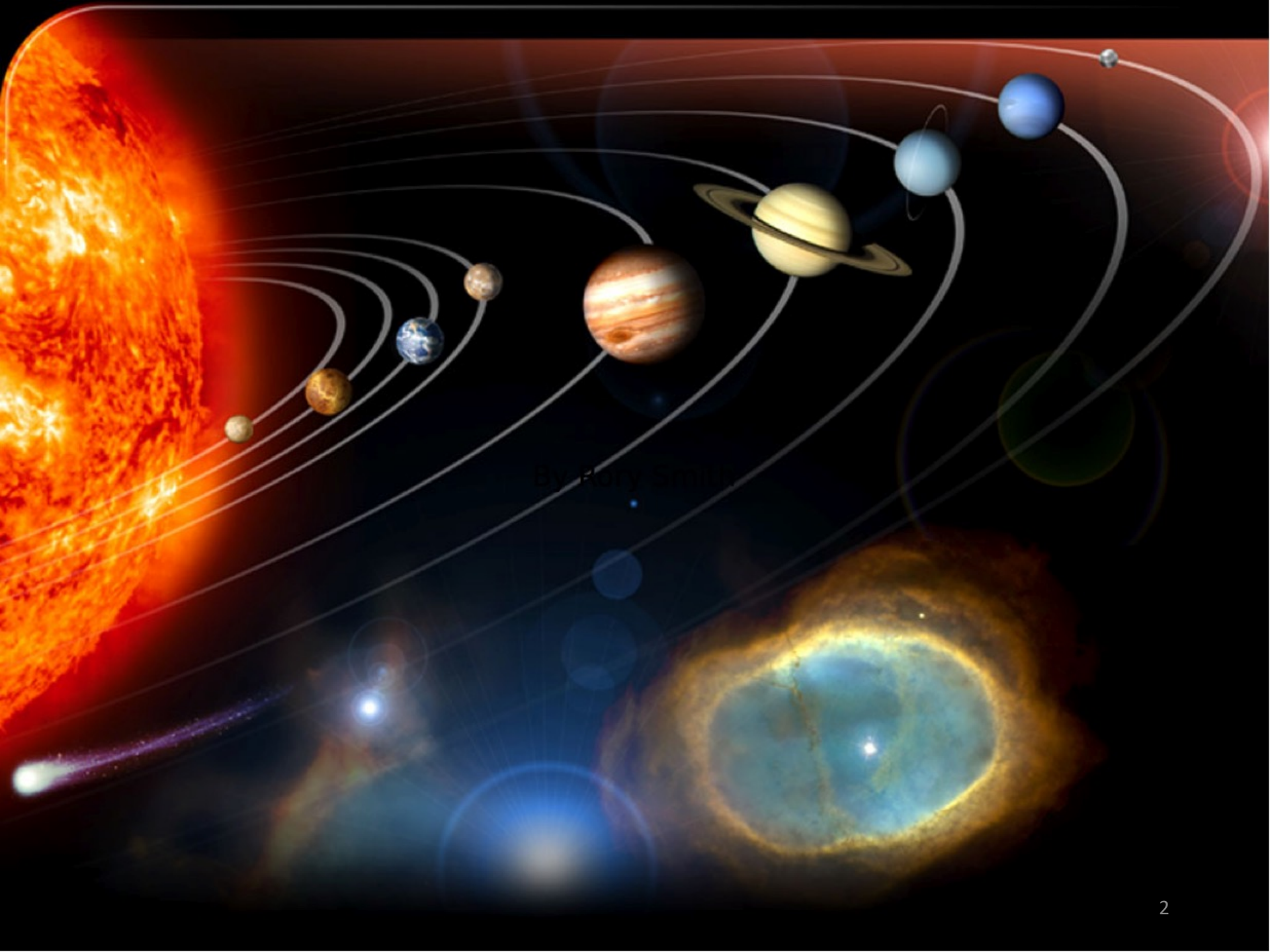


32 - Formación del Sistema Solar



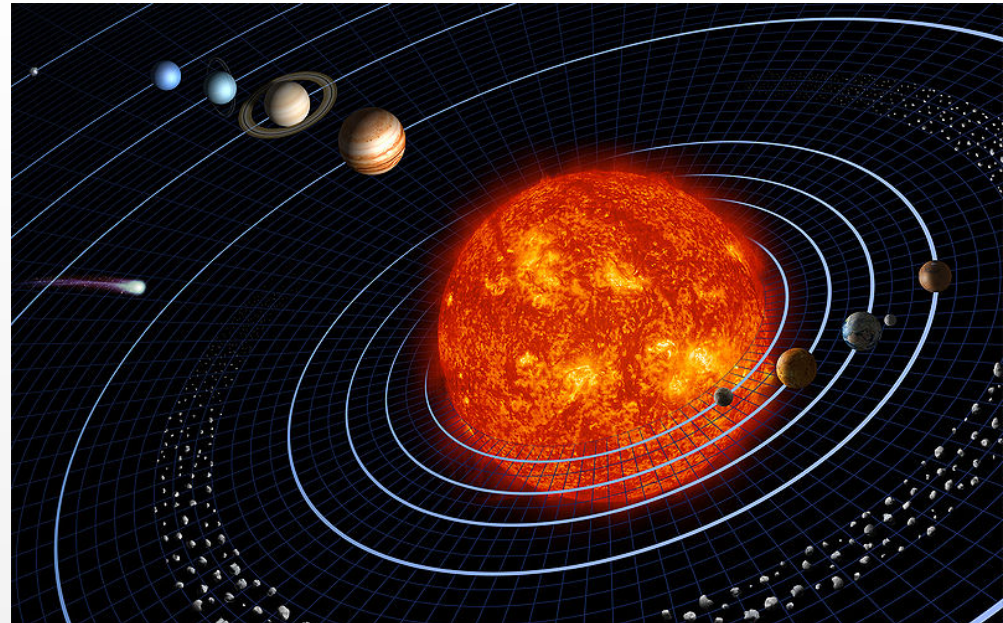
La estructura del Sistema Solar

La estructura básica del Sistema Solar es la siguiente:

- Una estrella grande que abarca 99.8% de la masa del Sistema Solar hecho de 98% Hidrogeno y Helio con 2% 'metal'.
- Pequeños cuerpos rocosos sin muchas volátiles < 3 UA.
- Planetas gigantes gaseosos entre 5 y 30 UA.
- Una gran cantidad de pequeños cuerpos helados hasta 50 UA (cinturon de Kuiper), y probablemente hasta 10.000 UA (nube de Oort).

La teoría debe explicar:

- Eclíptica = todos los planetas giran en un plano
- Los planetas giran en la misma dirección
- La redistribución del momento angular
- Masas y materiales de diferentes planetas



La hipótesis nebulosa solar

El modelo básico de la formación del Sistema Solar se remonta a Swedenborg y Kant en el siglo XVIII:

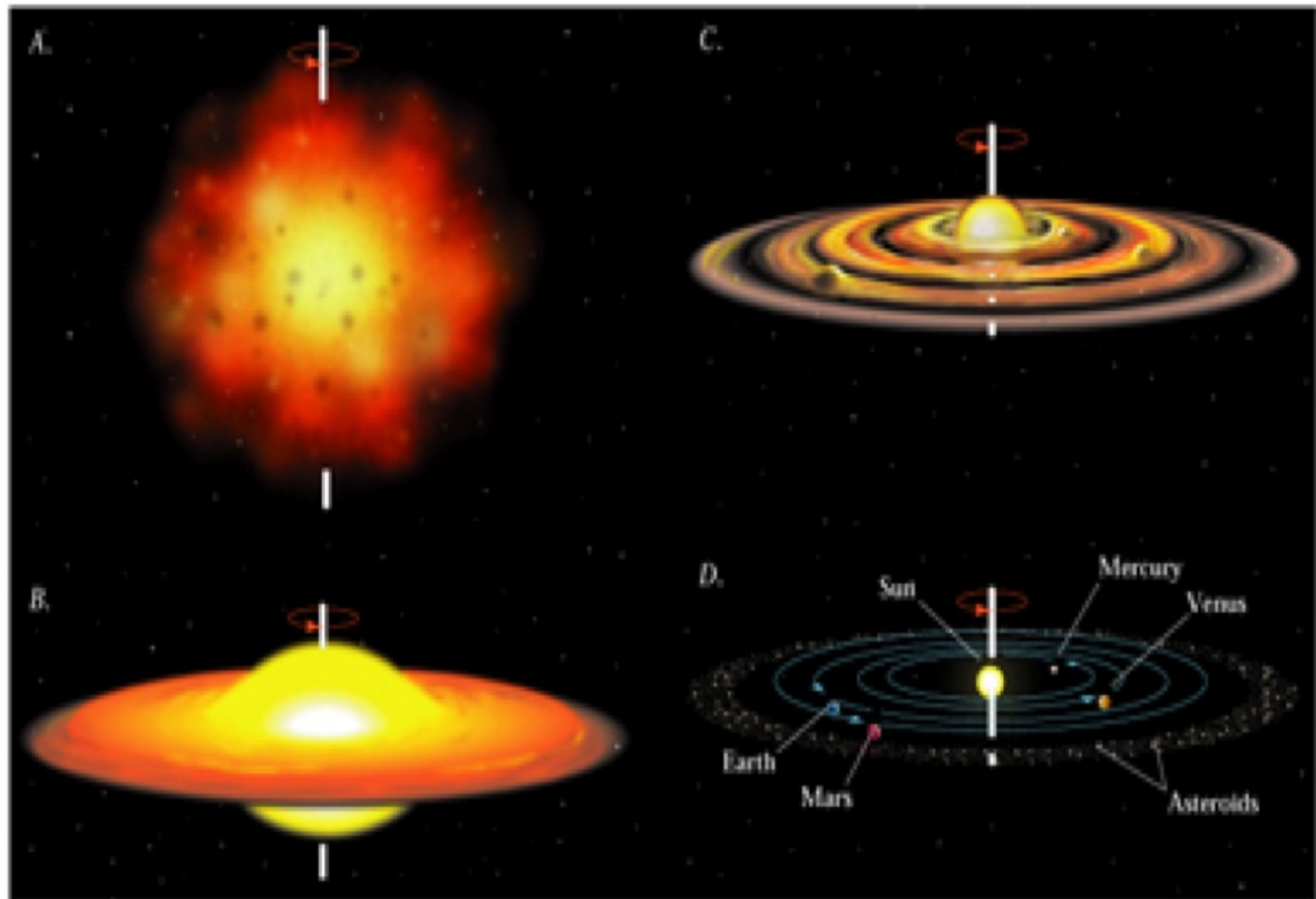
La hipótesis nebulosa solar



La imagen básica es que el material que hizo el Sol y el Sistema Solar se derrumbó de una gran nube de gas (nube molecular).

Como se derrumbó, la pequeña cantidad de momento angular que había, causa que el gas forma un disco alrededor del Sol joven. Los planetas y otros objetos se formaron en este disco.

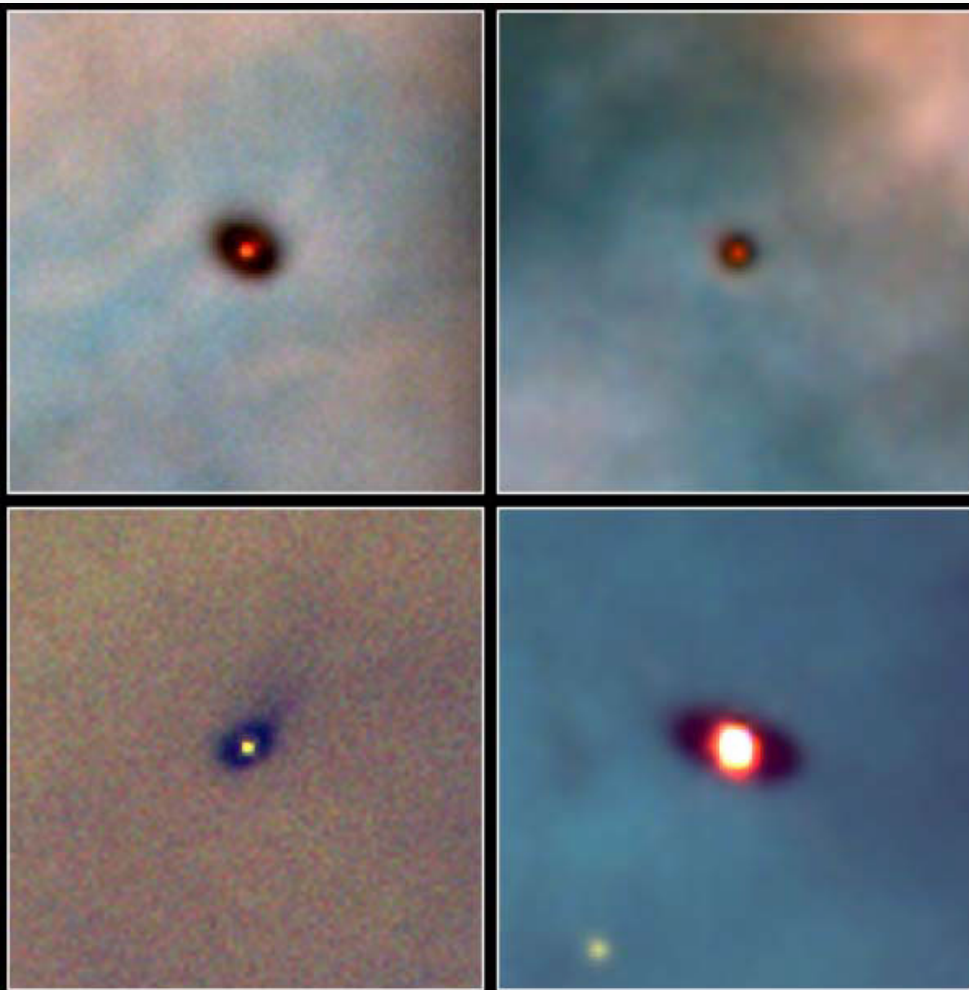
Esto explica por qué todos los objetos grandes orbitan en la misma dirección en un plano delgado.





Nube
molecular
con estrellas
jóvenes.

Discos Proto-planetarios en Orion:

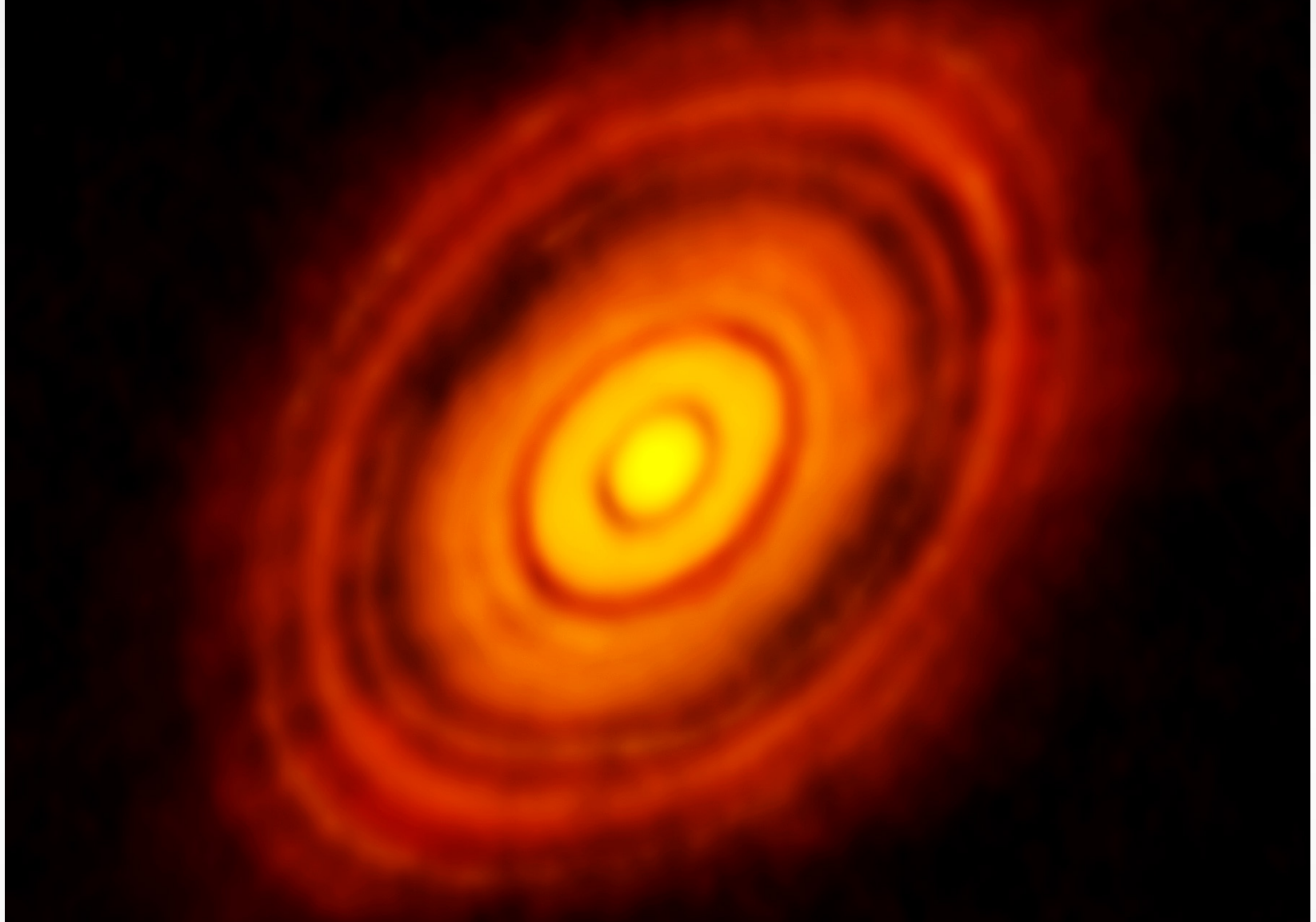


**Protoplanetary Disks
Orion Nebula**

HST · WFPC2

PRC95-45b · ST ScI OPO · November 20, 1995
M. J. McCaughrean (MPIA), C. R. O'Dell (Rice University), NASA

Normalmente son de un tamaño de 100 -1000 UA, con masas de 0.01 - 0.1 de la masa del Sol. La masa y el radio del disco aumenta con el aumento de masa estelar. Fueron encontrados alrededor de casi todas las estrellas jóvenes.

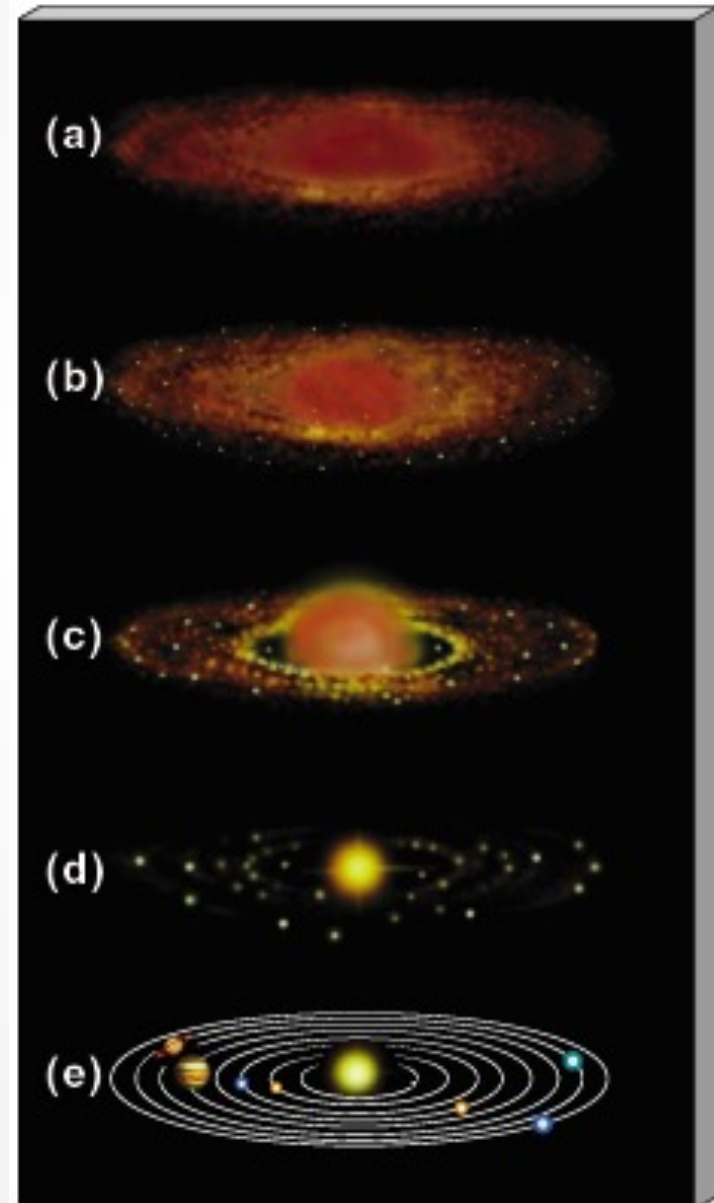


Nueva observacion (2015) de la estrella HL Tauri con su disco proto-planetario del telescopio ALMA.

Core accretion theory

= La teoría de acreción de y sobre un núcleo:

Los planetas se forman a partir de granos de polvo en los siguientes pasos:



Coagulación:

Partículas de polvo interactúan, se pegan entre sí para formar partículas cada vez más grandes.

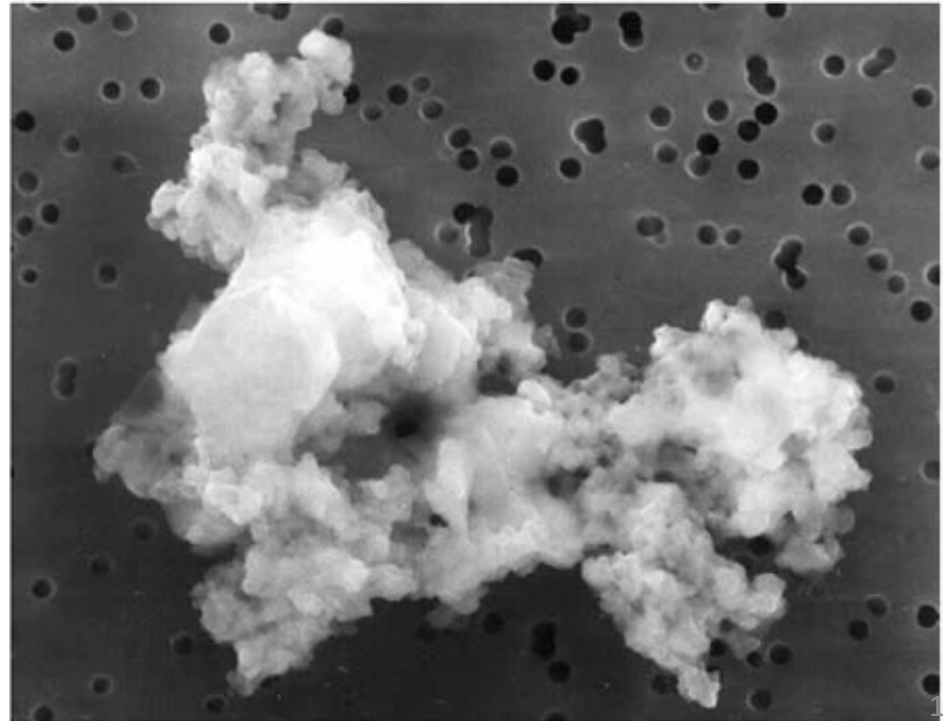
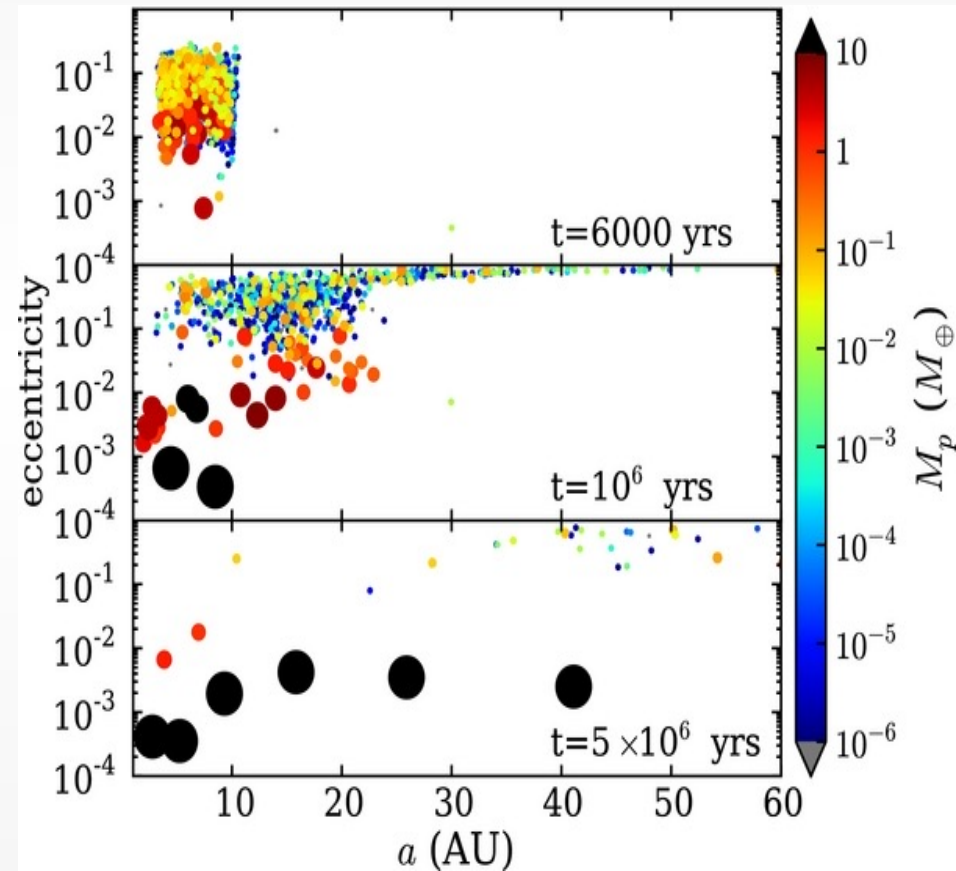


Fig. 2. Scanning electron microscopy image of an interplanetary dust particle collected in the stratosphere. The cluster-of-grapes morphology and composition of this type of particles are consistent with a cometary origin. The particle measures ca. 10 μm . (Photo courtesy of NASA.)

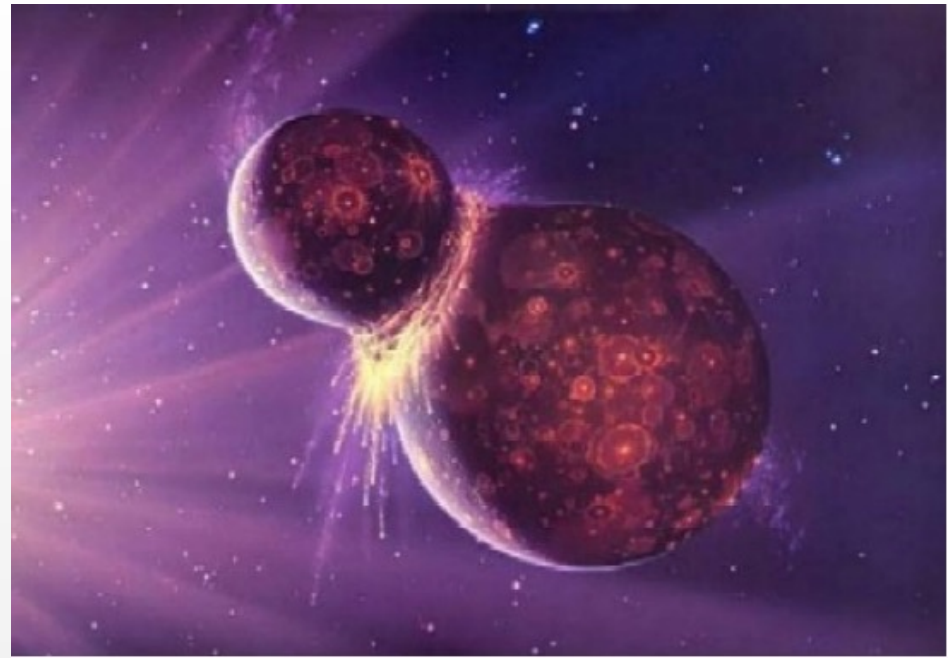
Crecimiento de “Runaway”:

- Mientras más grande se hace una partícula, más rápido crece, ya que tiene una superficie más grande.
- Una vez que tengamos condensaciones que llegan a 10 km de tamaño; se convierten en 'planetesimales' y la gravedad se vuelve importante.



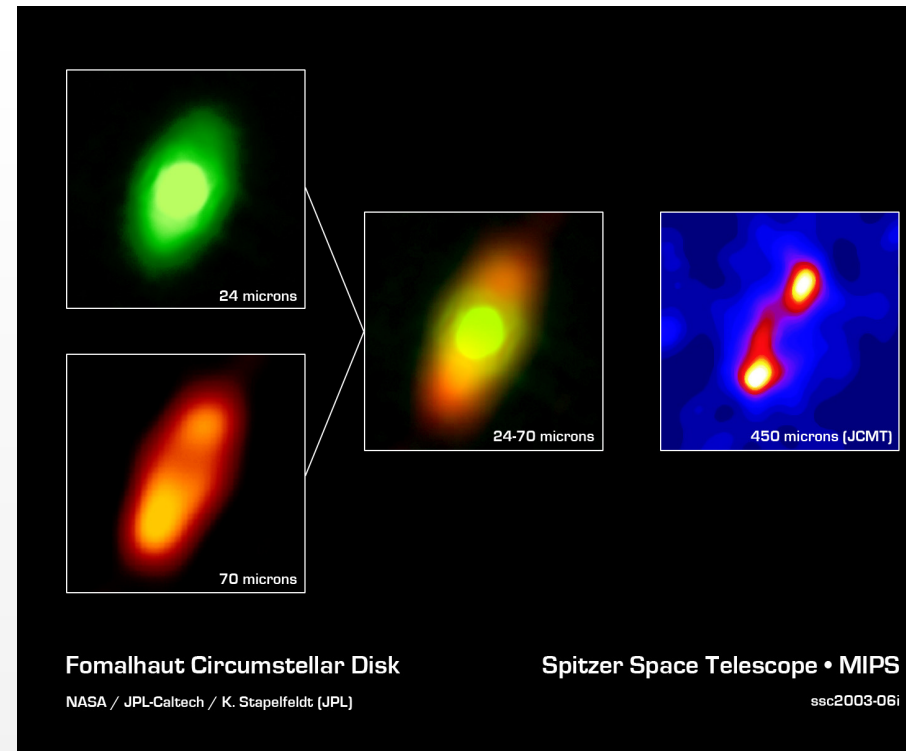
Crecimiento oligárquico:

Los mayores planetesimales crecen más rápido, y en los más grandes su atracción gravitatoria se hace dominante, permitiendo que un pequeño número crece hasta llegar a masas planetarias.

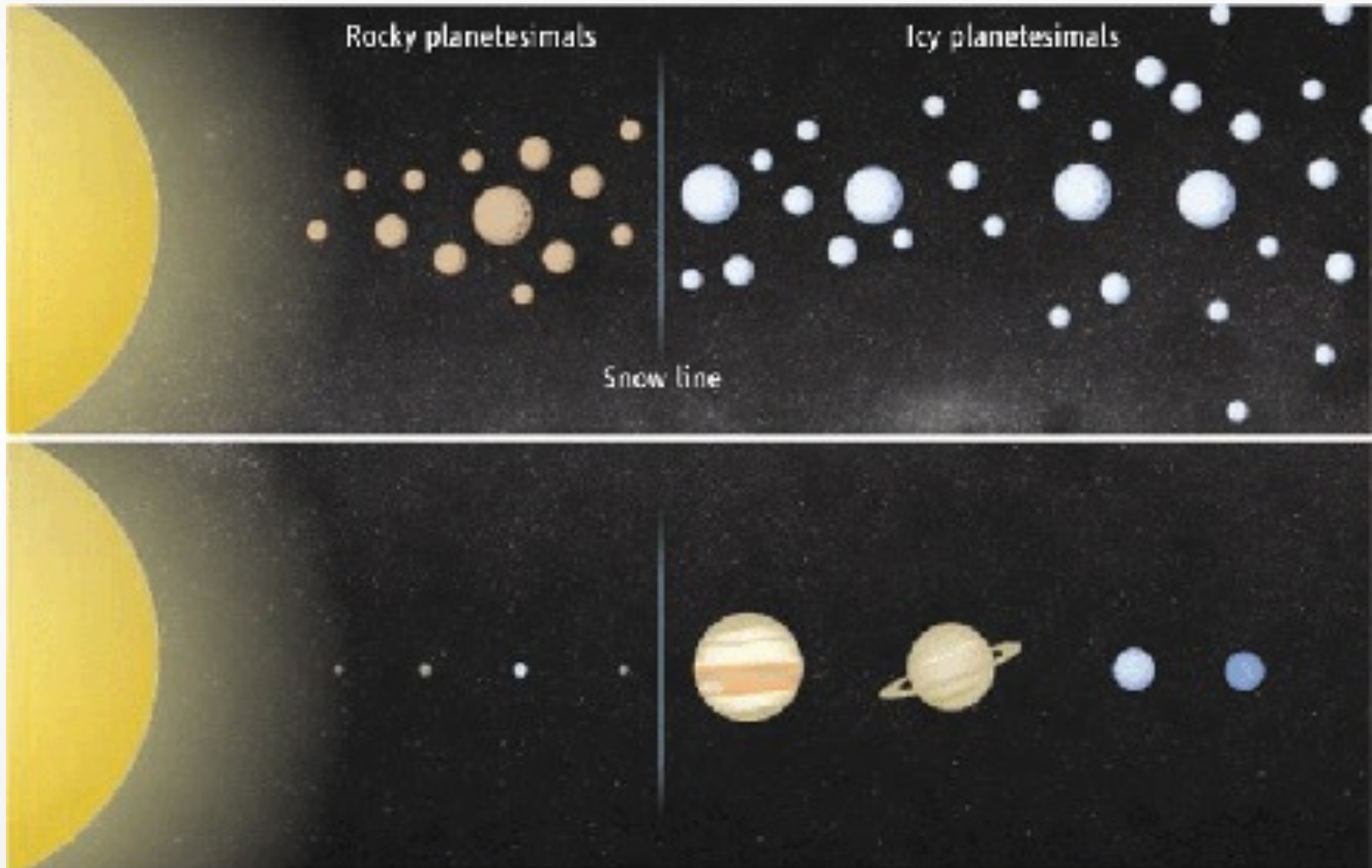


La formación de planetas gigantes:

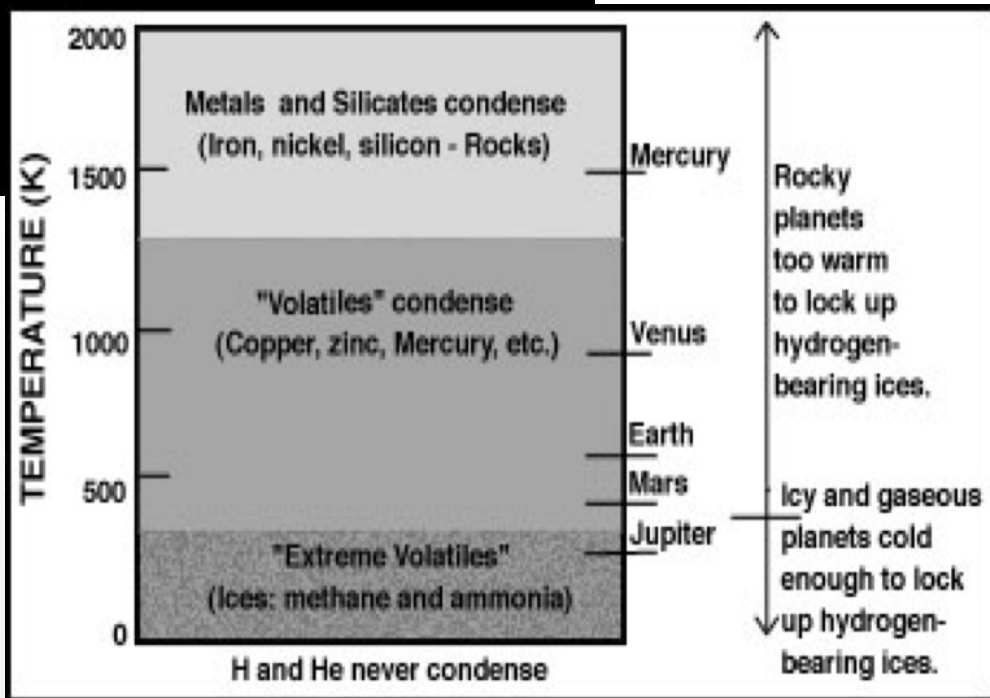
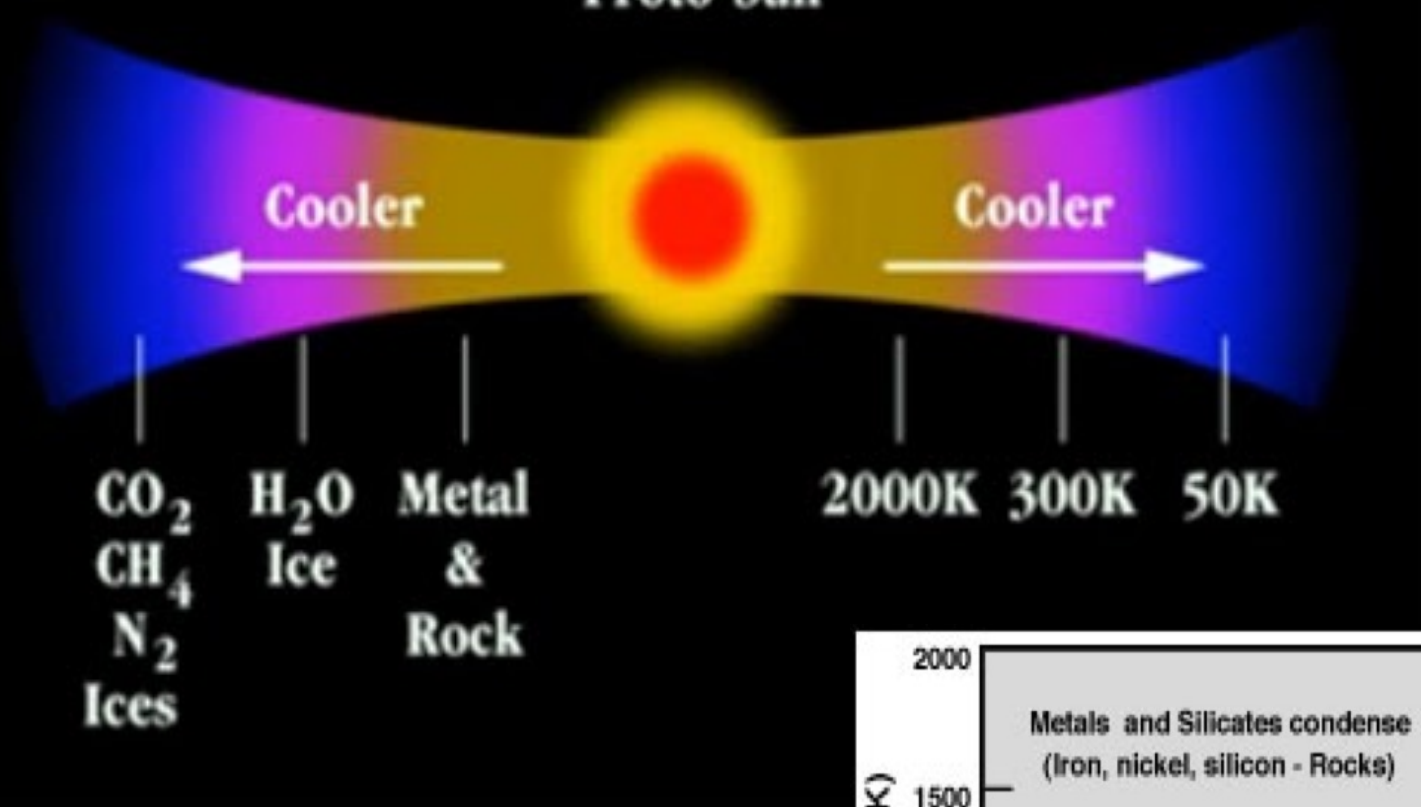
En el Sistema Solar exterior, un planeta puede crecer lo suficiente como para atraer una cantidad significativa de H-He sobre su núcleo (masa del planeta > unas pocas masas de la Tierra).



“Snowline” – Linea de Nieve

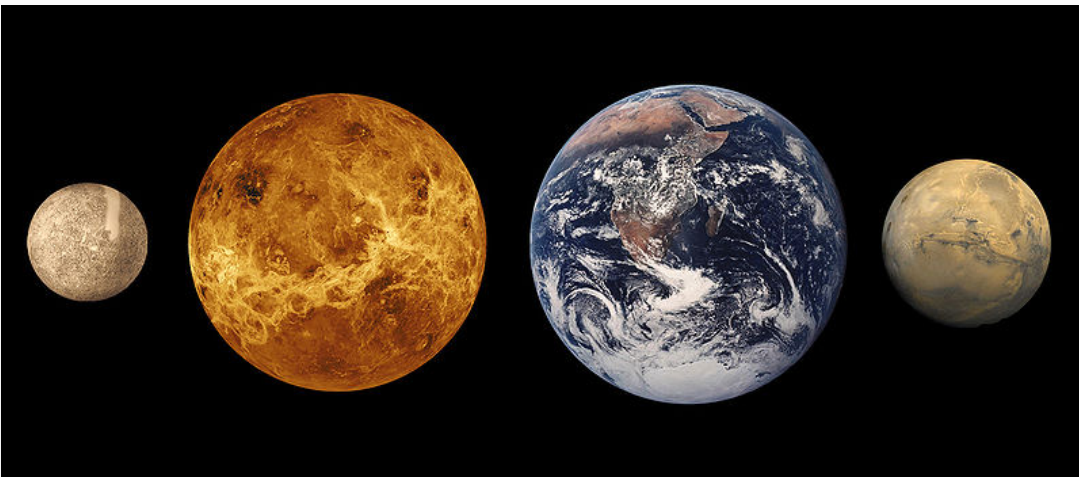


Proto-Sun

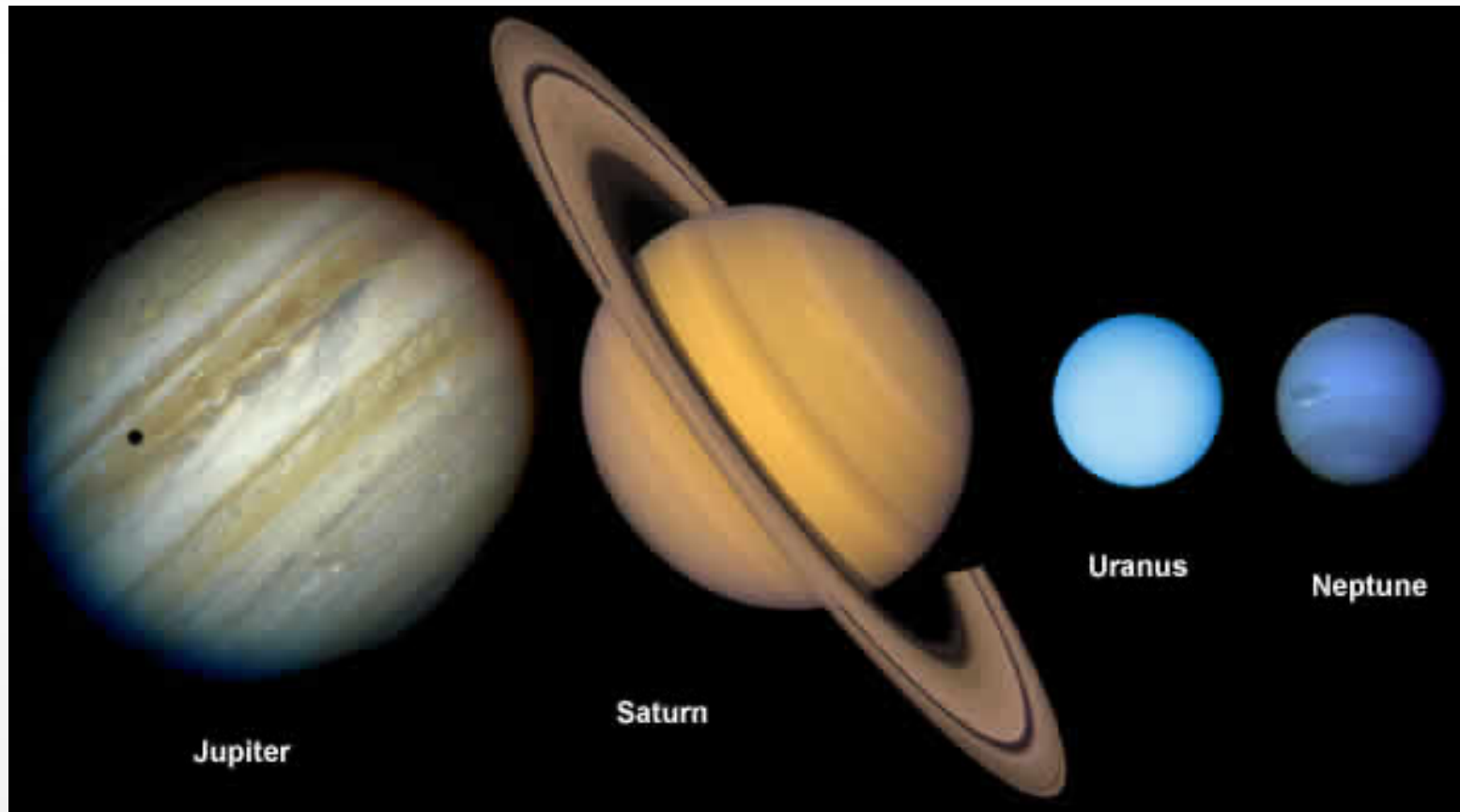


La teoría de la acreción del núcleo dice que:

En la parte interior del disco los planetas serán bastante pequeños y rocosos (la mayoría de los volátiles han desaparecido, quedando sólo el polvo rocoso): aquí hay planetas terrestres (Mercurio, Venus, Tierra y Marte)

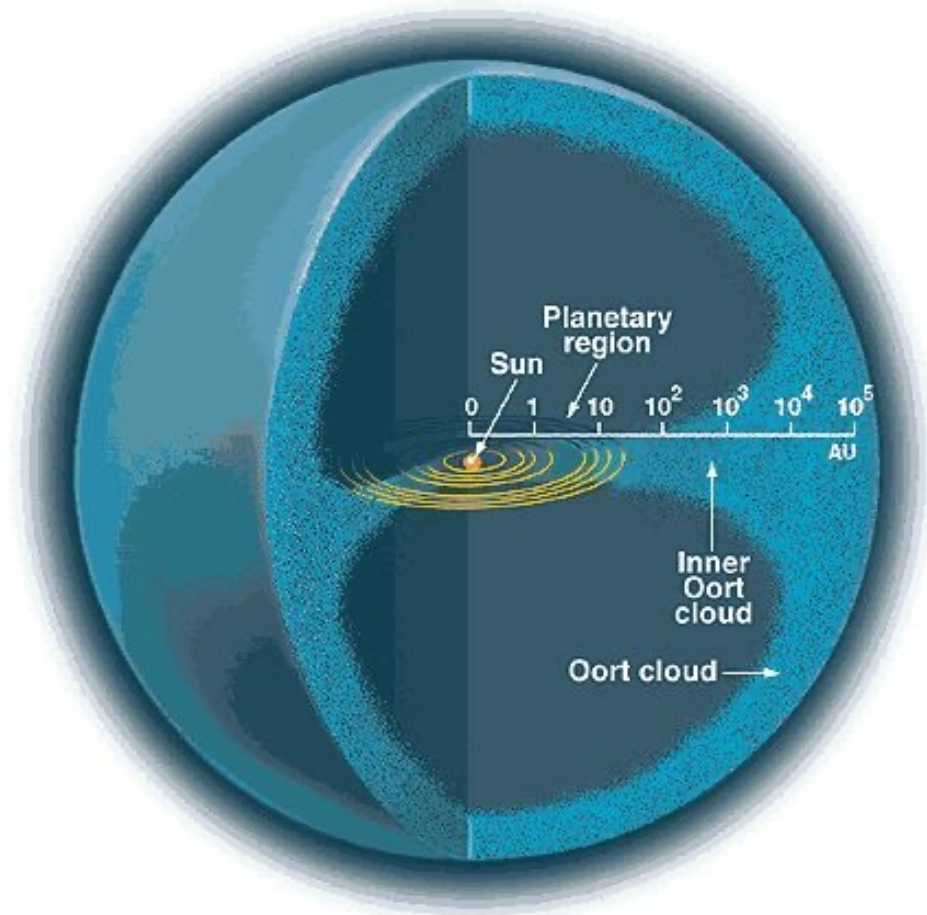


En la parte intermedia del disco pueden formarse planetas grandes que recogerán grandes cantidades de H-He: acá tenemos gigantes de gas (Júpiter y Saturno).



En el disco exterior se pueden formar grandes planetas helados, pero la baja densidad del disco significa que no acumulen una gran masa de H-He: hay gigantes de hielo (Urano y Neptuno).

Habr  grandes cantidades de “escombros” que aún serán rocosos en el interior del Sistema Solar (por ejemplo, los asteroides), y helados en el exterior (por ejemplo, Plutón, los cometas y la nube de Oort).

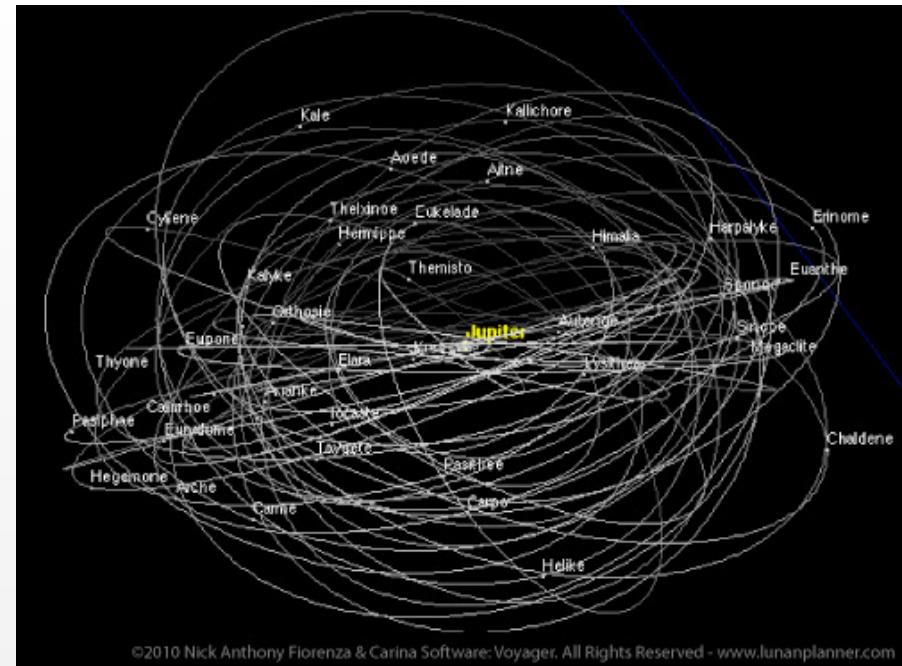


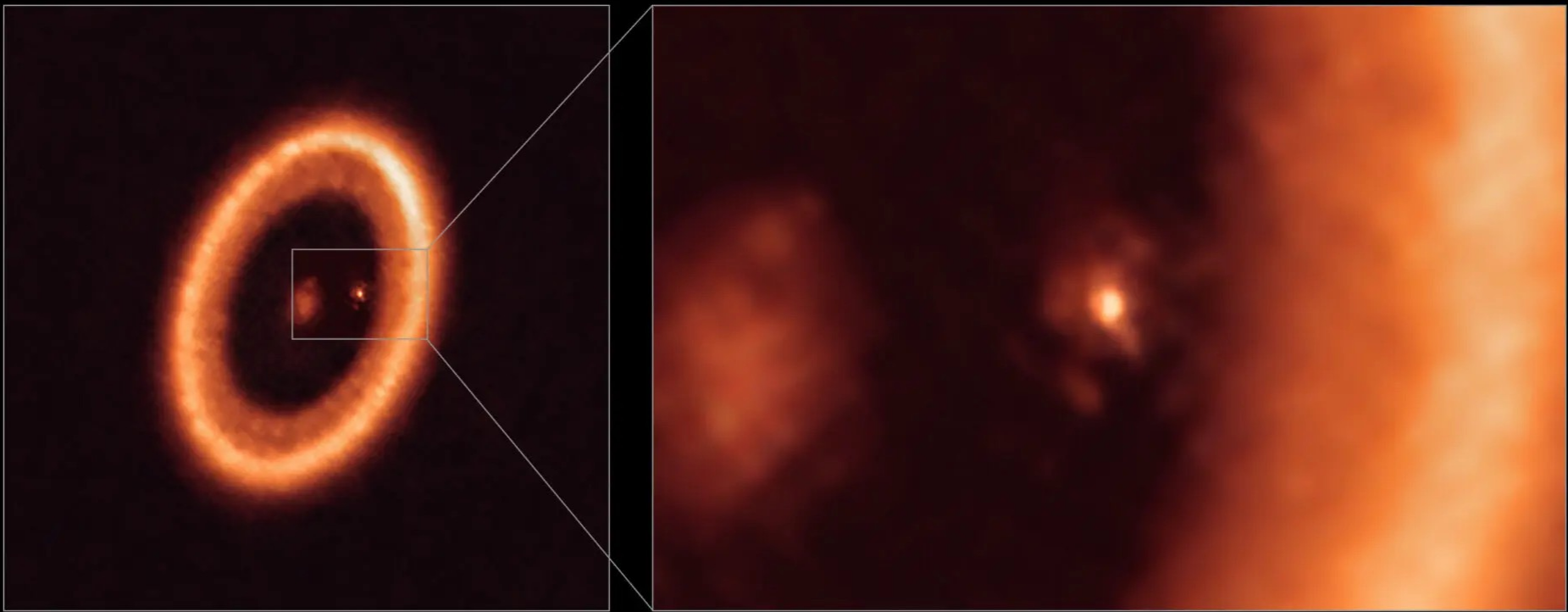
Las lunas de los planetas gigantes se cree que se forman en una versión más pequeña de la nebulosa solar.

Los planetas gigantes acumulan material y forman un disco “proto-planetario” (proto-lunario) pequeño.

El material de estos discos ya está probablemente coagulado, y hay probablemente metros de tamaño.

La continuación de crecimiento oligárquico, entonces, puede formar las lunas grandes.





Observación con ALMA de un disco protoplanetario alrededor de una estrella muy joven. En su interior vemos la formación de un planeta gigante gaseoso. Alrededor del planeta hay una clara señal de que se está formando un pequeño disco lunar.