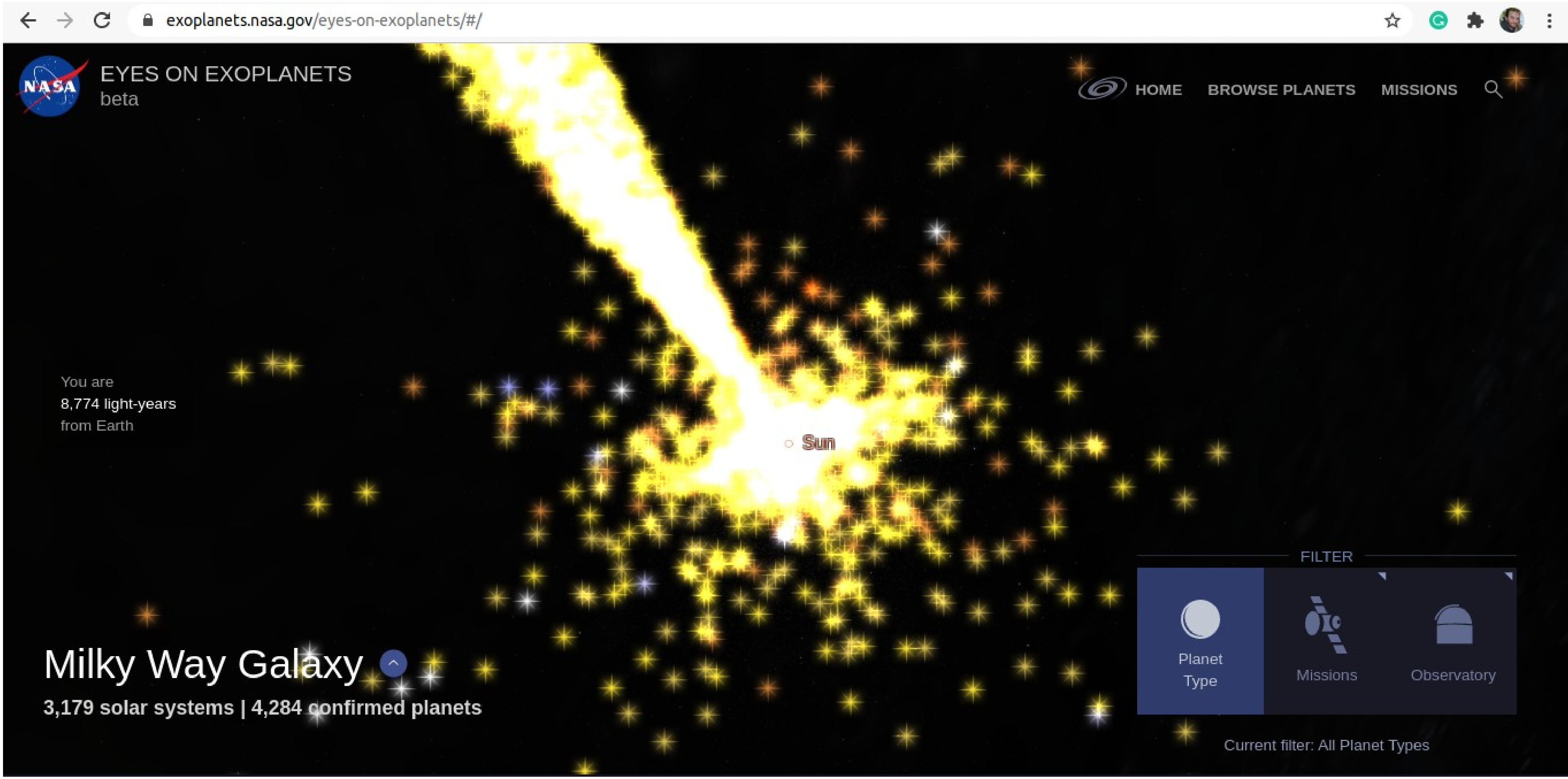
Masa vs separación



https://exoplanets.nasa.gov/



https://exoplanets.nasa.gov/eyes-on-exoplanets



Enciclopedia Exoplanetas: http://exoplanet.eu/

Exoplanet.eu

Principal | Todos los catálogos | Diagramas | Bibliografía | Búsquedas | Reuniones | Otros Sitios | VO

The Extrasolar Planets Encyclopaedia

Desde febrero de 1995
Developed and maintained by the exoplanet TEAM
actualización : 2 de Octubre de 2020 (4356 planets)
Please report any problems to vo.exoplanet@obspm.fr

Todos los catálogos

Filter, sort, export — arbitrary data manipulations with the Extrasolar Planets Encyclopaedia

Diagramas

Analyze the Extrasolar Planets Encyclopaedia data online. Simple plotting tool right in the browser

News

2 de Diciembre de 2019 A new tool is now accessible on the exoplanet.eu database. This tool can be used to easily simulate the climate on terrestrial planets. It is accessible here.

8 de Octubre de 2019 Nobel Prize for exoplanets (Mayor & Queloz - and for Cosmology [Peebles])

19 de Junio de 2019 ESA to launch a mission toward a

Métodos de detección y manuales

actualización : 7 de Octubre de 2019

Bibliografía

actualización : 2 de Octubre de 2020

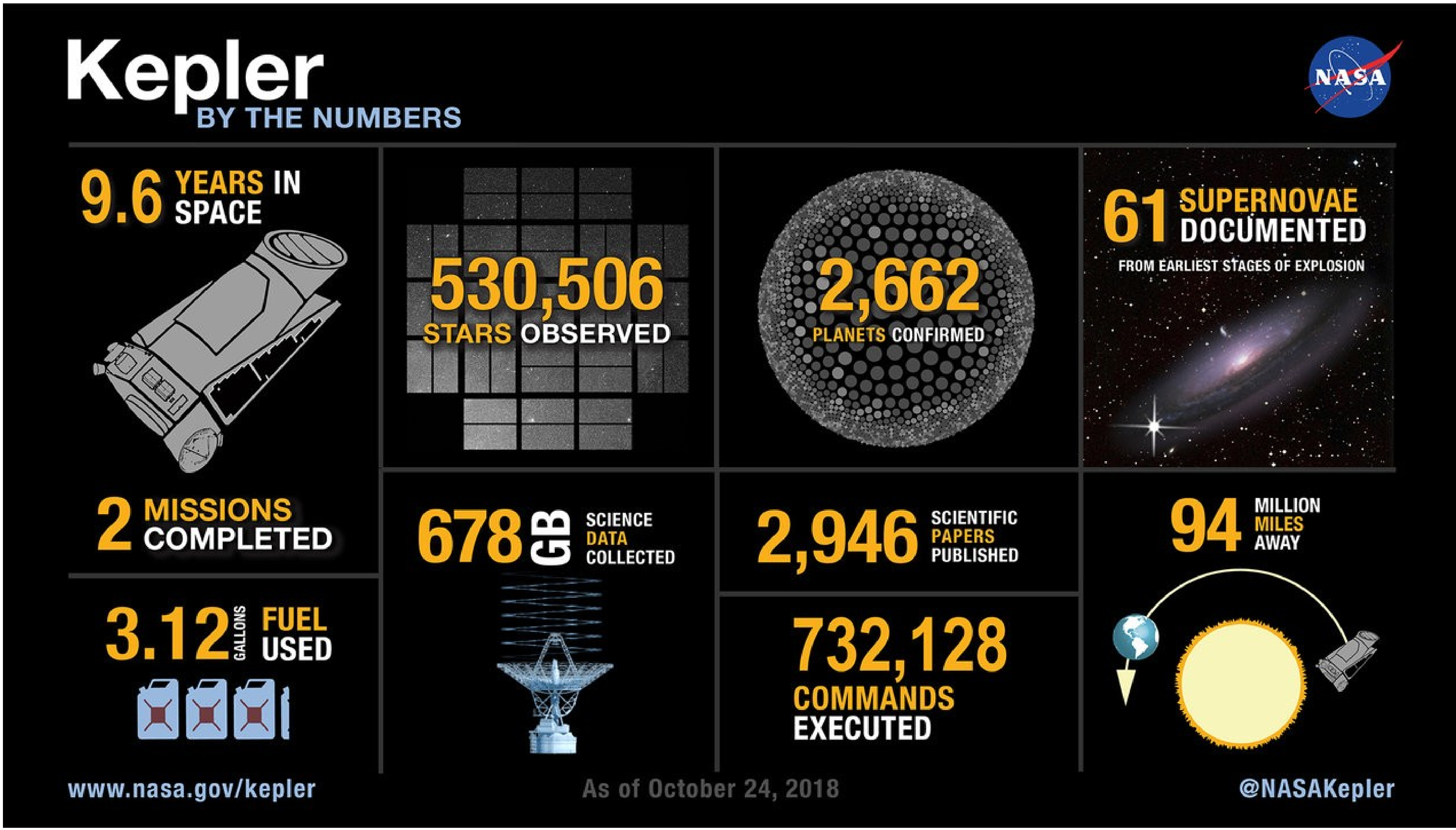
Reuniones

actualización : 9 de Septiembre de 2020

Teoría

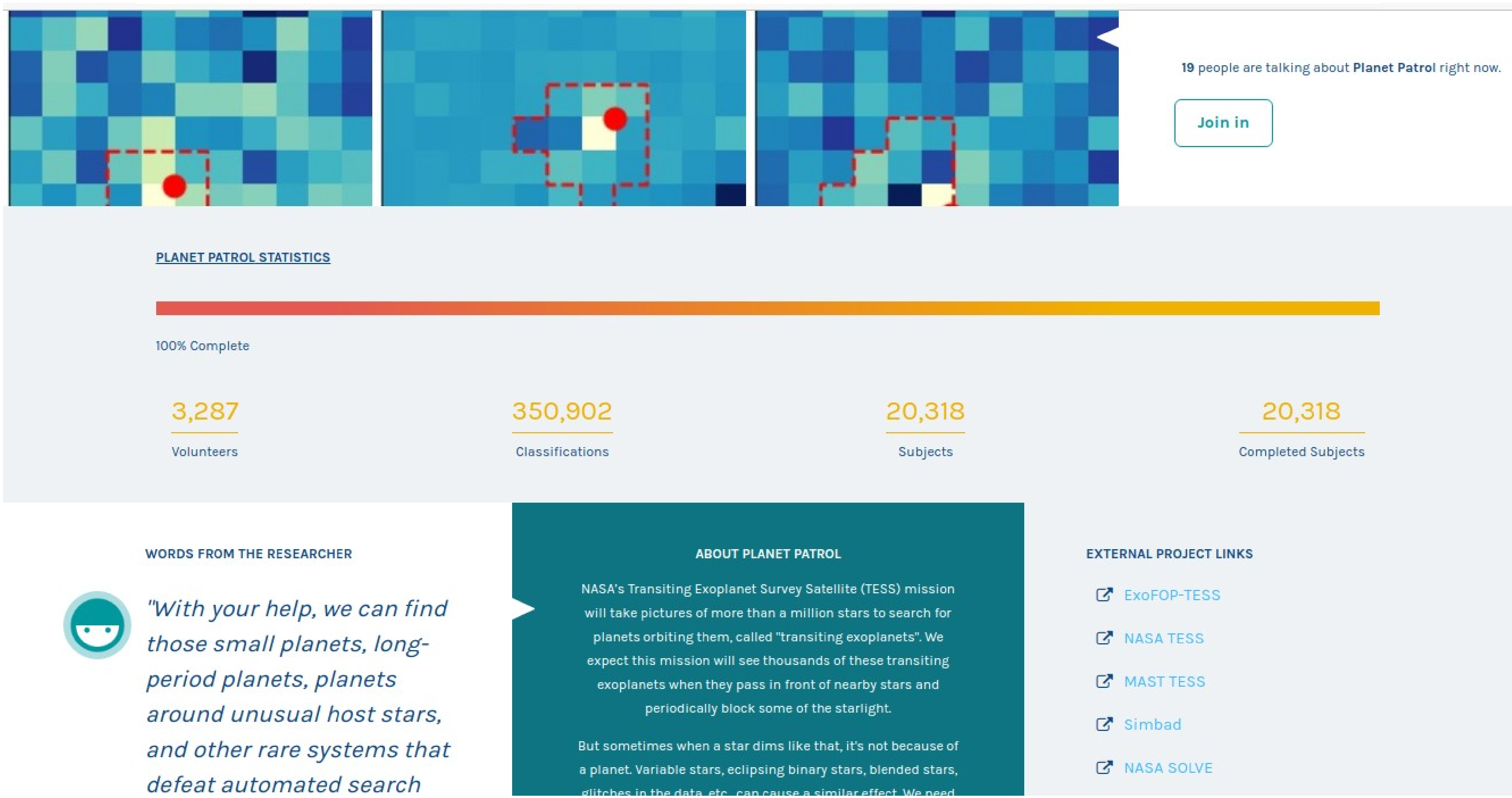
actualización : 22 de Noviembre de 2017

https://exoplanets.nasa.gov/keplerscience/



Planet Patrol → ciencia ciudadana

https://www.zooniverse.org/projects/marckuchner/planet-patrol



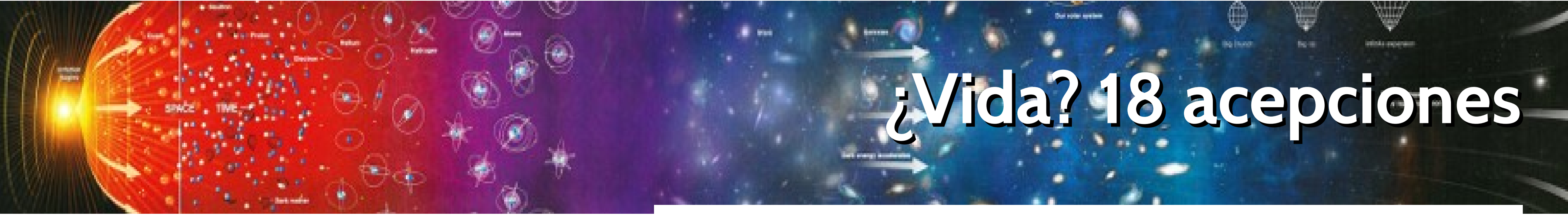
Pero si hay otros planetas, ¿hay vida?

- Astrobiología.

astrobiología

De *astro-* y *biología.*

1. f. Rama interdisciplinar de la ciencia cuyo objetivo es el origen, evolución y distribución de vida en el universo fuera de la Tierra.



¿Vida? 18 acepciones

- Gracias rae: tantas palabras y tan poco contenido… ;-)

vida

Del lat. *vita*.

1. f. Fuerza o actividad esencial mediante la que obra el ser que la posee.

2. f. Energía de los seres orgánicos.

3. f. Hecho de estar vivo. *Le debe la vida a un medicamento.*

4. f. Existencia de seres vivos en un lugar. *No es posible la vida en Marte.*

5. f. Ser vivo. *Hizo nacer la vida en este jardín.*

6. f. Manera de vivir. *Su hija les cambió la vida.*

7. f. Estado o condición a que está sujeta la manera de vivir de una persona. *Vida monacal, de soldado.*

8. f. Actividad que desarrolla una persona o una comunidad. *Vida política, social, sexual.*

9. f. Tiempo que transcurre desde el nacimiento de un ser hasta su muerte o hasta el presente. *Una larga vida.*

10. f. Duración de una cosa. *Un electrodoméstico de vida corta.*

11. f. Narración de los hechos principales de la **vida** de una persona. *Lee vidas de santos.*

12. f. Animación, vitalidad de una persona o de una cosa. *Esta ciudad tiene poca vida nocturna. Es un cuadro con mucha vida.*

13. f. Viveza o ardor, especialmente de los ojos.

14. f. Cosa que origina suma complacencia. *Esta brisa es la vida.*

15. f. Cosa que contribuye o sirve al ser o conservación de otra. *El agua es vida.*

16. f. Conjunto de los bienes necesarios para vivir. *La vida en esta ciudad es muy cara.*

17. f. Existencia después de la muerte.

18. f. *Rel.* Visión y gozo de Dios en el cielo. *Mejor vida. Vida eterna.*

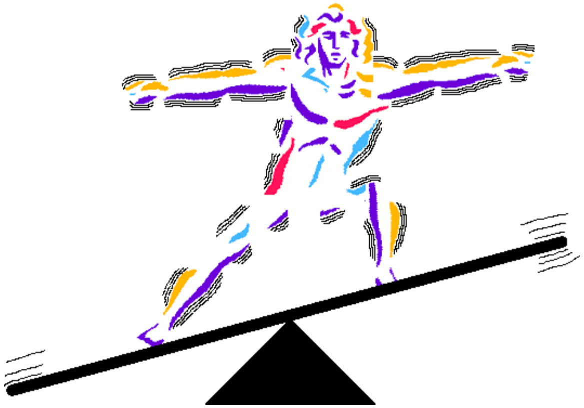
¿qué es la vida?

Vida, por Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Vida

- *"puede definirse como la capacidad de administrar los recursos internos de un ser físico de forma adaptada a los cambios producidos en su medio, sin que exista una correspondencia directa de causa y efecto entre el ser que administra los recursos y el cambio introducido en el medio por ese ser, sino una asíntota de aproximación al ideal establecido por dicho ser, ideal que nunca llega a su consecución completa por la dinámica del medio"*

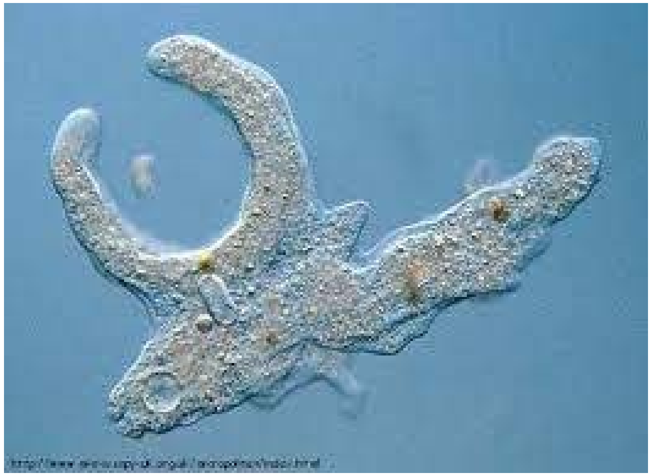
Homeóstasis → Condición de equilibrio

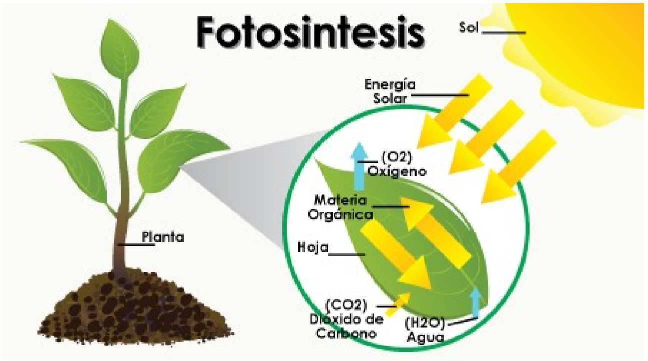
- **Homeóstasis**: **estado de equilibrio físico y químico estable alcanzado y mantenido por los sistemas vivos**
  - **Autoregulación → Mecanismos regulatorios**
    - **receptores, centros de control, efectores**
    - **retroalimentación**
  - En equilibrio → resistencia natural al cambio
  - Fuera de equilibrio → adaptación → nuevos equilibrios

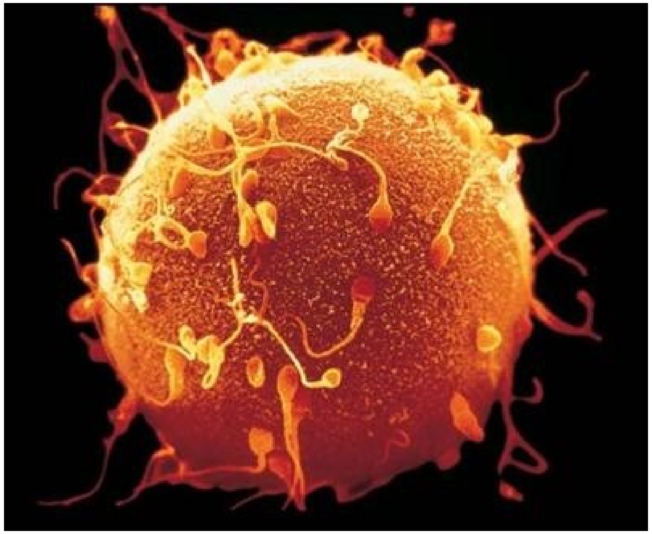


Tres funciones básicas de un ente vivo

- **Relación:** con otos entes: simbiosis, parasistismo, cooperación, …
- **Nutrición:** intercambio con el medio
- **Reproducción:** creación de nuevos entes similares al original







Para la biología, si está vivo tiene que...

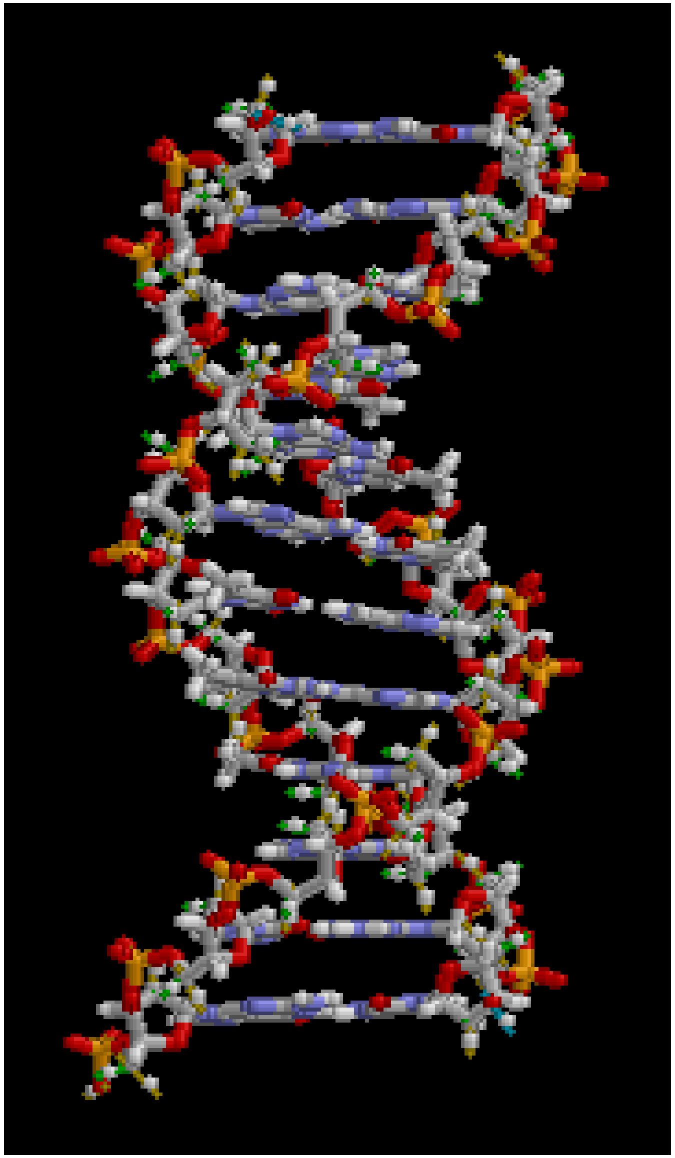
- (auto)organización
- crecimiento
- reproducción
- evolución
- homeóstasis
- Movimiento

- Si falta algo de esto → no está vivo (virus, viroides, células cancerosas)

Qué es la Vida? E. Schrödinger

- La vida no viola las leyes de la termondinámica, aumentan su complejidad a costa de aumentar la entropía general en los procesos que hacen parte de esta
  - → "*Los sistemas vivos son una organización especial y localizada de la materia, donde se produce un continuo incremento de orden sin intervención externa*". (wikipedia → Vida → Termodinámica)
- La química de la herencia debe basarse en secuencias aperiódicas con la necesidad de una secuencia informativa que debe ser transmitida
  - → "*todo organismo vivo contiene información hereditaria reproducible codificada en los ácidos nucleicos los cuales controlan el metabolismo celular a través de unas moléculas (proteínas) llamadas enzimas que catalizan o inhiben las diferentes reacciones biológicas.*" (wikipedia→Vida→Bioquímica)

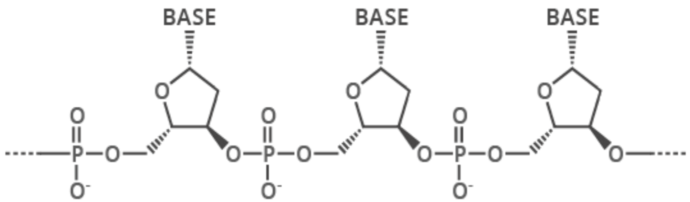
Una molécula que transporte información



- 4 pares de bases:
  - Adenina – Timina (A-T)
  - Citosina – Guanina (C-G)
  - Anibal Troilo y Carlos Gardel
- Código genético
  - 3 pares de bases → codón
  - 1 codón → 1 aminoácido
  - El código no es único
  - Codones de inicio y terminación

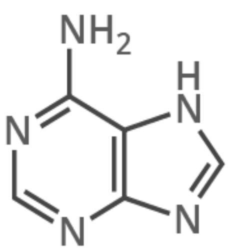
THE CHEMICAL STRUCTURE OF DNA

THE SUGAR PHOSPHATE 'BACKBONE'

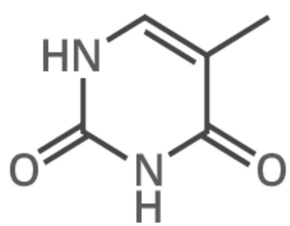


DNA is a polymer made up of units called nucleotides. The nucleotides are made of three different components: a sugar group, a phosphate group, and a base. There are four different bases: adenine, thymine, guanine and cytosine.

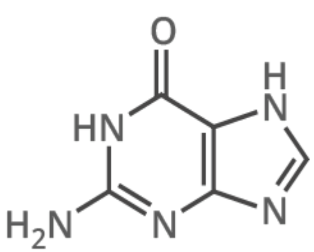
A ADENINE



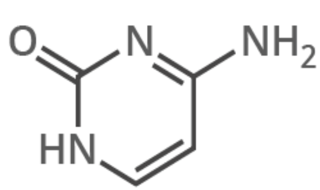
T THYMINE



G GUANINE

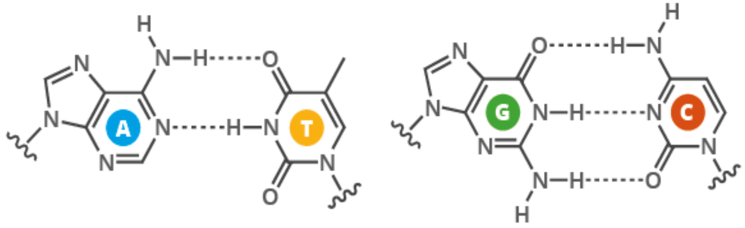


C CYTOSINE



WHAT HOLDS DNA STRANDS TOGETHER?

DNA strands are held together by hydrogen bonds between bases on adjacent strands. Adenine (A) always pairs with thymine (T), while guanine (G) always pairs with cytosine (C). Adenine pairs with uracil (U) in RNA.



FROM DNA TO PROTEINS

The bases on a single strand of DNA act as a code. The letters form three letter codons, which code for amino acids - the building blocks of proteins.

DNA → TRANSCRIPTION → **RNA** → TRANSLATION → **PROTEIN**

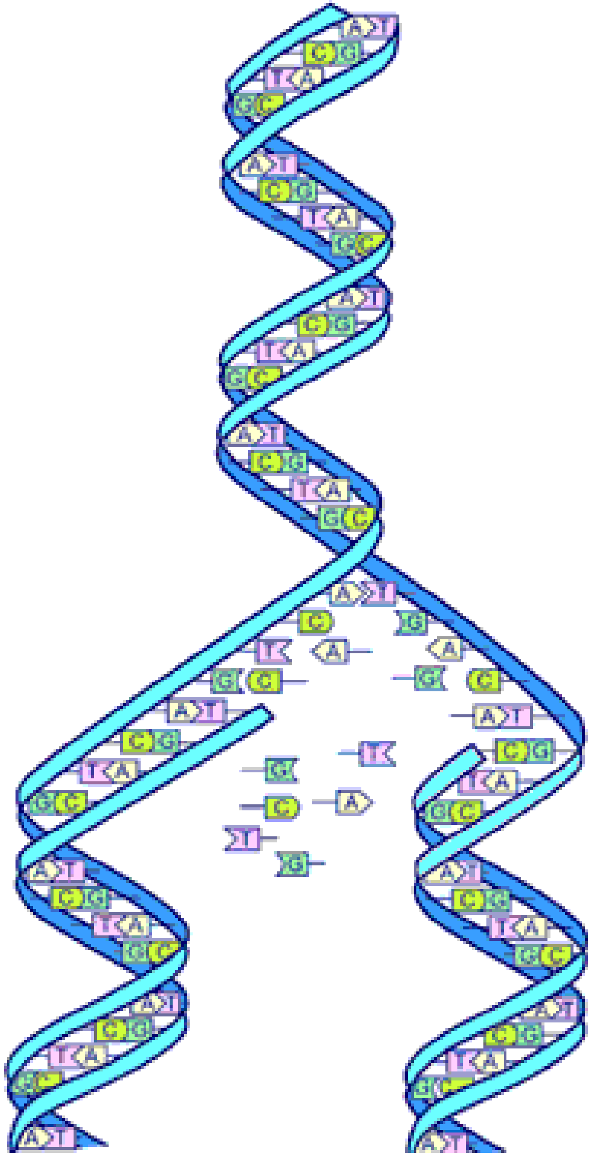
An enzyme, RNA polymerase, transcribes DNA into mRNA (messenger ribonucleic acid). It splits apart the two strands that form the double helix, then reads a strand and copies the sequence of nucleotides. The only difference between the RNA and the original DNA is that in the place of thymine (T), another base with a similar structure is used: uracil (U).

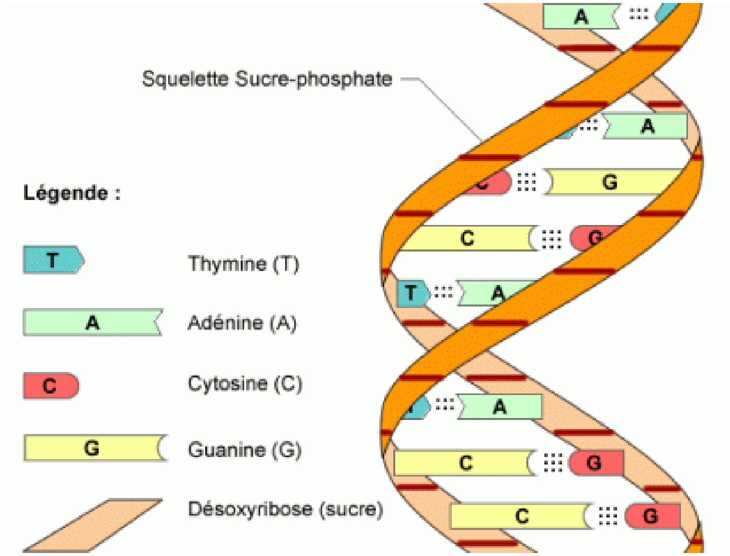
DNA SEQUENCE	T	T	C	C	T	G	A	A	C	C	C	G	T	T	A
mRNA SEQUENCE	U	U	C	C	U	G	A	A	C	C	C	G	U	U	A
AMINO ACID	Phenylalanine			Leucine			Asparagine			Proline			Leucine		

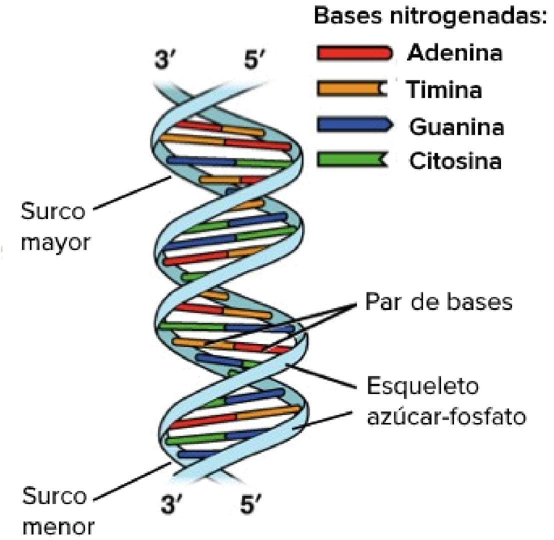
In multicellular organisms, the mRNA carries genetic code out of the cell nucleus, to the cytoplasm. Here, protein synthesis takes place. 'Translation' is the process of turning the mRNA's 'code' into proteins. Molecules called ribosomes carry out this process, building up proteins from the amino acids coded for.

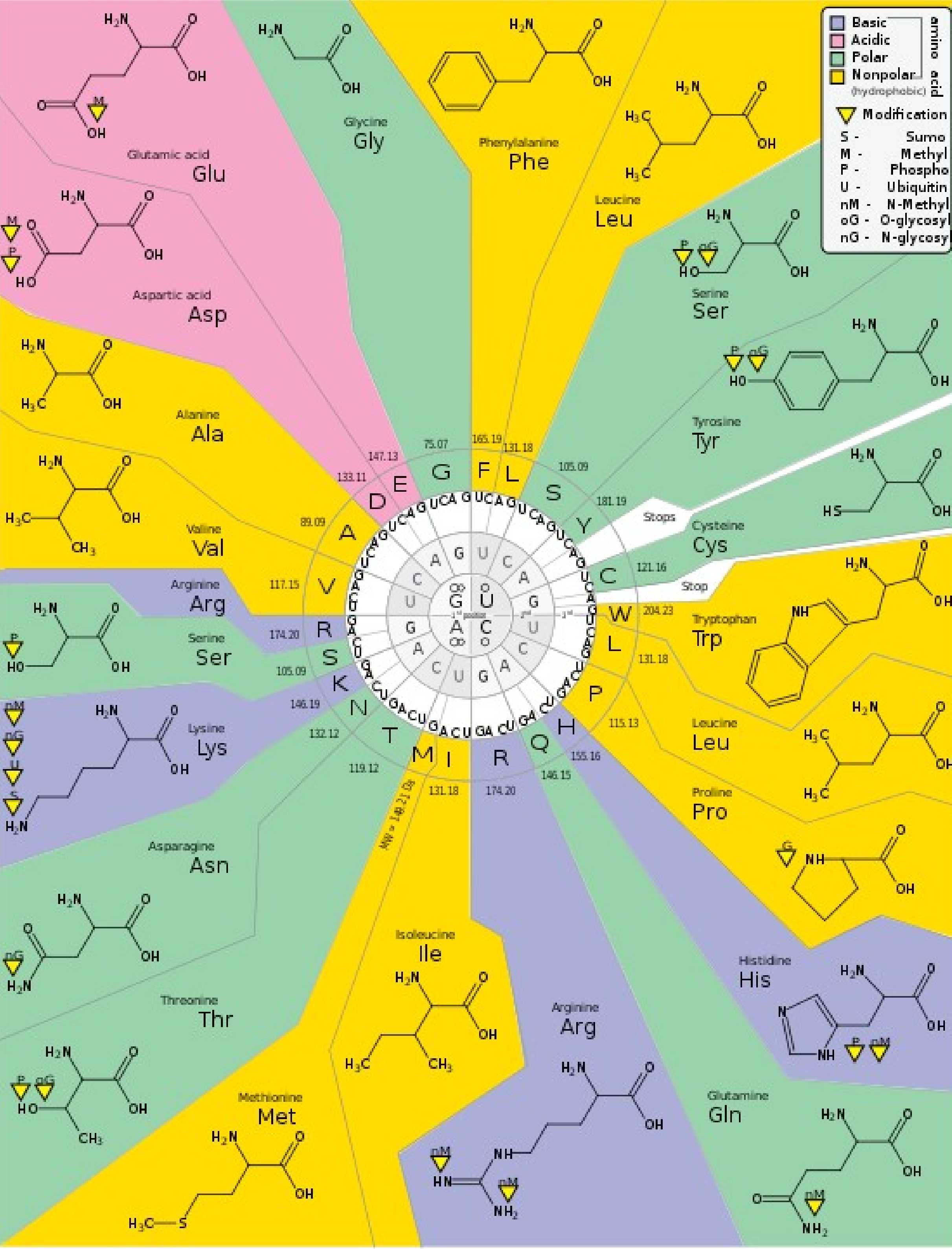
Replicación del ADN

No está retorcida, está enrrollada....

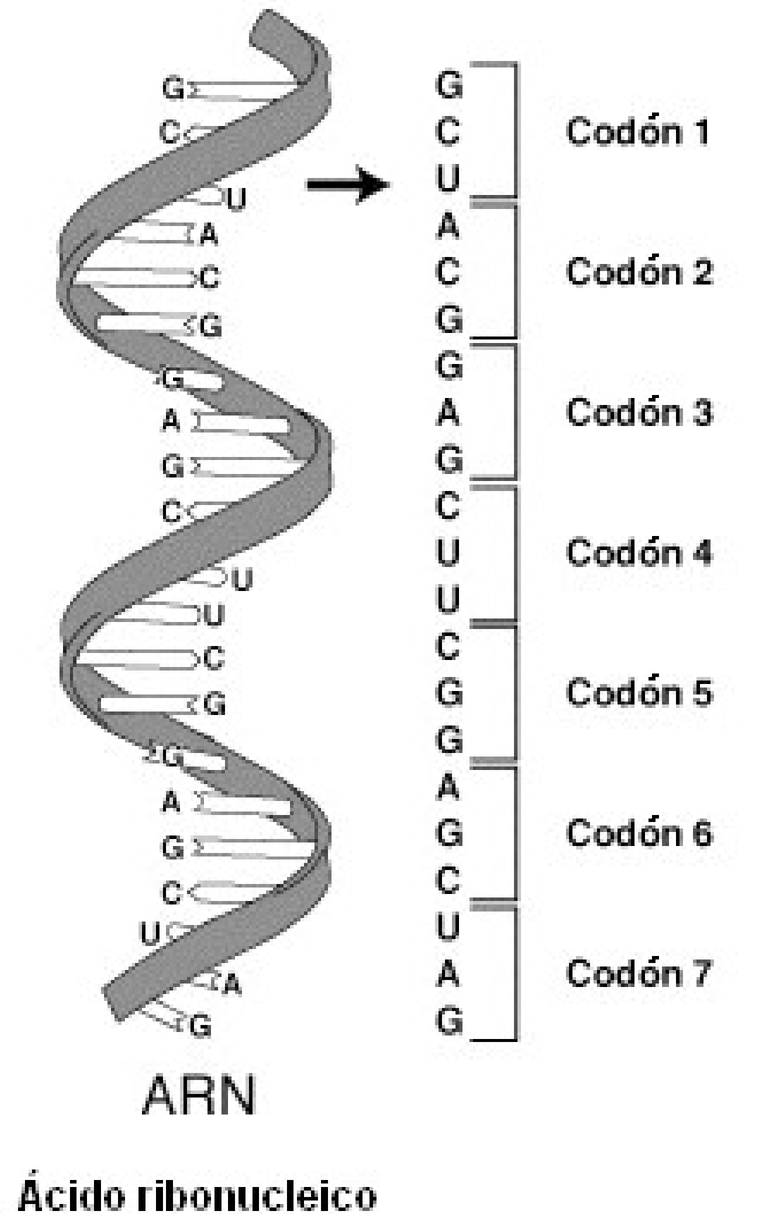






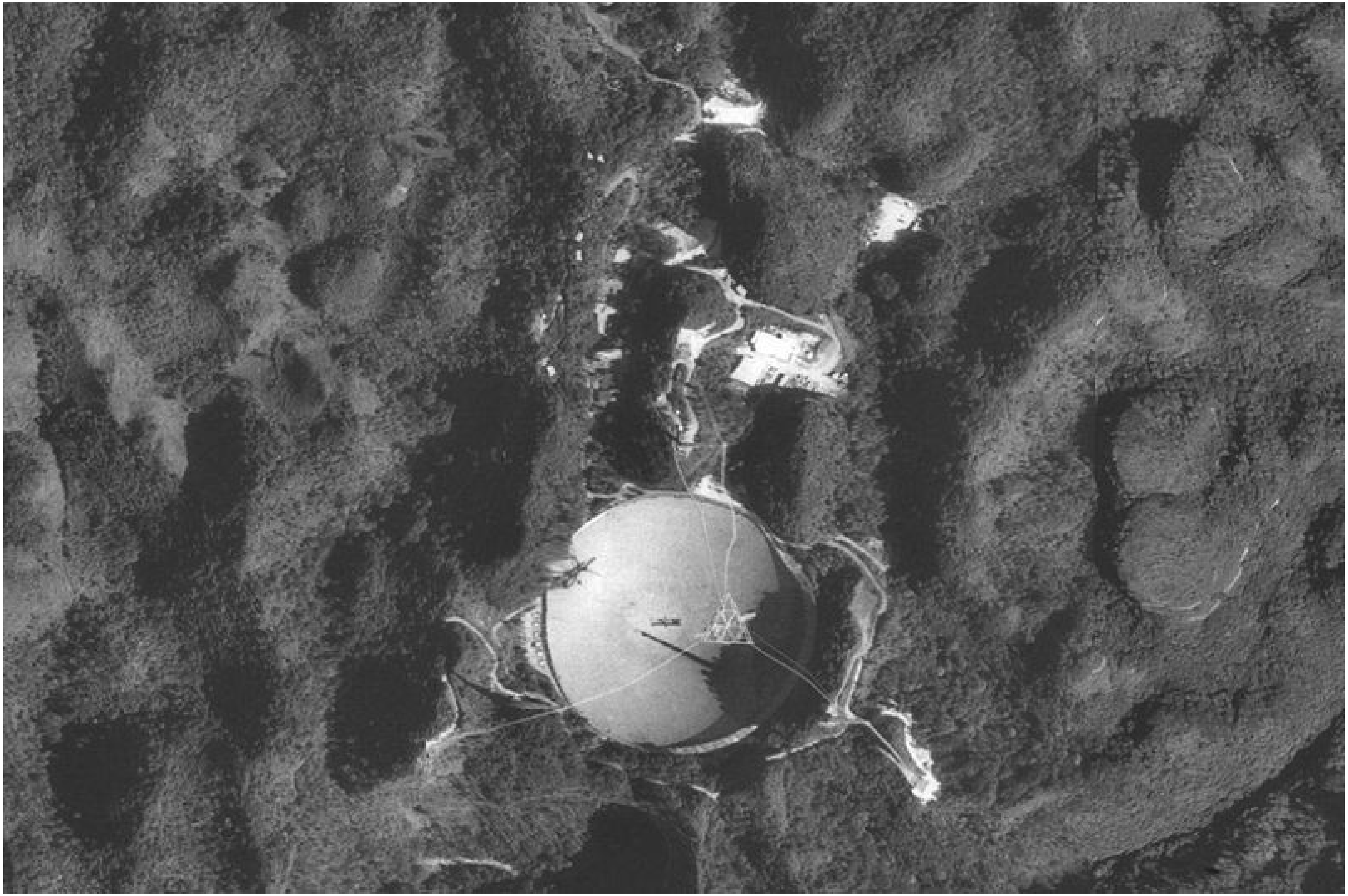


Código Genético

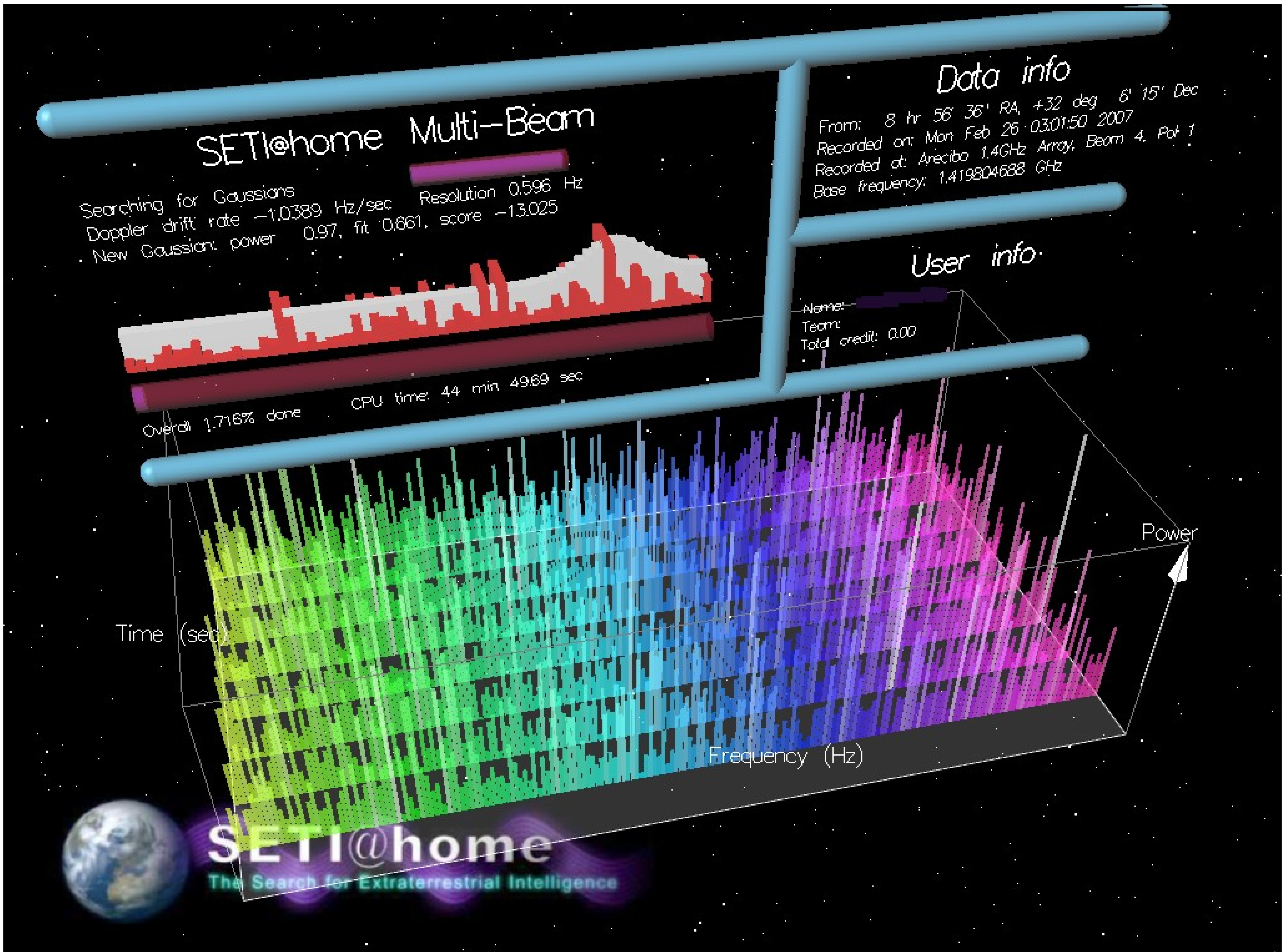


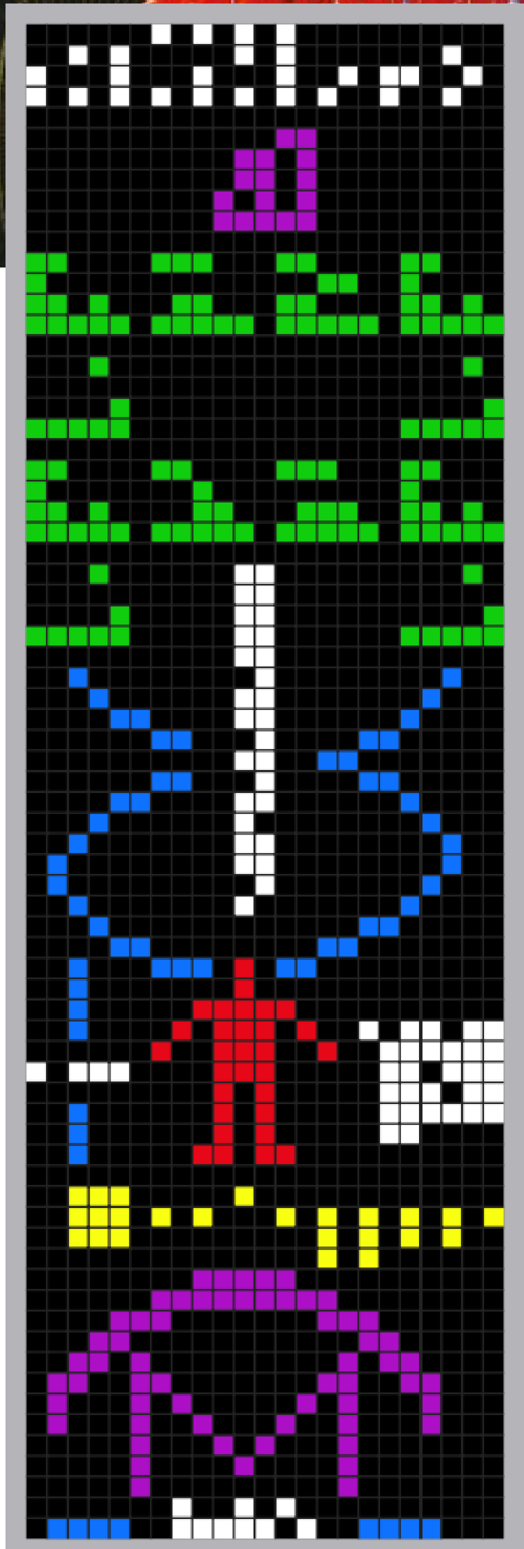
B

SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligence)



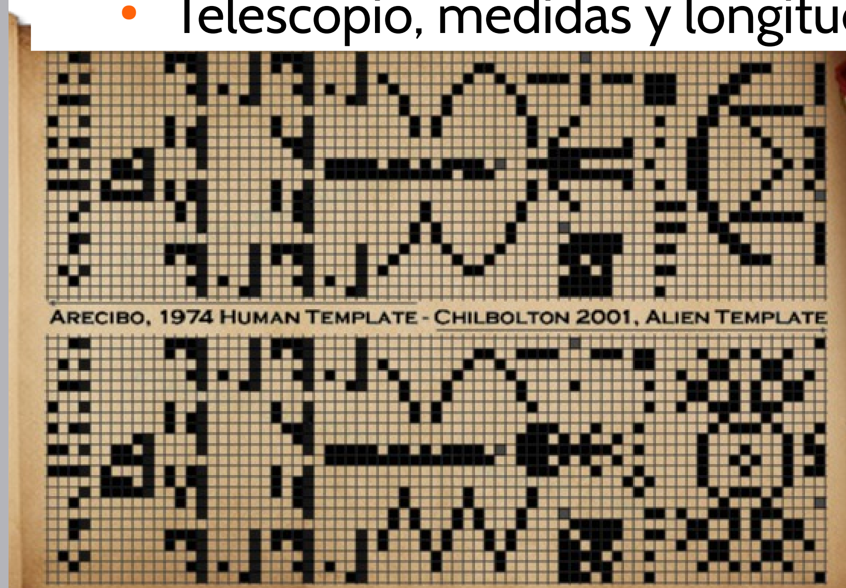
seti@home


SETI@home Multi-Beam
Searching for Gaussians
Resolution 0.596 Hz
Doppler drift rate -1.0389 Hz/sec
New Gaussian: power 0.97, fit 0.661, score -13.025
Overall 1.716% done
CPU time: 44 min 49.69 sec
Data info
From: 8 hr 56' 36" RA, +32 deg 6' 15" Dec
Recorded on: Mon Feb 26 03:01:50 2007
Recorded at: Arecibo 1.4GHz Array, Beam 4, Pol 1
Base frequency: 1.419804688 GHz
User info
Name:
Team:
Total credit: 0.00
Power
Time (sec)
Frequency (Hz)
SETI@home
The Search for Extraterrestrial Intelligence



Mensaje de Arecibo

- 1679 bits enviados a M13 (8 kpc) (16/Nov/1974)
  - Diseñado por Carl Sagan y Frank Drake
  - Números 0 al 9 en binario
  - Componentes del ADN (HCNOP)
  - Nucleótidos y doble hélice
  - Humanidad, altura y población humana 1974
  - Sistema Solar (Sol y Planetas → Tamaño)
  - Telescopio, medidas y longitud de onda



Ecuación de Drake (Frank Drake, 1961)

https://www.spacecentre.nz/resources/tools/drake-equation-calculator.html

- ¿Cuántas **civilaciones inteligentes hay en este momento en nuestra galaxia (*N*)**?
- Estimación “a la Fermi”

$$\boxed{N = R_{*} \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L}$$

  - N = Número de civilizaciones que pueden ser contactadas
  - R_{*} = Tasa promedio de formación estelar (en 1 / año)
  - f_p = fracción de estrellas con planetas
  - n_e = número promedio de planetas que pueden soportar vida
  - f_l = fracción de planetas que desarrollaron vida
  - f_i = fracción de los planetas que desarrollaron vida donde es inteligente
  - f_c = fracción de civilizaciones con tecnología de comunicación
  - L = tiempo que las civilizaciones emiten señales al espacio (años)

$$N = R_{*} \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

La estimación de Drake

- R_* = 1 estrella nueva / año (en realidad es mayor)
- f_p = 0,2 – 0,5 (entre 1/5 y 1/2 de las estrellas forman planetas)
- n_e = 1 – 5 planetas con capacidad de desarrollar y soportar vida
- f_l = 1 (todos los planetas que pueden, desarrollan vida)
- f_i = 1 (si hay vida, será inteligente)
- f_c = 0,1 – 0,2 (10%-20% será capaz de comunicarse)
- L = 10^3 –10^8 años: tiempo que emitirán señales detectables

- Drake estimó $\left(20 < N < 5 \times 10^7\right)$ civilizaciones

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

Estimación moderna

- R_* = 1,5 - 3 estrellas nueva / año
- f_p ~ 1 (todas las estrellas forman planetas)
- n_e = 3 – 5 planetas capaces de desarrollar y soportar vida
- f_l ~ 1 (todos los planetas que pueden, desarrollan vida)
- f_i ~ 1 (si hay vida, es inevitable que se desarrollo inteligencia)
- F_c = 0,2 (20% será capaz de y querrá comunicarse)
- L = 300 años: tiempo que emitirán señales detectables

- Luego: N ~ 300-900 civilizaciones en la galaxia

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

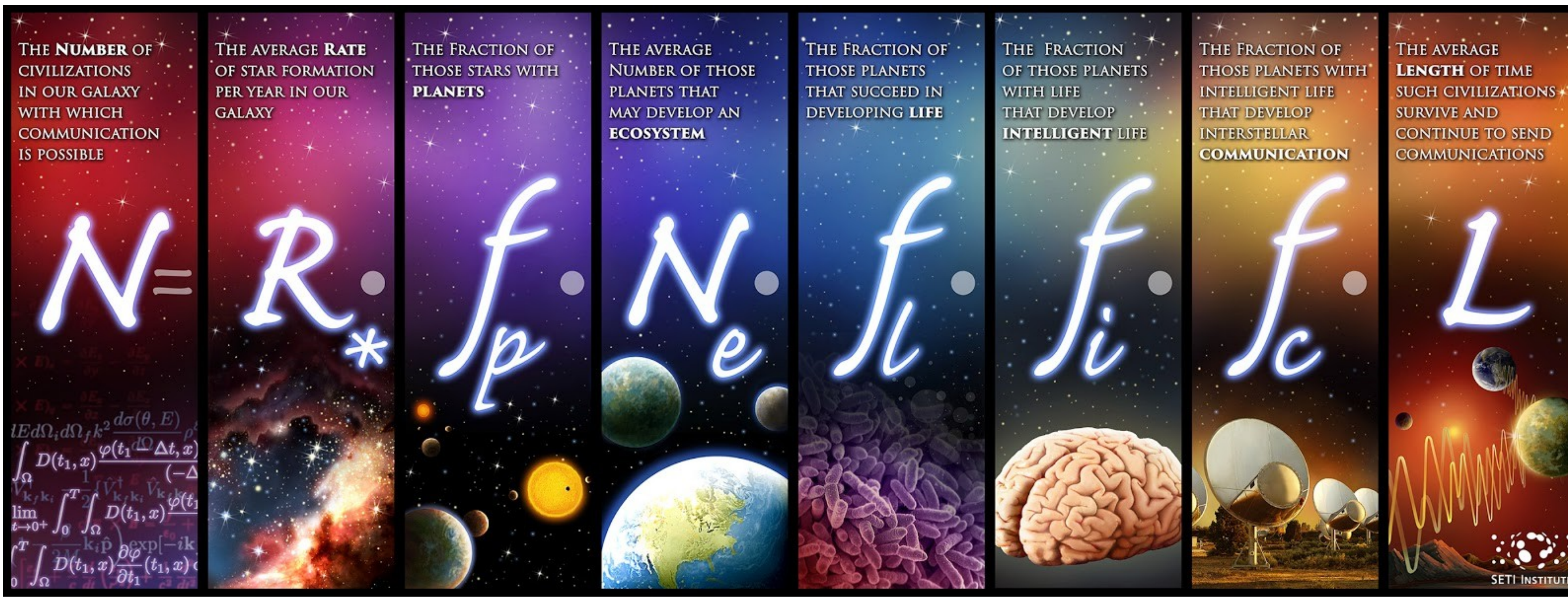
Rare Earth Hypothesis

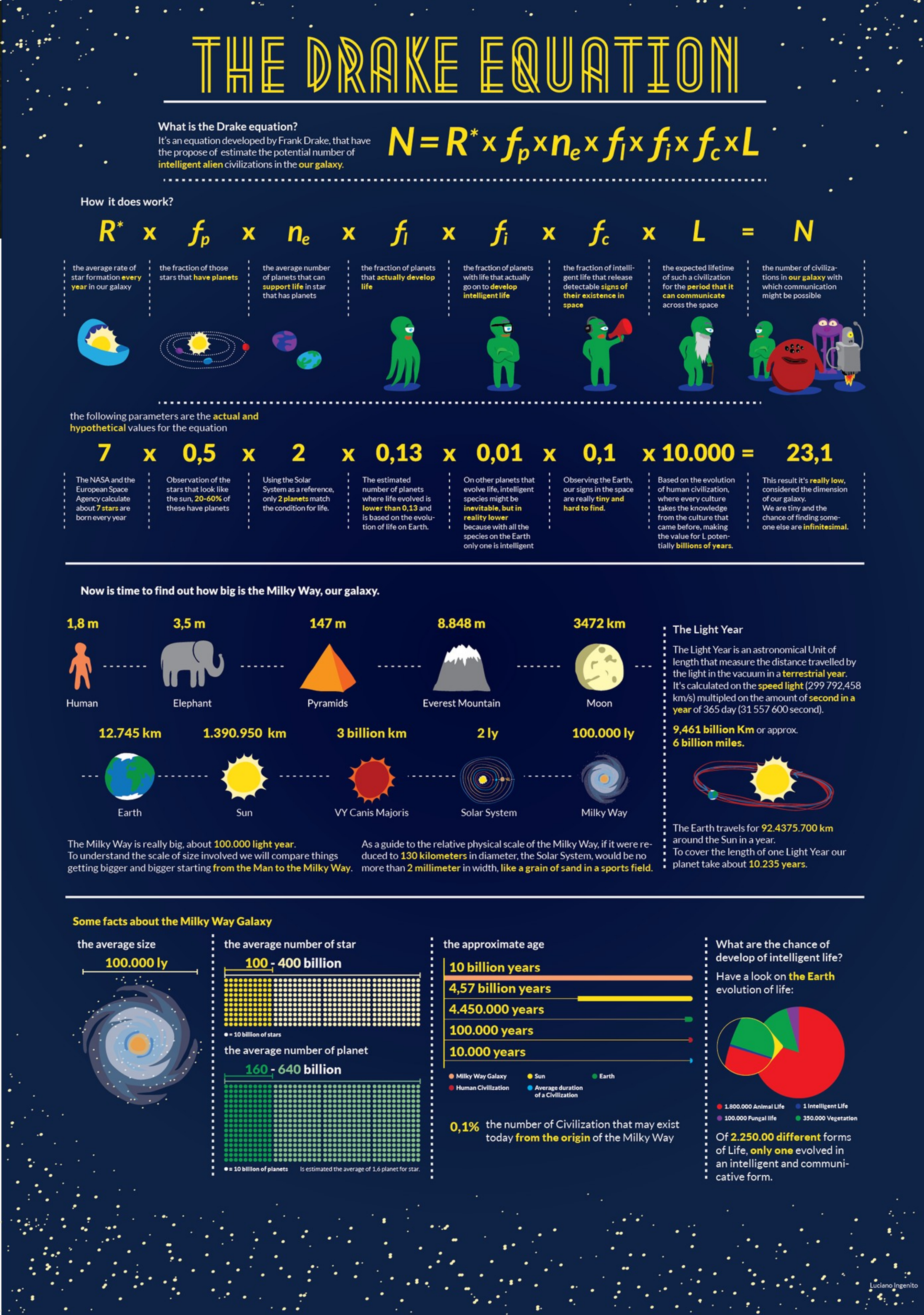
- R_* = 1,5 - 3 estrellas nueva / año
- $f_p \, . \, n_e \, . \, F_l = 10^{-5}$ (fracción de planetas capaces de desarrollar vida *como la nuestra*)
- $f_i = 10^{-9}$ (es muy dificil tener vida inteligente)
- f_c = 0,2 (como Drake)
- L = 300 años

- Luego: $N = 9.1 \times 10^{-13}$ civilizaciones en la galaxia :'(
- Estamos sólos en la galaxia y probablemente en el Universo Observable

La ecuación de Drake

https://steemit.com/cervantes/@simonmaz/planetas-extrasolares-x--1526399175-543130 2

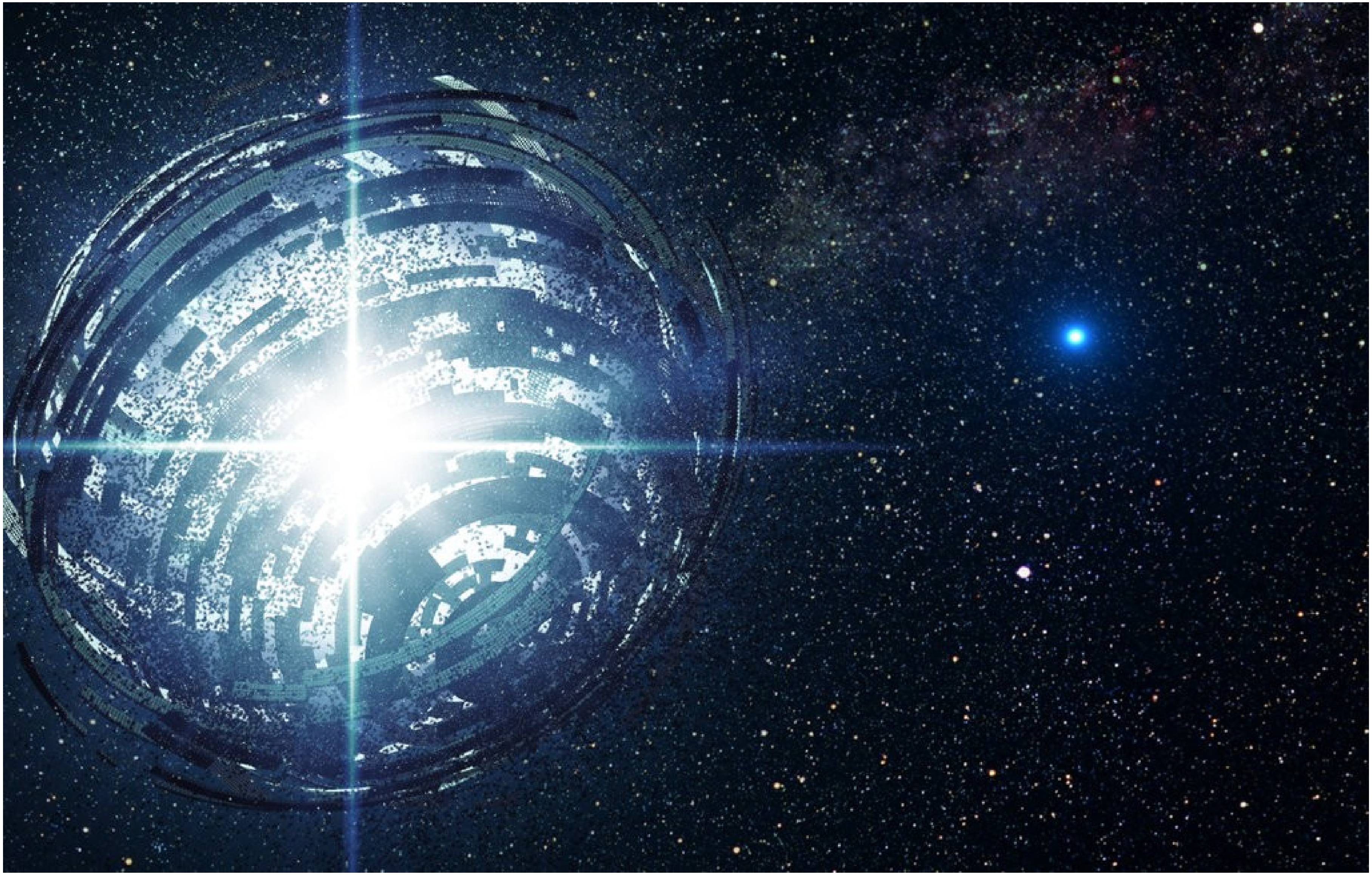




Para jóvenes

- El autor recomienda esta infografía para jóvenes de 10-14 años
- Incluye información sobre la vía láctea y órdenes de magnitud
- Ver en https://www.behance.net/gallery/4137925/The-Drake-Equation

Esferas de Dyson



IRAS (InfraRed Astronomical Satellite)

http://home.fnal.gov/~carrigan/infrared_astronomy/Fermilab_search.htm