

# ☉ Sistema Solar

A stylized representation of the Solar System. On the left is a large, bright yellow and orange Sun. To its right, the planets are arranged in a line, increasing in size and distance from the Sun. From left to right, they are: Mercury (small, grey), Venus (small, brown), Earth (medium, blue and white), Mars (small, reddish-brown), Jupiter (large, with colorful bands), Saturn (large, yellow, with prominent rings), Uranus (medium, light blue), and Neptune (medium, dark blue). The background is a dark space filled with small white stars.

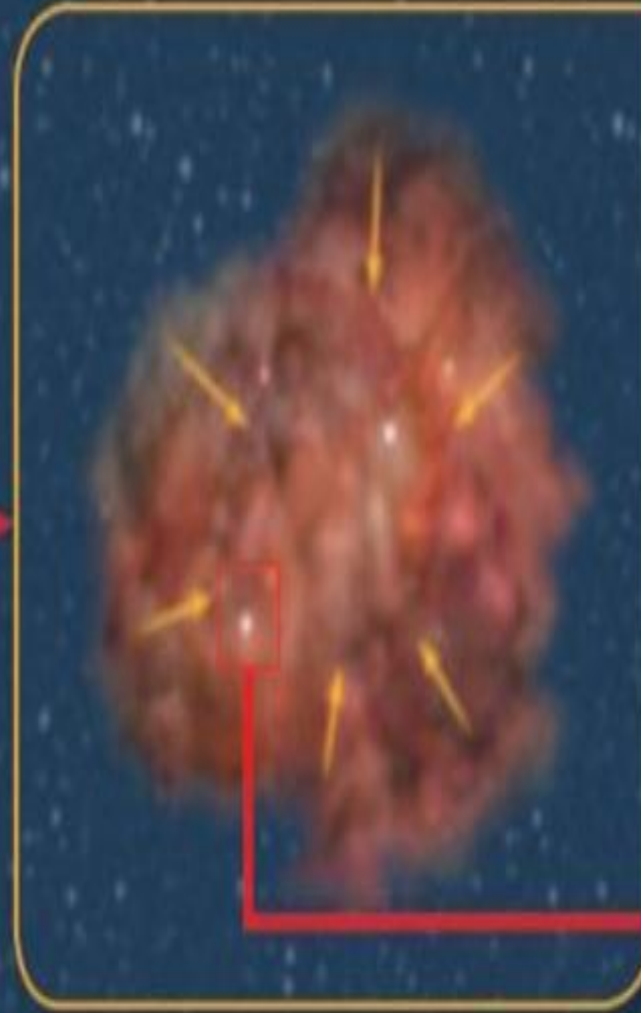
Cultura científica  
4º E.S.O.

# ¿Que é o Sistema Solar?

- Vivimos nun sistema planetario formado polo Sol e os corpos celestes que orbitan ao seu ao redor, entre eles, nosa Terra.
- Hai moitos sistemas solares no Universo, pero este é o Sistema Solar.
- No Sistema Solar hai unha estrela, o Sol, que mantén a moitos astros e materiais diversos virando ao seu ao redor por influencia da gravidade: oito grandes planetas, xunto cos seus satélites, planetas menores, asteroides, cometas, po e gas interestelar.

# 1. A orixe do Sistema Solar

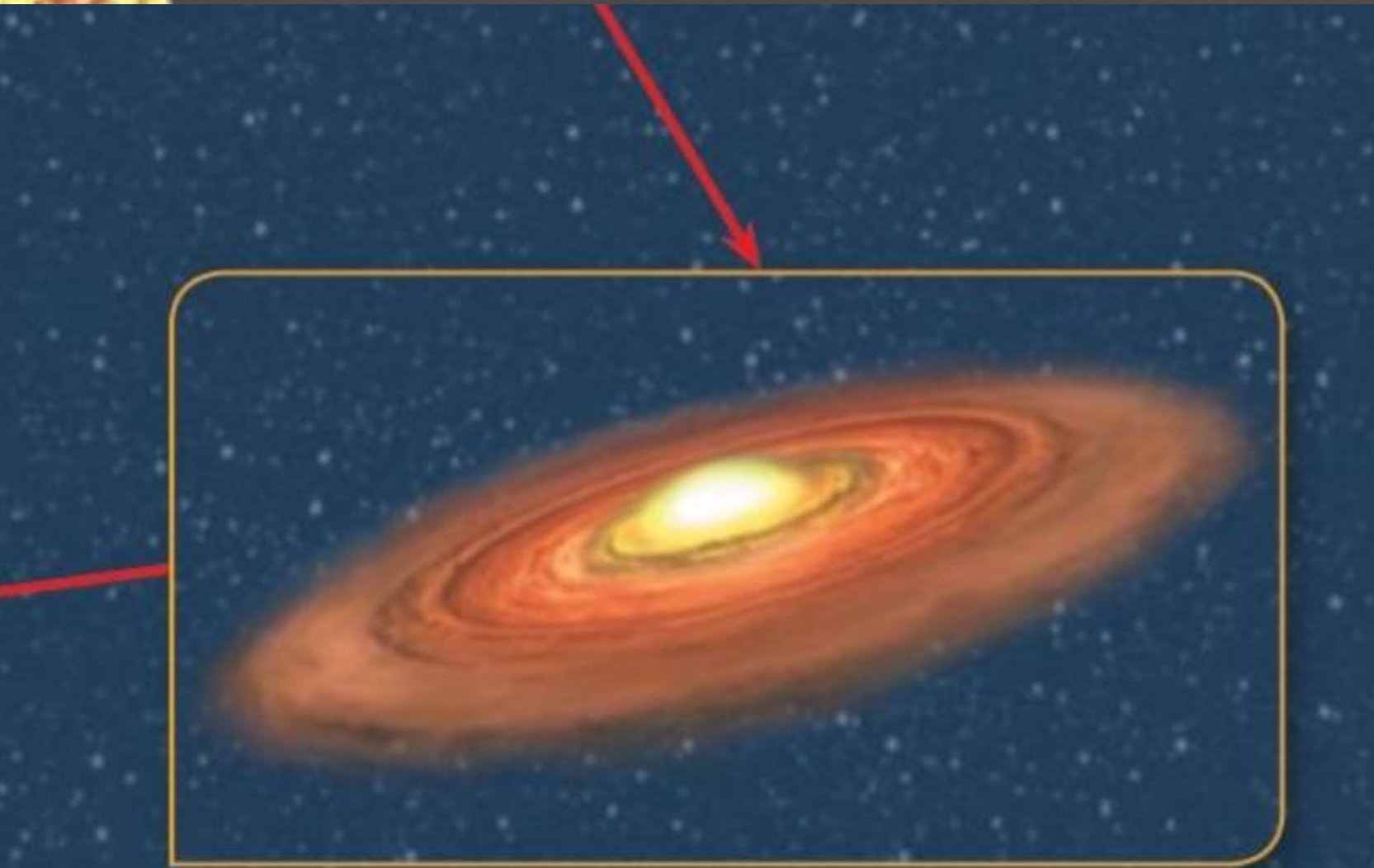
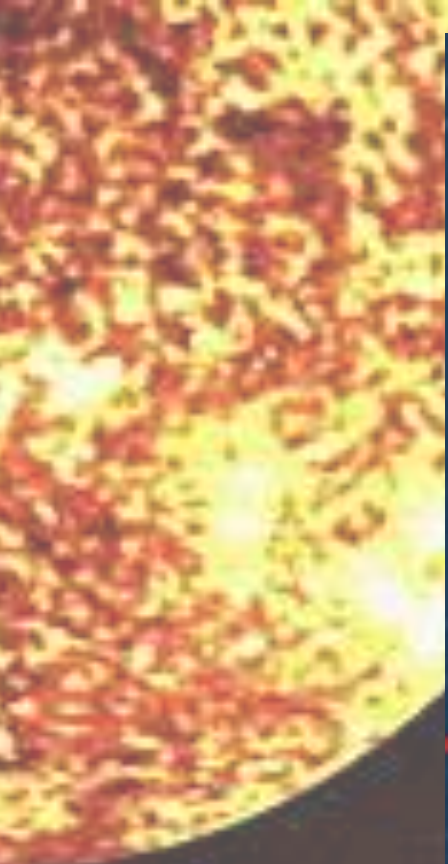
Hace unos 4570 millones de años, algunas zonas de una gran nebulosa situada en un brazo de la Vía Láctea comenzaron a contraerse por efecto de la gravedad y a formar glóbulos densos.



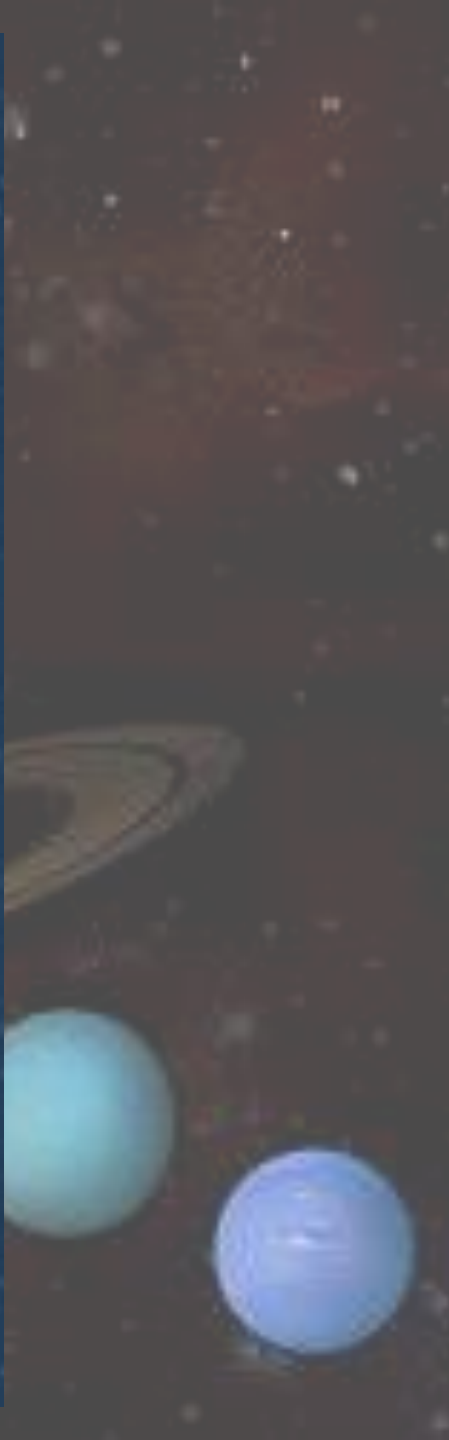
En estas zonas, las partículas chocaban con más frecuencia, lo que elevó su temperatura. Cuando esta superó los diez millones de grados, comenzó la fusión nuclear y los glóbulos se convirtieron en estrellas.



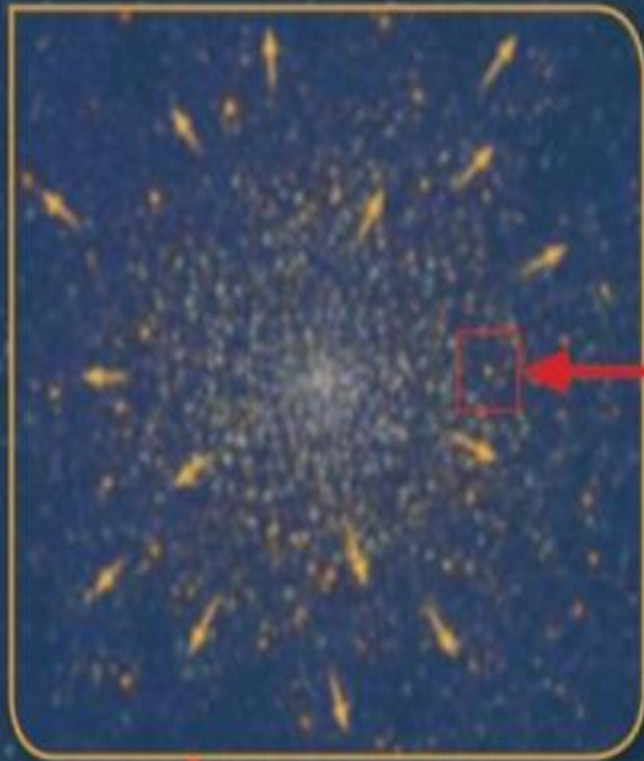
Los glóbulos mayores se convirtieron en estrellas gigantes. Su radiación creó frentes de choque que ayudaron al colapso de los glóbulos menores: así nacieron miles de estrellas enanas o de tamaño mediano, como el Sol.



Este Sol recién nacido consistía en un disco de gas y polvo en cuyo centro, mucho más denso que el resto, se producía la fusión nuclear.

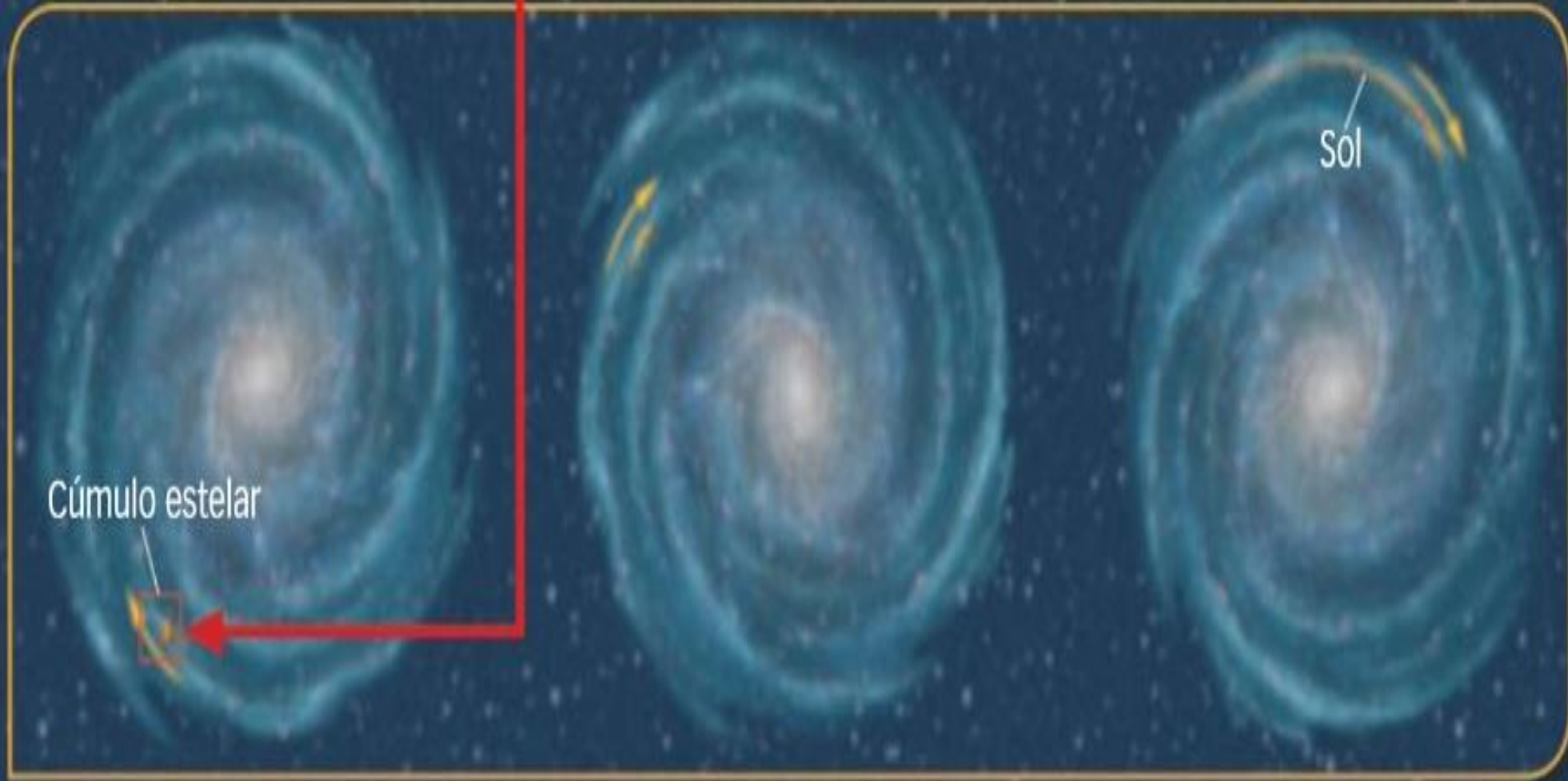


La desaparición de las estrellas más masivas debilitó la gravedad del cúmulo estelar, que comenzó a dispersarse. El Sol y las otras estrellas del cúmulo se fueron separando poco a poco.



Pocos millones de años después, las estrellas gigantes habían consumido su hidrógeno y los demás elementos producidos en la nucleosíntesis. Entonces explotaron como supernovas e inundaron la nube de elementos pesados transportados por energías ondas de choque.





Cúmulo estelar

Sol

El cúmulo estelar se va dispersando a lo largo de la Vía Láctea. El Sol quedó como una estrella solitaria en el brazo de Perseo de la galaxia.

# O nascimento do sistema solar



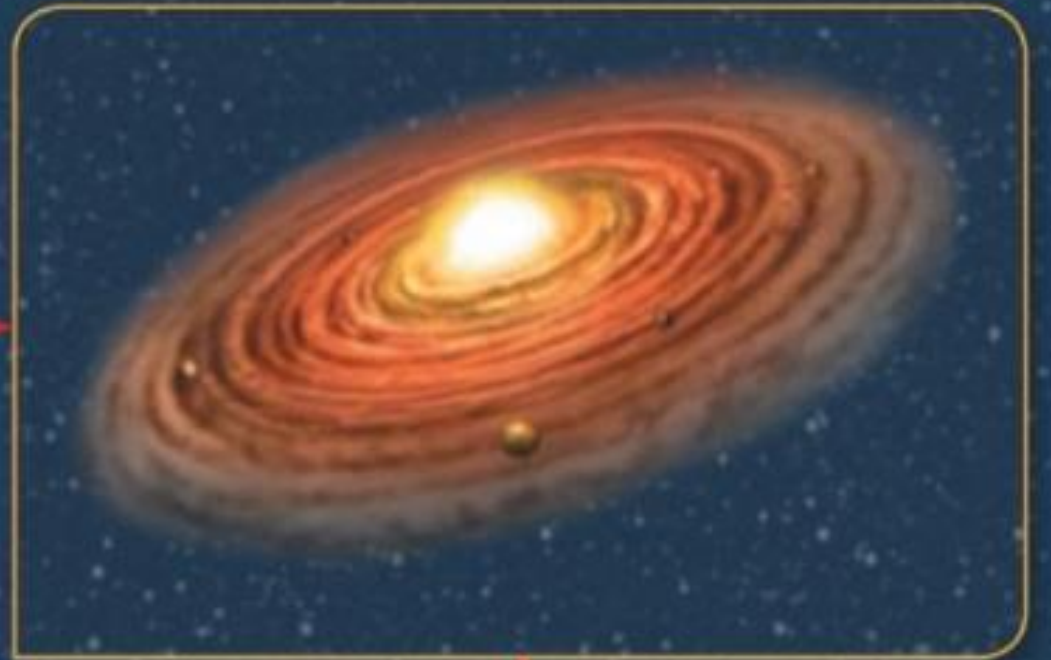
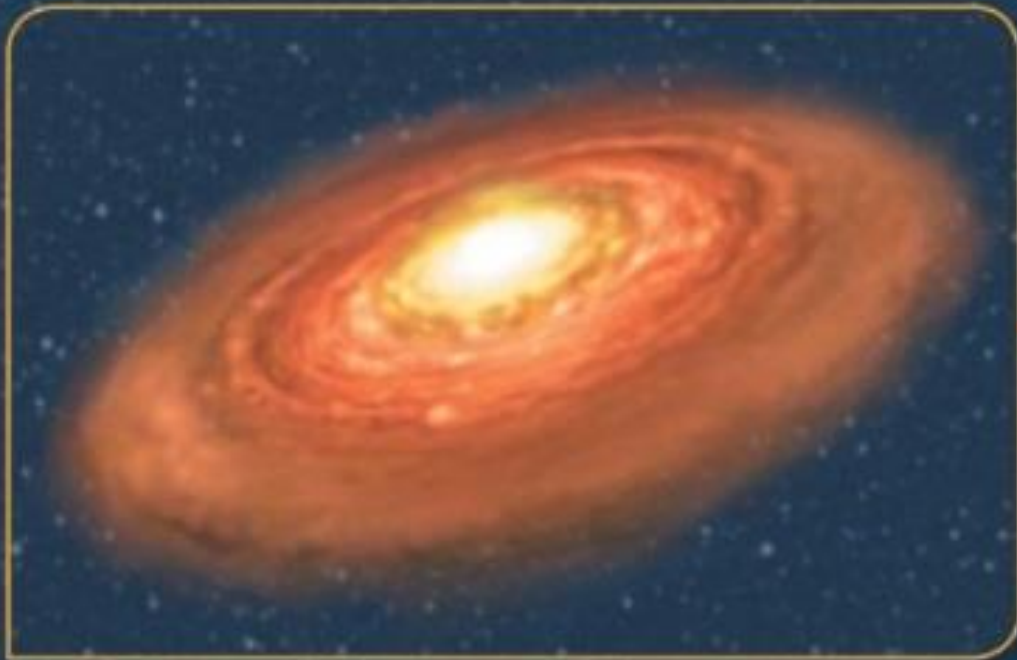
<https://youtu.be/Ef8TGxotENM>

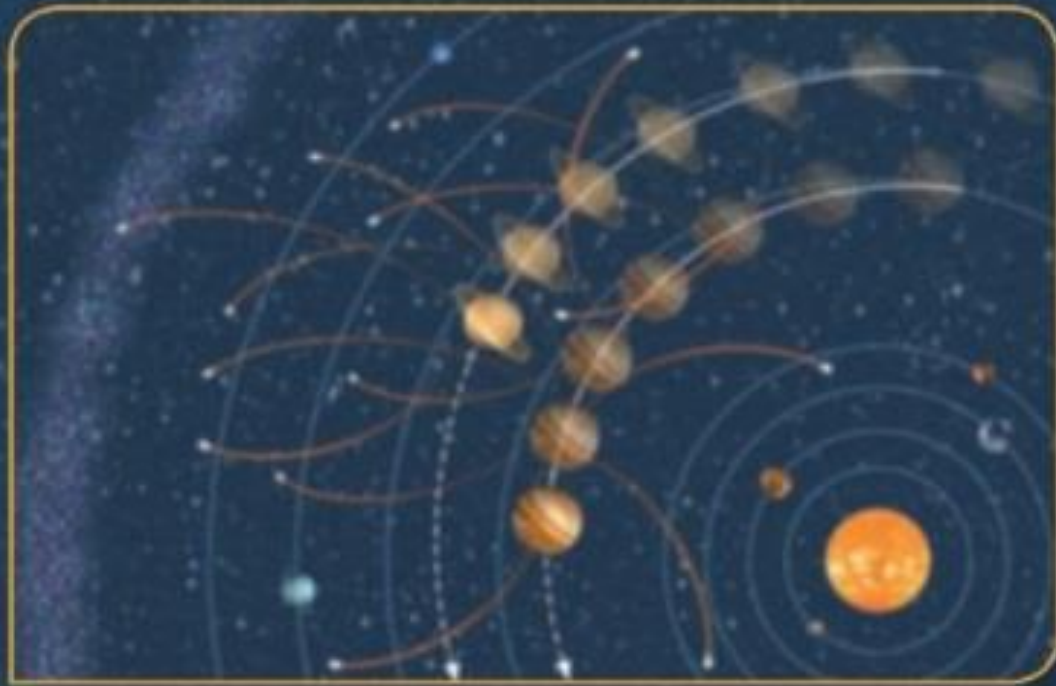


## 2. Formación e estructura do Sistema Solar

El recién formado disco protoplanetario estaba más caliente en el centro porque allí había un mayor número de partículas y se producían más choques entre ellas y, por tanto, más calor. Los elementos más ligeros emigraron hacia la parte exterior, más fría, empujados por el intenso viento estelar del Sol joven.

Comenzó un proceso caótico de choques entre millones de partículas que se unieron y formaron granos minerales –del orden de centímetros–, planetesimales –kilómetros–, y embriones planetarios –cientos de kilómetros–. En la parte exterior, estos embriones atrajeron gases y se convirtieron en los planetas gigantes en menos de diez millones de años.

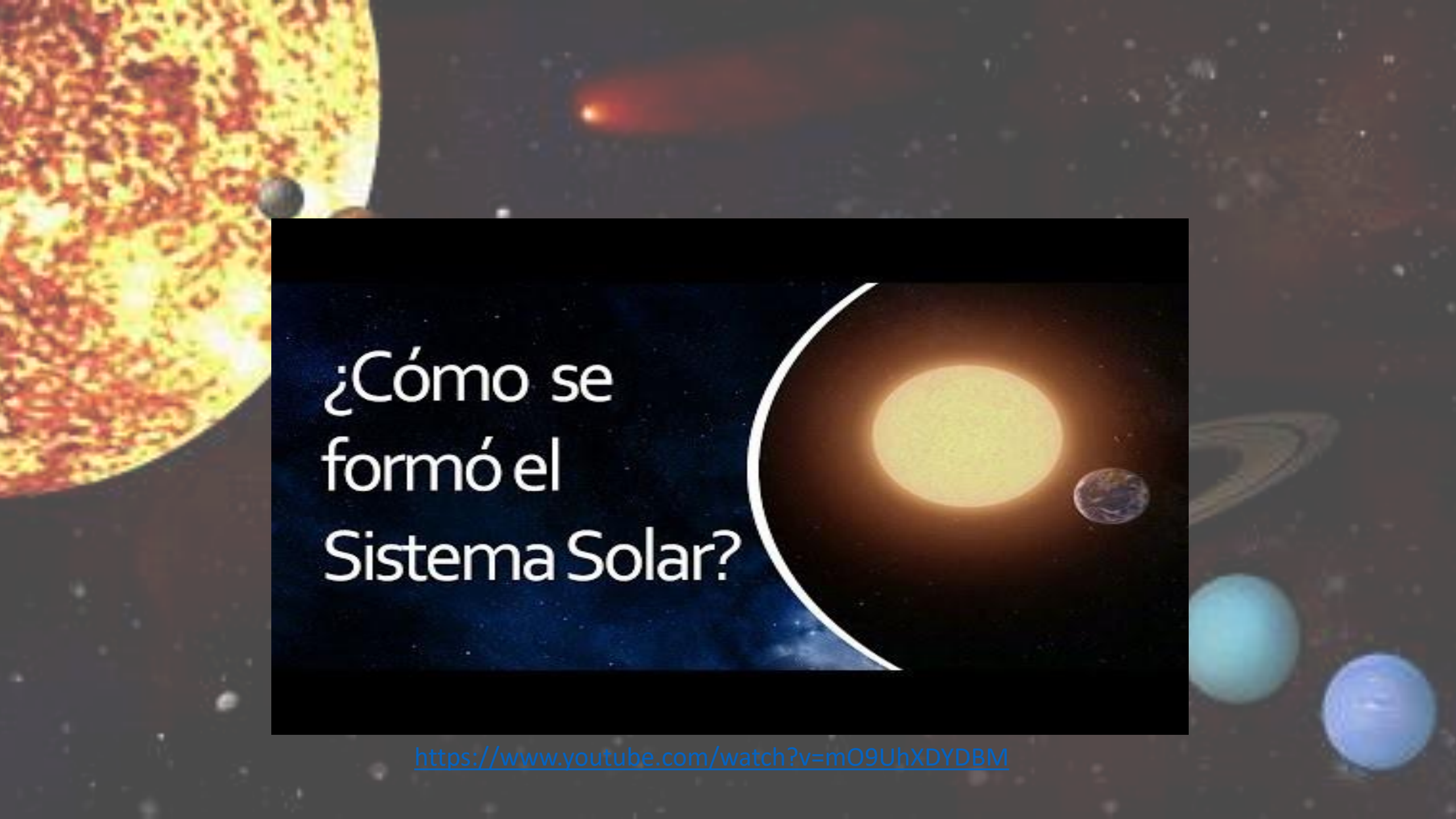




Los choques de los últimos planetesimales con los planetas gigantes les hicieron perder a estos velocidad, por lo que Júpiter y Saturno se acercaron al Sol. En su camino, desestabilizaron las órbitas de millones de cuerpos menores, algunos de los cuales cayeron sobre los planetas en el **Gran Bombardeo Terminal**, mientras que otros fueron expulsados a la periferia y formaron el **cinturón de Kuiper** y la **nube de Oort**.



En las zonas internas del disco, que estaban limpias de gases por la acción del viento solar, se formaron planetas de roca y metal –entre ellos la Tierra– en unos treinta millones de años. Los violentos choques de los últimos planetesimales hicieron que se fundiera el exterior de los planetas, convirtiéndolos en océanos de magma de hasta mil kilómetros de profundidad.



¿Cómo se  
formó el  
Sistema Solar?

<https://www.youtube.com/watch?v=mO9UhXDYDBM>



## 2. Formación e estrutura do Sistema Solar: Planetas ananos e asteroides

- Sol
- Oito planetas (Mercurio, Venus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno)
- Plutón foi “degradado” non 2006 a “PLANETA ANANO”: corpos esféricos que comparten órbita ( un planeta ten órbita exclusiva). Crese que hai miles de corpos semellantes nesa zona que recibe o nome de ***Cinto de Kuiper***
- Hai un número inmenso de corpos de tamaño moito máis cativo que os planetas que orbitan o Sol: ASTEROIDES, por exemplo o cinto de asteroides situado entre Júpiter e Marte

<https://youtu.be/bSkPNMjRRio>



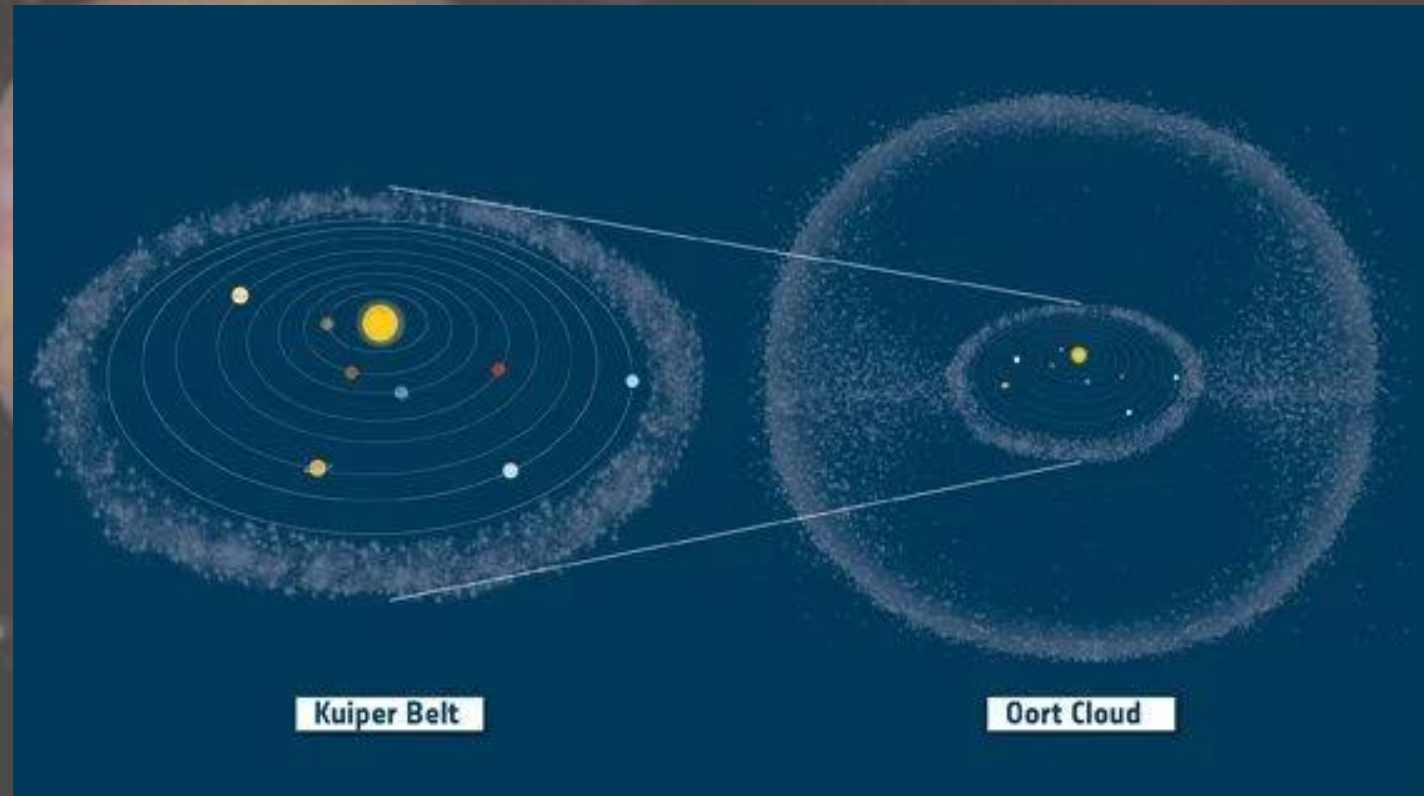
<https://youtu.be/bSkPNMjRRio>



<https://www.youtube.com/watch?v=0lGYeAwzslU>

## 2. Formación e estrutura do Sistema Solar: A nube de Oort

- Orixe dos Cometas
- Forma esférica
- Xeo (auga), amoníaco, metano



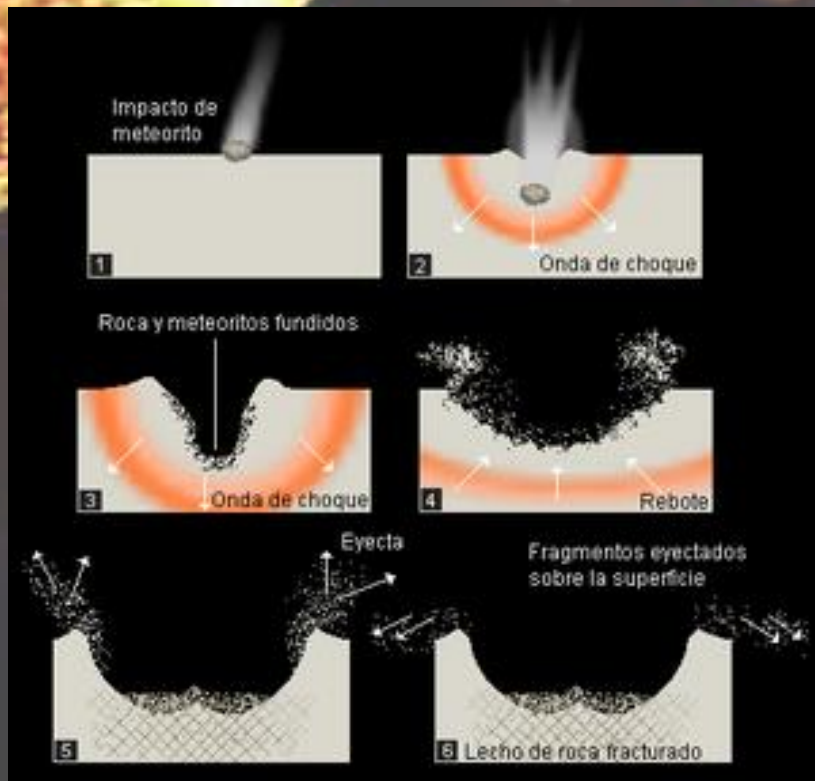


## 2. Formación e estrutura do Sistema Solar: Orixe do Cinto de Asteroides, Cinto de Kuiper e Nube de Oort

- Segundo a Teoría da formación do Sistema Solar:
  - Na nube protoplanetaria había billóns de partículas xirando,
  - Os planetas ao formarse (acreción) NON ATRAPARON a todas estas partículas:
  - Estes restos forman :
    - O cinto de Asteroides, que están no espacio que debía ocupar un planeta QUE NON PUIDO FORMARSE POLA ENORME ATRACCIÓN GRAVITATORIA DE JUPITER
    - A Nube de Oort ten uunha forma esférica

# O período turbulento do Sistema Solar

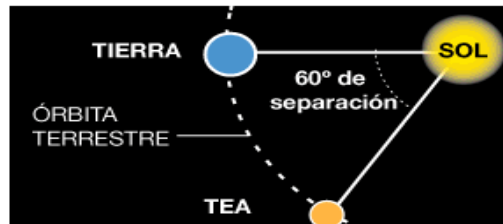
- Depois de formarse planetas e satélites aínda existían unha grande cantidade de planetesimais, sometidos á atracción gravitatoria
- Prodúcese o “grande bombardeo terminal” corpos de ata centos de km impactaron na superficie dos planetas (cráteres de impacto)



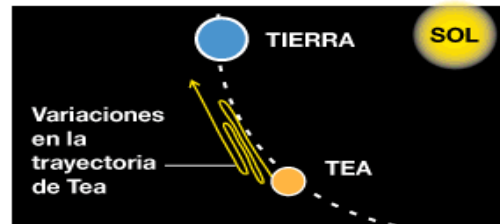
## 2. Formación e estructura do Sistema Solar: A formación da Lúa

### HIPÓTESIS SOBRE LA FORMACIÓN DE LA LUNA

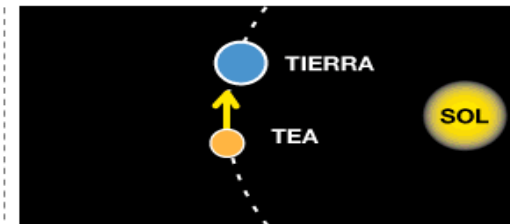
Un nuevo descubrimiento refuerza la teoría de que la Luna se creó tras el impacto de un cuerpo gigante contra la Tierra



**1** La Tierra y Tea se empiezan a formar en una órbita similar por agregación de diversos materiales estelares



**2** Cuando Tea alcanza el tamaño de Marte (3.397 km de radio, cerca de la mitad que la Tierra) pierde la estabilidad de su órbita

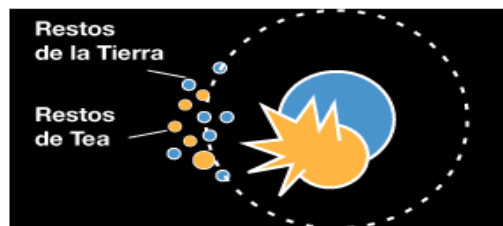
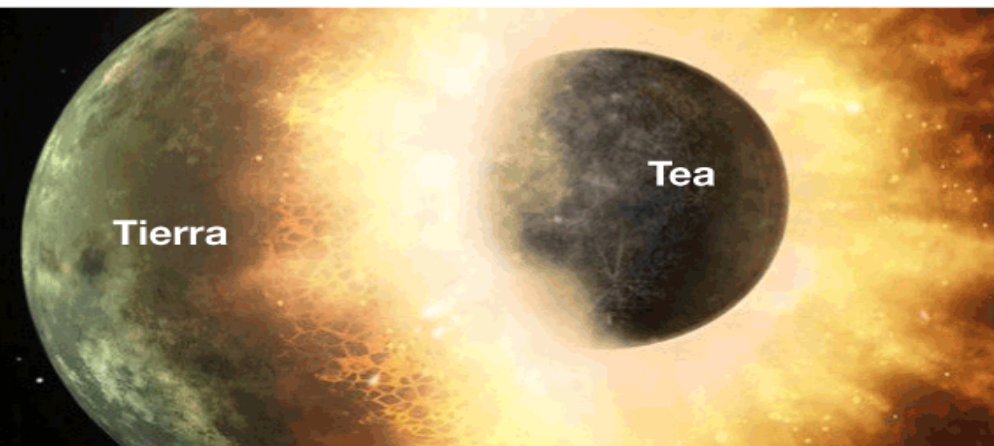


**3** Tea se acerca cada vez más a la Tierra por su incremento de masa y la atracción de la fuerza gravitatoria terrestre

**4** HACE 4.500 MILLONES DE AÑOS

La Tierra y Tea colisionan

La velocidad estimada del impacto es de 40.000 km/h



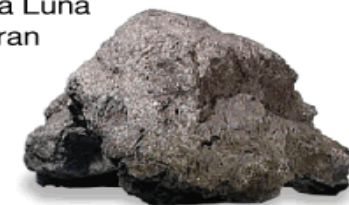
**5** A causa del impacto, Tea es destruida y restos de ambos cuerpos quedan orbitando alrededor de la Tierra



**6** Los residuos resultantes acaban formando la Luna. Los materiales terrestres y de Tea contribuyen en el 50% cada uno

### EL DESCUBRIMIENTO

Las rocas lunares presentan ciertos isótopos de oxígeno imposibles de explicar si la Tierra y la Luna se hubieran formado a la vez



## 2. Formación e estrutura do Sistema Solar: A formación da Lúa



<https://www.youtube.com/watch?v=iaDqI405mss>

# El Sistema Solar

SOL

Cuando miramos el cielo por la noche vemos miles de astros. La mayoría son estrellas, pero también podemos ver otros astros que, con la Tierra, forman parte del Sistema Solar.

El Sistema Solar está formado por el Sol y todos los astros que giran a su alrededor. Estos astros son los planetas, los planetas enanos y los cuerpos pequeños del Sistema Solar.

Los planetas son astros grandes esféricos que giran alrededor del Sol siguiendo una trayectoria casi circular llamada órbita. Existen dos grupos de planetas:

- > Planetas interiores. Son los más cercanos al Sol. Su superficie es rocosa, como la de la Tierra. Los planetas interiores, desde el más cercano al Sol, son Mercurio, Venus, la Tierra y Marte.
- > Planetas exteriores. Están más lejos del Sol y son de naturaleza gaseosa. Los interiores. Los planetas exteriores, desde el más cercano al Sol, son Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, el más alejado.

MERCURIO

VENUS

TIERRA

MARTE

JÚPITER

SATURNO

URANO

NEPTUNO

PLUTÓN

MERCURIO

Distancia al sol: 57.910.000 Km.  
Satélites: 0

> Mercurio es el planeta del Sistema Solar más próximo al Sol y el más pequeño. Forma parte de los denominados planetas interiores o rocosos y carece de satélites.

VENUS

Distancia al sol: 108.200.000 Km.  
Satélites: 0

> Venus es el segundo planeta del Sistema Solar en orden de distancia desde el Sol, y el tercero en cuanto a tamaño, de menor a mayor. Se trata de un planeta de tipo rocoso y terrestre.

TIERRA

Distancia al sol: 146.600.000 Km.  
Satélites: 1

> La Tierra es el más denso y el quinto mayor de los ocho planetas del Sistema Solar. También es el mayor de los cuatro terrestres. Tiene un único satélite: la Luna.

MARTE

Distancia al sol: 227.940.000 Km.  
Satélites: 2

> Marte es el cuarto planeta del Sistema Solar más cercano al Sol. Tiene una atmósfera delgada formada por dióxido de carbono, y dos satélites: Fobos y Deimos. Es un planeta rocoso.

JÚPITER

Distancia al sol: 778.330.000 Km.  
Satélites: 67 (conocidos)

> Júpiter es el quinto planeta del Sistema Solar. Júpiter es un cuerpo masivo gaseoso, formado principalmente por hidrógeno y helio. Se trata del planeta que ofrece un mayor brillo a lo largo del año.

SATURNO

Distancia al sol: 1.429.400.000 Km.  
Satélites: 200 (observados) 61 con órbitas

> Saturno es el sexto planeta del Sistema Solar, el segundo en tamaño y masa después de Júpiter y el único con un sistema de anillos visible desde nuestro planeta.

URANO

Distancia al sol: 2.870.990.000 Km.  
Satélites: 27 (conocidos)

> Urano es el séptimo planeta del Sistema Solar, el tercero en cuanto a mayor tamaño, de mayor a menor, y el cuarto más masivo. Urano es similar en composición gaseosa a Neptuno.

NEPTUNO

Distancia al sol: 4.504.300.000 Km.  
Satélites: 14 (conocidos)

> Neptuno es el 8º planeta en distancia respecto al Sol y el más lejano del Sistema Solar. Forma parte de los denominados planetas gaseosos, y es el primero que fue descubierto gracias a predicciones matemáticas.

PLUTÓN

Distancia al sol: 5.913.520.000 Km.  
Satélites: 5

> Plutón, en 2006 pasó de ser planeta a "planeta enano" del Sistema Solar. Plutón posee una atmósfera extremadamente tenue, formada por nitrógeno, metano y monóxido de carbono.

Planeta rocoso

Planeta gaseoso

A 3D illustration of the solar system. The Sun is a large, glowing orange and red sphere on the left. Several planets are shown on their elliptical orbits around the Sun. From left to right, the planets are Mercury (small blue sphere), Venus (small yellow sphere), Earth (blue and white sphere), Mars (small red sphere), Jupiter (large orange and white banded sphere), Saturn (large yellow and white banded sphere with rings), Uranus (medium blue and white banded sphere), and Neptune (medium blue sphere). The background is a dark space filled with stars and a grid of white lines representing the orbits.

# **SISTEMA SOLAR**

[https://www.youtube.com/watch?v=8dy27u\\_kX1I](https://www.youtube.com/watch?v=8dy27u_kX1I)

# 4. Alén do Sol: novos planetas

- En 1995 descóbrense o *planeta 51 Peg-b*,
- É o primeiro planeta descuberto que orbita en torno a outra estrela.
- É o 1º EXOPLANETA descuberto.
- No 2015 xa se coñecían 1956 exoplanetas

CELEBRATING 20 YEARS OF EXOPLANETS

THE FIRST PLANET DISCOVERED  
AROUND A SUN-LIKE STAR



**51 Pegasi b**  
Discovered October 6, 1995  
This year we celebrate the discovery of 51 Pegasi b in October, 1995. This giant planet is about the size of Jupiter and orbits its star in about 4 days. 51 Pegasi b marked a whole new field of exploration.

**TEMPERATURE**  
51 Pegasi b has a temperature of 1000°C (1800°F).

**ORBITAL PERIOD**  
51 Pegasi b orbits its host star every 4 days.

**DISTANCE FROM EARTH**  
51 Pegasi b is 36 light-years from Earth.

**PLANET COMPARISON**

51 Pegasi b	Jupiter
	
51 Pegasi b is 47% less massive, but 50% larger than Jupiter.	

**STAR COMPARISON**

51 Pegasi	Our sun
	
51 Pegasi is 11% more massive and 20% larger than our sun.	

**Extreme Conditions**  
Hot Jupiters were not thought to be possible 20 years ago - this discovery challenged existing theories of planet formation. Astronomers now believe that large planets may form far from their stars and "migrate" closer to their stars over millions of years.

**Did you know?**

- The discovery of 51 Pegasi b inspired a sci-fi bestseller and a new wave of astronomical research.
- 51 Pegasi b was the first planet to have its reflected visible light spectrum detected.
- 51 Pegasi b was the first planet confirmed to orbit a sun-like star. A previous discovery in 1992 found planets orbiting a pulsar star but at that time many more distant planets could exist around these pulsar stars.

**Observatories**

Discovered by Michel Mayor and Didier Queloz using the ELSCOPE spectrograph at the Observatoire de Haute-Provence.

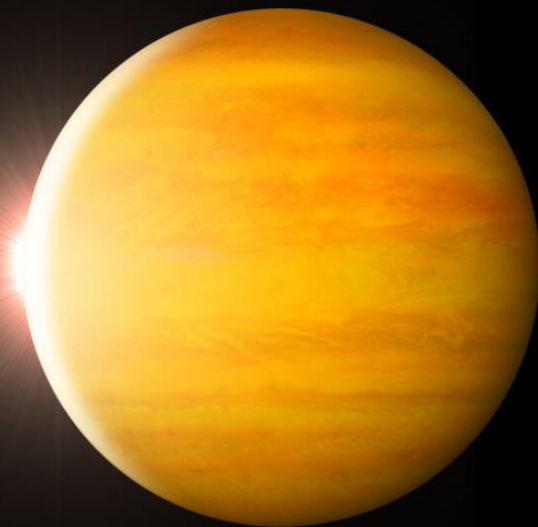
Confirmed by Geoff Marcy and Paul Butler using the High Accuracy Radial velocity Planet Searcher (HARPS) instrument at the La Silla Observatory (Chile).

Additional observations have been made using the High Accuracy Radial velocity Planet Searcher (HARPS) instrument at the La Silla Observatory (Chile).

NASA WE'RE OUT THERE

20 YEARS OF EXOPLANETS

# THE FIRST PLANET DISCOVERED AROUND A **SUN-LIKE** STAR



## 51 Pegasi b

Discovered October 6, 1995

This year we celebrate the discovery of 51 Pegasi b in October, 1995. This giant planet is about half the size of Jupiter and orbits its star in about 4 days. '51 Peg' helped launch a whole new field of exploration.

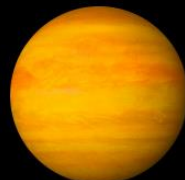
**TEMPERATURE**  
51 Pegasi b has a temperature of **1000C°/1800F°**.

**ORBITAL PERIOD**  
51 Pegasi b orbits its host star **every 4 days**.

**DISTANCE FROM EARTH**  
51 Pegasi b is **50 light-years** from Earth.

### PLANET COMPARISON

51 Pegasi b



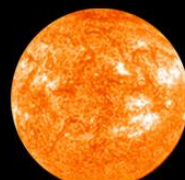
Jupiter



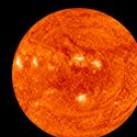
51 Pegasi b is **47% less massive**, but **50% larger** than Jupiter.

### STAR COMPARISON

51 Pegasi



Our sun



51 Pegasi is **11% more massive** and **23% larger** than our sun.





# ¿Como detectamos os exoplanetas?

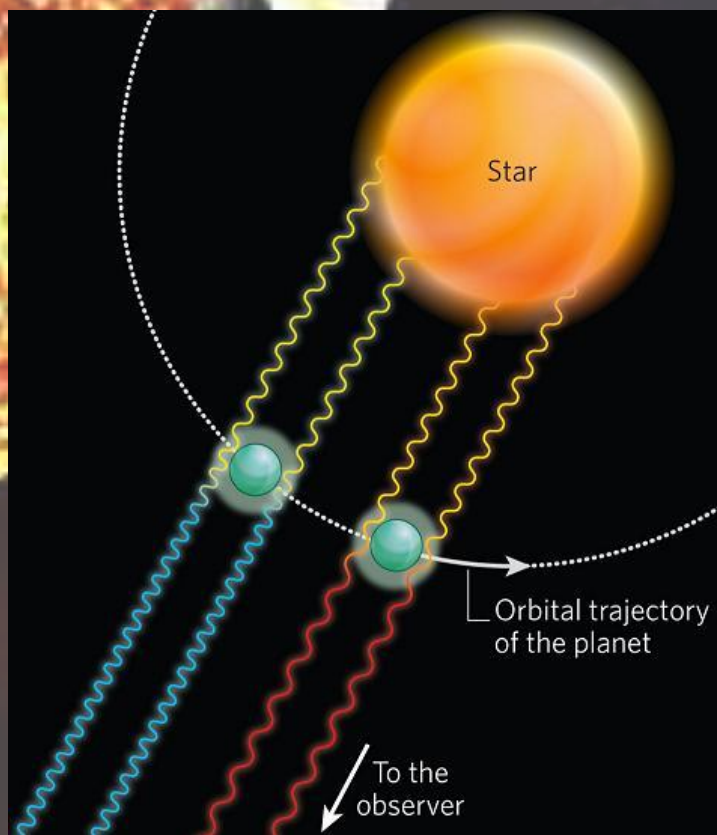


<https://www.youtube.com/watch?v=i3CnQxqCuhM>

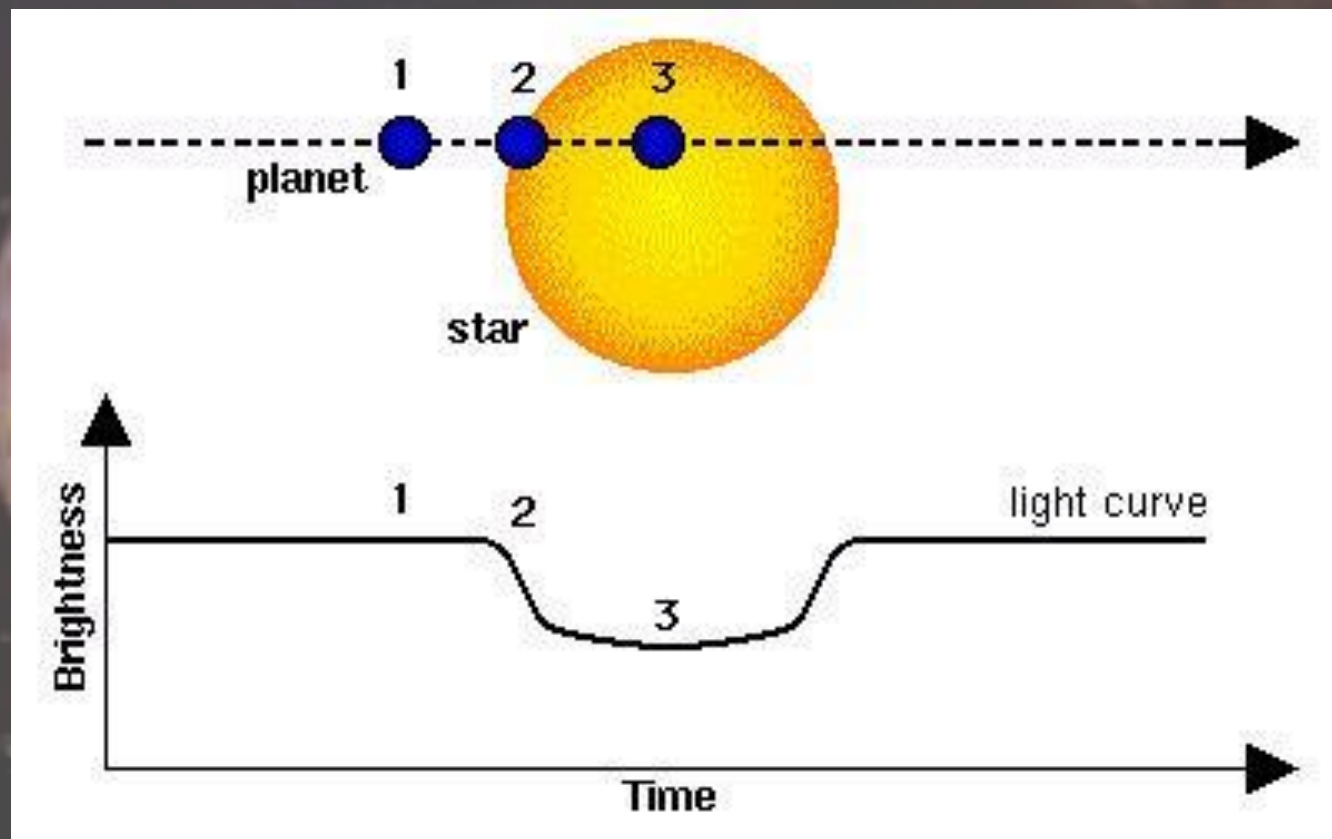


<https://youtu.be/Vhkzqf6VkMk>

# Detección de Exoplanetas:



Velocidade radial

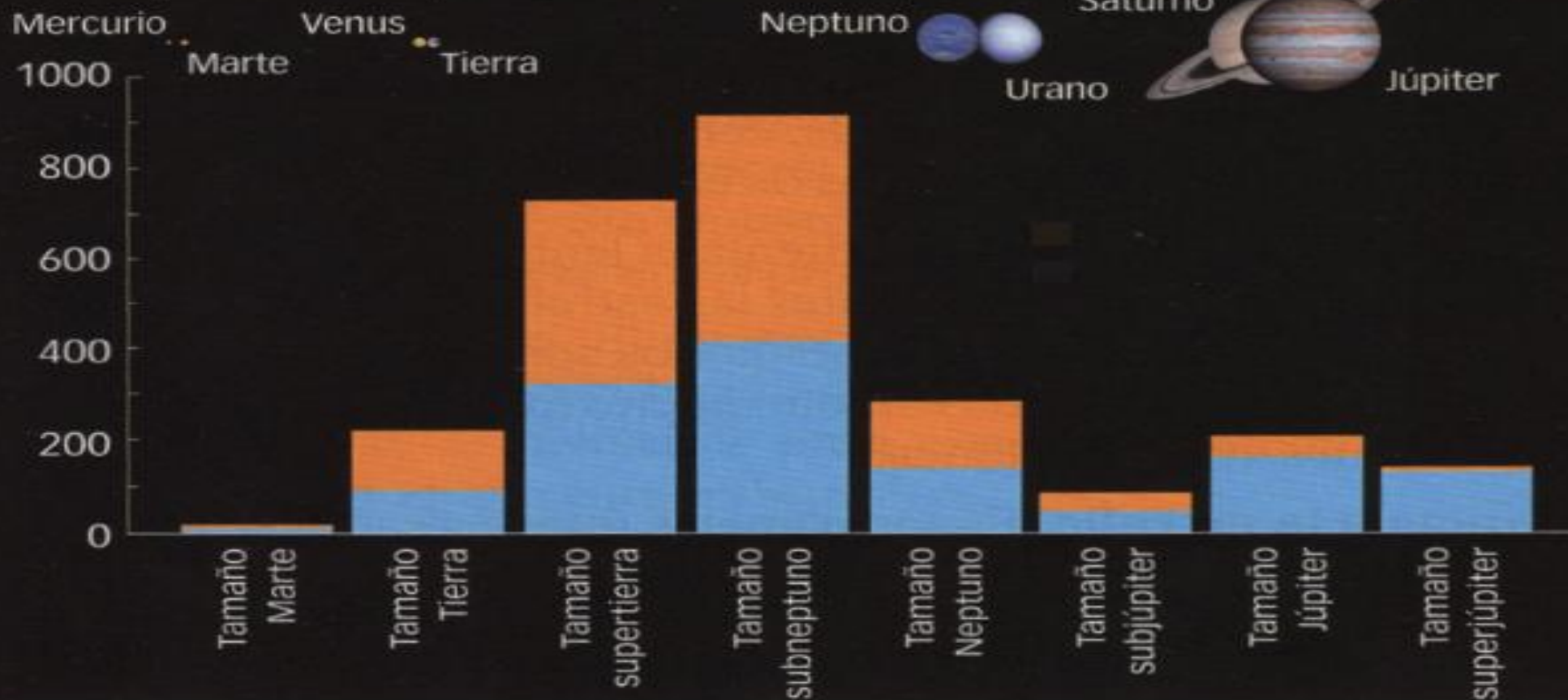


Tránsito planetario

# Os exoplanetas : situación actual

- ***No mes de Xaneiro do 2021, hai 4.395 exoplanetas confirmados en 3.242 sistemas planetarios (grazas á mellora dos métodos de detección)***
- ***Superterras: exoplanetas dun tamaño intermedio ente a Terra e Urano (non hai ningún no noso Sistema Solar)***
- ***Calcúlase que na Vía Láctea pode haber un 100.000 millóns exoplanetas (tantos como estrelas),***
- ***Deles 20.000 serían semellantes á Terra***
- ***Planetas libres: aqueles que non xiran ao redor dunha estrela (descubertos non ano 2000, M<sup>a</sup> Rosa Zapatero)***

## Planetas del Sistema Solar



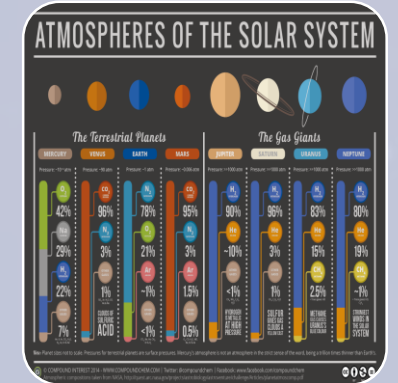
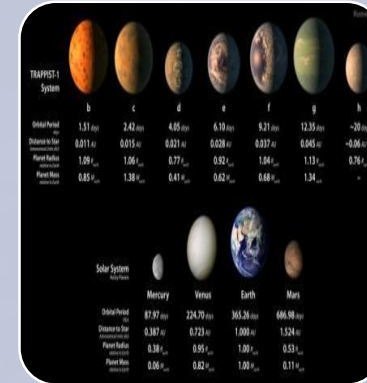
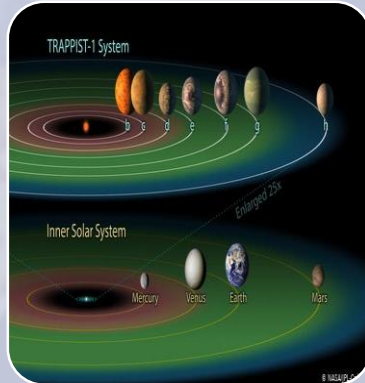
**Exoplanetas descubiertos hasta mayo de 2016.** En naranja se representan los 1284 planetas comunicados el 10 de mayo de 2016 por el equipo del Kepler y en azul, todos los descubiertos anteriormente. Planetas de tamaño Marte: 0,5 a 0,7 radios terrestres ( $R_T$ ); tamaño Tierra: 0,7 a 1,2  $R_T$ ; tamaño supertierra: 1,2 a 1,9  $R_T$ ; tamaño subneptuno: 1,9 a 3,1  $R_T$ ; tamaño Neptuno: 3,1 a 5,1  $R_T$ ; tamaño subjúpiter: 5,1 a 8,3  $R_T$ ; tamaño Júpiter: 8,3 a 13,7  $R_T$ ; tamaño superjúpiter: 13,7 a 22  $R_T$ .

## 5. A Astrobioloxía: vida fora da Terra

- A aparición dos exoplanetas provocou a aparición dunha nova parte da ciencia, a **ASTROBIOLOXÍA**, adicada á busca de vida noutros lugares do Universo
- A definición máis aceptada actualmente de Astrobioloxía é a de ciencia que estuda a orixe, evolución e distribución da vida no universo.



# 5. A Astrobioloxía: vida fora da Terra



Presencia de auga líquida

Situación da Galaxia

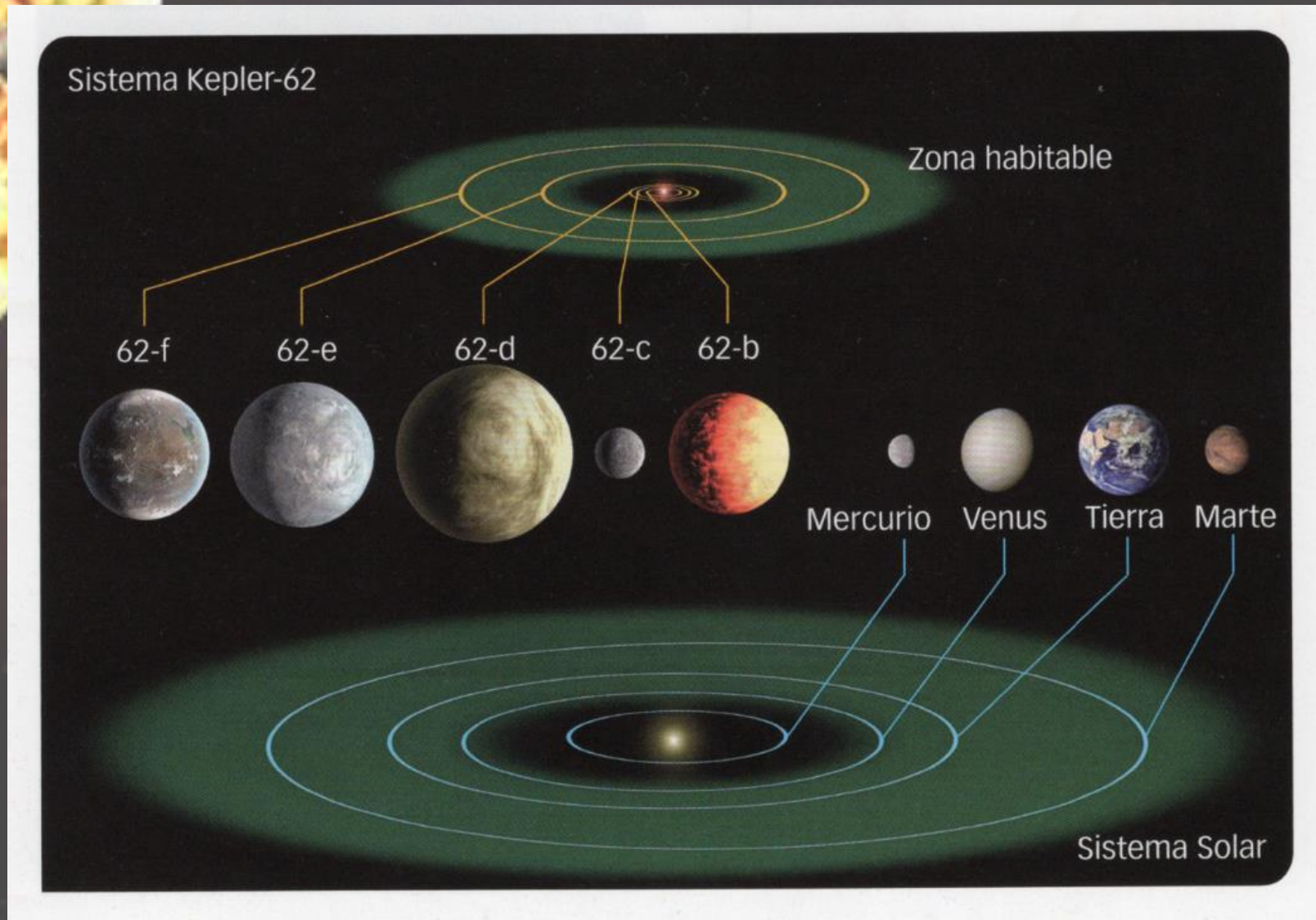
Tipo de estrela:  
Necesítanse estrelas de evolución prolongada (tipo K, 25.000 millóns de anos)

Distancia á estrela:  
non poden estar nin moi preto nin moi lonxe da estrela (tería T<sub>a</sub> moi alta ou moi baixa)  
Zona de habitabilidade

Masa do planeta:  
planetas moi masivos producen atmosferas cunha presión atmosférica moi grande, planetas moi cativos carecen de atmosfera

Composición da atmosfera:  
con gases de efecto invernadoiro, pero non en exceso

# 5. A Astrobiología: vida fora da Terra



# Requisitos favorables para a vida

- Ademais dos requisitos IMPRESCINDIBLES que xa vimos, hai outros non imprescindibles (e discutibles):

## Presenza de planetas xigantes no sistemas

- Atraerían aos asteroides perigosos
- Pero Júpiter é o responsable da existencia do Cinto de asteroides

## Núcleo metálico parcialmente fundido

- Necesario para a existencia dun campo magnético
- Este protexe do vento estelar e a radiación cósmica

## Un satélite grande

- Impide que o eixo de rotación cabecee o que inestabilizaría o clima

## Tectónica de Placas

- Xenera moitos ambientes e climas
- Estimula á evolución



### Buscando Tierra 2.0

Así se ha denominado al planeta gemelo de la Tierra que aún no se ha localizado pero que todos los astrobiólogos luchan por encontrar. ¿Existe realmente este planeta? Como se estima que en la galaxia debe de haber unos veinte millones de planetas semejantes a la Tierra, tendría que existir. ¿Podría ser Kepler-22b? Está en la zona habitable de su sistema, pero es demasiado grande... ¿Y Kepler 69c? Su estrella es de tipo Sol, pero por su

tamaño y órbita hay que temer que este planeta se parezca más a Venus. ¿Y Kepler-452b? Por temperatura y composición es casi perfecto, pero es ligeramente grande; y sabemos tan poco de las supertierras... Kepler 62f está en la zona habitable de una estrella más pequeña y fría que el Sol. ¿Recibirá energía suficiente? ¿Tal vez Kepler-186f? No, el tamaño y la distancia son perfectos, pero la estrella es muy poco luminosa.

Los astrobiólogos siguen buscando...

