

**ASTROBIOLOGIA**  
**FIZ 1409**  
**Ayudantía 07**  
**14 de Octubre, 2008**

Profesor: Jorge Alfaro  
Ayudante: Pablo González

**Pregunta**

- a) Mencione las 5 características problemáticas que debe explicar una buena teoría de la formación del sistema solar y discútalas.
- b) Describa las 5 teorías más razonables para explicar la formación planetaria indicando las características que cumplen y cuales no. Justifique.

## Pregunta

a)

**El Sol sólo tiene el 1 % del momentum angular:** El Sol posee casi el 100 % de la masa del Sistema Solar, lo que significa que tiene un alto momento de inercia. A pesar de eso, su aporte de momento angular es muy pequeño, lo que implica una velocidad de rotación muy pequeña. Por otro lado, las masas de los planetas son muy pequeñas en comparación, pero sus velocidades angulares son mucho mayores, lo que entrega la mayor parte del momento angular del Sistema Solar. Éste es un fenómeno muy difícil de explicar. Además, tanto los planetas interiores como exteriores viven en un mismo plano dando a lugar a la conservación del momento angular.

**Planetas interiores sólidos:** Tenemos la formación de cuerpos sólidos de densidades muy altas y tamaños parecidos. Tienen rotaciones relativamente lentas en comparación a los planetas interiores.

**Planetas exteriores gaseosos:** Tenemos la formación de planetas gaseosos gigantes que carecen de superficie sólida, que giran muy rápido. Esto último nos dice que aportan la mayor parte del momento angular. Tienen una gran cantidad de satélites en comparación a los interiores, y anillos.

**Formación de satélites planetarios:** Además de zonas de alta densidad como los planetas, tenemos otros más pequeños, satélites, que son capturados por la fuerza gravitacional de los primeros, principalmente en los planetas extrasolares donde también tenemos anillos.

**Ley de Bode:** Esta ley nos dice que la distancia de un planeta al Sol está dada por una serie geométrica muy simple. Si consideramos la serie de números: 0, 3, 6, 12, 24, ..., tenemos que las distancias de los planetas son:

$$d_n = \frac{n + 4}{10}$$

En unidades astronómicas, donde  $n$  son los números de la serie anterior. Esto nos entrega las distancias: 0; 0,7; 1; 1,6; 2,8; 5,2; 10; 19,6; 38,8 lo que coincide muy bien con las reales: 0,39; 0,72; 1; 1,52; 5,2; 9,52; 19,26; 30,1; 39,8. Podemos ver que aparece la distancia del anillo de asteroides (2.8) y se vuelve problemático para Neptuno y Plutón.

b)

**Teoría de Acreción:** El Sol, ya formado, pasa a través de una nube de polvo interestelar. Al salir, arrastró con él parte de ese polvo lo que daría origen a los planetas. Esto soluciona el primer problema mencionado en la pregunta anterior, pero produce una formación azarosa de los planetas, dificultando que existan todos los planetas en un mismo plano, y no da el tiempo suficiente para que los planetas se formen, considerando además la edad de los planetas en comparación al Sol. Depende mucho de la edad del Sol al momento de entrar en la nube.

**Teoría de los Proto-Planetas:** De una nube interestelar se forman varios cúmulos de gas muy densos. Algunos de ellos formarán las estrellas que, por venir de partículas de polvo con movimiento aleatorio, tienen velocidades angulares extremadamente pequeñas. Los cúmulos de polvo más pequeños, que son capturados por los más grandes, formarían los planetas. La velocidad rotacional mayor se explica diciendo que en la formación planetaria parte del material se escapa, produciendo los satélites y una mayor rotación.

**Teoría de Captura:** El Sol, en algún momento de su vida, pasa muy cerca de una Proto-Estrella quitándole material de su superficie. Entonces, el Sol tendría una velocidad angular pequeña dada por sus orígenes. Los planetas interiores se explican por la colisiones de varios protoplanetas cercanos al Sol, los que pueden tener orígenes variados (de los inicios del Sol, de la Proto-Estrella, etc), y los planetas exteriores con sus satélites se forman del material extraído de la Proto-Estrella.

**Teoría Laplaciana Moderna:** La teoría original de Laplace proponía que el Sol y los planetas se formaron de una nebulosa que, al rotar, se condensó en un núcleo masivo central que formaría el Sol y anillos que lo rodeaban que darían origen a los planetas. Este modelo es capaz de explicar la mayor parte de las características mencionadas en la pregunta anterior, pero el mayor problema que tiene es explicar la baja velocidad de rotación del Sol; problema que tienen todos los modelos que le dan un mismo origen a los planetas y al Sol. Por esto último se propone una versión más moderna, donde se asume la existencia de granos de polvo sólidos en el condensado central (cuando el Sol aún estaba en formación) que lo frenarían. A medida que el condensado se contrae y calienta, estos granos de polvo se evaporan poco a poco hasta que todos desaparecen y el Sol se forme por completo.

**Teoría de la Nebulosa Moderna:** A raíz de las observaciones astronómicas actuales, se cree que el Sol se formó de la condensación de una nube de gas y el material restante, que orbitaba alrededor del Sol formando un disco por conservación del momento angular, daría origen a los planetas y sus satélites. De esta forma se explica, entre otras cosas, que los planetas se encuentren en un mismo plano, pero también tiene el problema de la baja velocidad angular del Sol. Esto se puede explicar otorgándole al disco de gas los efectos de frenaje de la rotación del Sol.

Hay que destacar que, a pesar de que se entiende el mecanismo general que involucra la formación del Sistema Solar, aún no existe una teoría única y absolutamente completa de ella.