



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR



**FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA
EDUCACIÓN
CARRERA PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES,
MATEMÁTICA Y FÍSICA**

**Física del Clima
Origen del Sistema Solar**

MSc. Franklin Molina

**Integrantes:
Arias Andrea
Duque Paola
Navarrete Denisse
Pozo Ligia
Villacis Silvia**

Sexto Semestre

2016-2017

Formación del sol



La mayor parte de la materia se acumuló en el centro. La presión era tan elevada que se inició una reacción nuclear, liberando energía y formando una estrella. Al mismo tiempo se iban definiendo algunos remolinos que, al crecer, aumentaban su gravedad y recogían más materiales en cada vuelta.

También había muchas colisiones. Millones de objetos se acercaban y se unían o chocaban con violencia y se partían en trozos. Los encuentros constructivos predominaron y, en sólo 100 millones de años, adquirió un aspecto semejante al actual. Después cada cuerpo continuó su propia evolución.

Teoría de la acreción

La teoría de la acreción fue propuesta por el geofísico ruso Otto Schmdl en 1944. Esta teoría explica que los planetas se crearon mediante la acumulación de polvo cósmico.

Propone que el sol era una estrella que atrapó el polvo cósmico de una nube bastante densa, en donde el impulso de giro se convertía en movimiento orbital.

El polvo cósmico está formado por partículas sólidas de hielos y piedras, además está constituido por cadenas de silicio, se distribuye en nubes, que impiden ver las estrellas que están por detrás y juega un papel crucial en la formación de estrellas y de planetas.

Acreción es la agregación de materia a un cuerpo. Por ejemplo, la acreción de masa por una estrella es la adición de masa a la estrella a partir de materia interestelar.

Los planetas infinitamente pequeños son objetos sólidos que están dentro de un disco circunestelar durante el proceso de formación de los planetas. Alrededor de estos hay unos granos de polvo cósmico que están chocando entre sí, añadiéndose unos a otros produciendo uniones cada vez más grandes.

En el caso de la tierra, después de estratificarse un núcleo, un manto y una corteza por el proceso de acreción, fue bombardeada en forma masiva por meteoritos y restos de asteroides. Este proceso generó un inmenso calor interior que fundió el polvo cósmico que, de acuerdo con los geólogos, provocó la erupción de los volcanes.

Los vientos solares y la presión de radiación expelen los elementos livianos.

Por efecto gravitatorio, los elementos pesados de la nebulosa original se condensan en la proximidad solar, mientras que los elementos livianos se repliegan hacia el exterior del disco de acreción.

Mecanismo de acreción de los planetas.

Mediante el proceso de acreción (unión por colisión), el polvo cósmico y gas de la nebulosa interestelar originaria forma grumos de materia que debido a inestabilidades gravitacionales, constituyen pequeños cuerpos de baja densidad. Los mecanismos de acreción continúan, dando origen a cuerpos mayores. Algunos de estos cuerpos formados por acreción, pasan a constituir los núcleos de los planetas. La fuerza gravitatoria ejercida por estos núcleos, captura los gases nebulares que posteriormente formarían los planetas.

Teoría de los Protoplanetas

¿Qué es un protoplaneta?

El término protoplanetas se refiere a los cuerpos celestes, que son considerados como embriones planetarios. Estos poseen un tamaño que se aproxima al de la Luna, y se hallan presentes en los discos protoplanetarios.

La teoría de los protoplanetas

Desarrollada independientemente en 1900 por Carl Von Weizsacker y Gerard Kuiper, la hipótesis del protoplaneta fue mejorada por la hipótesis nebular. La hipótesis del protoplaneta supone que los sistemas solares se forman cuando el polvo y los gases giran alrededor de un colapso nebuloso. La materia va girando alrededor de este núcleo denso y comienza a pegarse y forma pequeños planetesimales que caen fuera del otro destruyéndose y formando diferentes formas de protoplanetas. Entonces, el protosol, en el centro de toda la materia, se hace denso y lo suficientemente caliente para que el proceso de fusión nuclear comience a ocurrir y la estrella sea “activada”

Problemas con la hipótesis del protoplaneta

La hipótesis del protoplaneta funciona bien para explicar la formación del sistema solar de la tierra, pero el descubrimiento de otros planetas del sistema solar indica que puede haber algunos problemas con la hipótesis del protoplaneta. De acuerdo con el modelo actual de la hipótesis protoplanetaria, las órbitas de la mayoría de los planetas deben ser ásperas y circulares alrededor de sus estrellas. Esto se debe a que el giro gravitacional de la hipótesis dice que ya formados los planetas deben de mantenerse en órbitas similares que, con pocas excepciones, se mueven en la misma dirección. Mediante la observación de los planetas y sistemas solares que recién fueron descubiertos, demuestran el comportamiento claro con esta teoría. Algunos de los planetas se mueven en orbitas alargadas, ovaladas y algunas tienen un movimiento “hacia atrás”, al contrario de la rotación gravitacional del resto del sistema solar.

La teoría Laplaciana Moderna

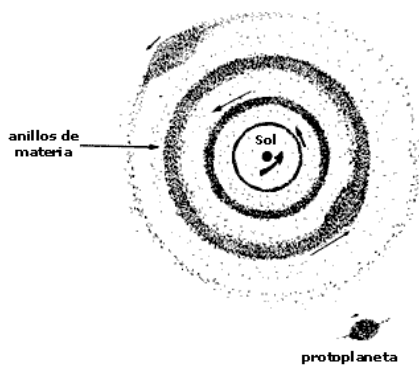
En 1796 Laplace dio a conocer la llamada hipótesis de la nebulosa primitiva, mediante la cual también trató de explicar la formación del Sistema Solar. Laplace postuló que la nebulosa primigenia se hallaba animada por un lento movimiento de rotación. Suponía la existencia de una nebulosa gaseosa e incandescente con forma de esferoide, en la que la materia que se encontraba distribuida alrededor de la parte central tenía la propiedad de ser menos densa cuanto más alejada se encontraba de ella.

En esencia, la teoría nebular de Laplace establecía que al paso del tiempo, la nebulosa primitiva se fue condensando por efecto de la fuerza gravitacional generada por su propia masa, que atraía a todas las partículas hacia su centro, lo que a largo plazo ocasionó que la nebulosa originalmente esferoidal adquiriera forma lenticular, teniendo un abultamiento central bien definido.

A partir de éste se formó el Sol, también por un proceso de contracción. Al irse contrayendo ese abultamiento, o protosol, fue aumentando su velocidad de rotación, tal y como establecen las leyes de la mecánica, llegando un momento en el que finalmente se rompió el equilibrio entre la fuerza de atracción gravitacional ocasionada por la masa contenida en el abultamiento y la fuerza centrífuga debida a la rotación del material. Este equilibrio entre ambas fuerzas originó que las partes más externas fueran arrancadas del abultamiento, formando así un anillo gaseoso que, una vez desprendido, siguió girando independientemente del resto de la masa que formaba el protosol, pero con la misma dirección y sentido de rotación que tenía la masa central.

Este fenómeno se repitió varias veces, lo cual dio origen en cada ocasión a la formación de un nuevo anillo. El proceso se detuvo cuando cesó la contracción que dio origen al Sol. La versión moderna de Laplace asume que la condensación central contiene granos de polvo sólido que crean roce en el gas al condensarse el centro. Luego de que el núcleo ha sido frenado, su temperatura aumenta, y el polvo es evaporado.

Los anillos, localizados todos en el plano ecuatorial solar fueron quedando separados, con grandes espacios entre ellos. Debido a que estas estructuras carecían de homogeneidad, resultaron inestables, ocasionando que se fraccionaran en porciones de menor tamaño y forma esferoidal que siguieron girando en torno al cuerpo central. El fragmento mayor de cada anillo atrajo hacia sí a los más pequeños, lo que finalmente propició la formación de un planeta que quedó constituido por un núcleo denso, rodeado por una atmósfera incandescente.



La teoría de Captura



Las dudas sobre la estabilidad de los anillos han llevado a algunos científicos a considerar hipótesis de catástrofes como el encuentro violento entre el Sol y otra estrella. Estos encuentros son muy raros, y los gases calientes, desorganizados por las mareas se dispersarían en lugar de condensarse para formar los planetas.

Esta teoría es una versión de la de Jeans, en la que el Sol interactúa con una proto-estrella cercana, sacando un filamento de materia de la proto-estrella.

En **1910** el astrónomo estadounidense **Thomas See** (1866-1962) formula la primera hipótesis de captura en su libro "*Researches on the Evolution of the Stellar Systems, The Capture Theory of Cosmical Evolution*" para explicar el origen del Sistema Solar. En ella expone que los planetas son astros capturados por el Sol y de manera análoga, los satélites son astros capturados por los planetas.

En la teoría expone que las resistencias producidas por las atmósferas planetarias obligaron a que las órbitas originarias de los satélites pasasen a ser elipses de escasa excentricidad. Para explicar las pequeñas diferencias en las órbitas de los distintos planetas con el ecuador del Sol, **See** supone que la nebulosa que rodeaba el Sol era lenticular, de manera que solo tenían probabilidades de ser capturados por el Sol, aquellos astros que poseían un plano orbital similar a la de la nebulosa lenticular.

La baja velocidad de rotación del Sol, se explica cómo debida a su formación anterior a la de los planetas.

Los planetas terrestres se explican por medio de colisiones entre los proto-planetas cercanos al Sol.

Mercurio

– Venus

– Tierra

– Marte

Características: Son pequeños, compuestos de rocas, con un núcleo metálico.

Y los planetas gigantes y sus satélites, se explican cómo condensaciones en el filamento extraído.(Royal Greenwich Observatory., 2015)

– Jupiter

– Saturno

– Urano

– Neptuno

Características: Grandes, compuestos de hidrógeno, helio, amoníaco, metano, con núcleos rocosos relativamente pequeños

Cuestionamientos de la teoría

Para la fecha, los astrónomos argumentaron que esta hipótesis adolecía de la deficiencia de lo poco probable de que existieran "*mundos errantes*" y que en su aproximación fuesen capturados por la gravedad del Sol.(Tayabeixo.org, 2015)

Desde el año **2005**, con detecciones importantes en **2012** y **2013**, se han descubierto planetas errantes, los cuales no se encuentran ligados a ninguna estrella y vagan por la galaxia. Esta circunstancia ha conducido a varios astrónomos a denominarlos "*planetas interestelares*" o "*planetas huérfanos*" o de forma genérica como **Planemo** (objeto de masa planetaria). La IAU hasta la fecha no ha decidido la denominación de este tipo de objetos, pero un hecho real es que lo previsto por **Thomas See** en 1910 no es una idea descabellada.

El Origen del Sistema Solar:

Las primeras explicaciones sobre cómo se formaron el Sol, la Tierra, y el resto del Sistema Solar se encuentran en los mitos primitivos, leyendas y textos religiosos. Ninguno de ellas puede considerarse como una explicación científica seria.

Los primeros intentos científicos para explicar el origen del Sistema Solar invocaban colisiones o condensaciones de una nube de gas. El descubrimiento de los 'Universos-Islands', que ahora sabemos que son galaxias, se pensó que confirmaba esta última teoría.

En este siglo, Jeans propuso la idea de que el paso de una estrella había arrastrado material fuera del Sol, y que este material se había entonces condensado para formar los planetas. Hay serios problemas en esta explicación, pero se han hecho recientes desarrollos sugiriendo que se sacó un filamento de una proto-estrella de paso, en momentos en los que el Sol era miembro de un holgado cúmulo de estrellas, pero las teorías más favorecidas, todavía involucran el colapso gravitacional de una nube de gas y polvo.

Problemas a ser encarados por cualquier teoría sobre la formación del Sistema Solar:

Cualquier teoría tiene que explicar algunos hechos bastante problemáticos sobre el Sistema Solar.

Esto, adicionalmente al hecho obvio de que el Sol está en el centro con los planetas orbitando a su alrededor.

Hay 5 de estas áreas de problemas:

El Sol gira lentamente y sólo tiene 1 por ciento del momento angular del Sistema Solar, pero tiene el 99,9 por ciento de su masa. Los planetas tienen el resto del momento angular.

La formación de los planetas terrestres con núcleos sólidos.

La formación de los planetas gaseosos gigantes.

La formación de los satélites planetarios.

Una explicación de la ley de Bode, que dice que las distancias de los planetas al Sol siguen una sencilla progresión aritmética.

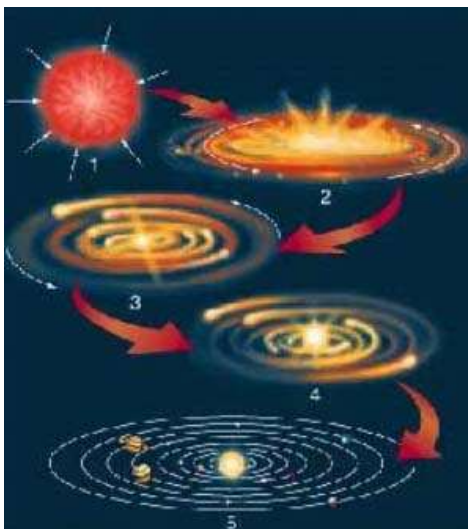
La 'ley' de Bode toma la forma de una serie en la que el primer término es cero, el segundo es 3, y luego cada término es el doble del anterior, y se le suma 4, y el resultado es dividido entre 10. Esto resulta en la serie: 0,4, 0,7, 1,0, 1,6, 2,8, 5,2, 10,0, 19,6, 38,8 que puede ser comparada con las distancias promedio de los planetas al Sol en U.A.: 0,39, 0,72, 1,0, 1,52, 5,2, 9,52, 19,26, 30,1, 39,8

La concordancia para todos, salvo Neptuno y Plutón, es notable.

La falta de un planeta en 2,8 llevó al descubrimiento de los asteroides.

LA TEORÍA NEBULOSA MODERNA

La teoría de la Nebulosa Moderna se basa en la observación de estrellas jóvenes, rodeadas de densos discos de polvo que se van frenando. Al concentrarse la mayor parte de la masa en el centro, la zona exterior del disco recibe más energía y se frena menos, con lo que aumenta la diferencia de velocidades. Hoy en día la teoría más aceptada es la teoría de la Nebulosa moderna, gracias a la observación de otros sistemas planetarios como Beta-Pictoris. Se estima que la formación y evolución del Sistema Solar comenzó hace 4 568 millones de años con el colapso gravitacional de una pequeña parte de una nube molecular gigante. La mayor parte de la masa colapsante se reunió en el centro, formando el Sol, mientras que el resto se aplanó en un disco protoplanetario a partir del cual se formaron los planetas, lunas, asteroides y otros cuerpos menores del Sistema Solar.



La teoría nebular sostiene que hace 4,6 mil millones de años el Sistema Solar se formó por un colapso gravitacional de una nube molecular gigante. Los elementos que se observan en el sistema solar indican que debió explotar alguna supernova cerca del sistema solar. La onda de

choque de estas supernovas pudo haber desencadenado la formación del Sol a través de la creación de regiones de sobre-densidad en la nebulosa circundante, causando el colapso de ellas. En el artículo de Simon F. PortegiesZwart (2009), *TheLostSiblings of theSun*, sugiere que nuestro Sol nació formando parte de un cúmulo estelar con una masa de entre 500 y 3000 masas solares y un radio de entre 1 y 3 pársecs, pensándose que aunque las estrellas que formaron dicho cúmulo se han ido dispersando con los años existe la posibilidad de que entre 10 y 60 de esas estrellas pudieran estar en un radio de 100 parsecs alrededor del Sol. Una de estas regiones de gas colapsante (conocida como nebulosa protosolar) pudo haber formado lo que llegó a ser el sol. Esta región tenía un diámetro de entre 7.000 y 20.000 UA y una masa apenas mayor que la del Sol (entre 1,001 y 1,1 masas solares). Tan pronto como la nebulosa colapsó, la conservación del momento angular provocó que girara más rápido. Cuando el material dentro de la nebulosa se condensó, los átomos en su interior comenzaron a colisionar con frecuencia creciente, causando que liberaran energía en forma de calor. El centro se volvió cada vez más caliente que el disco circundante. Cuando las fuerzas de la gravedad, presión del gas, campos magnéticos y la rotación actuaron en ella, la nebulosa en contracción empezó a aplanarse, tomando la forma de un disco protoplanetario con un diámetro de aproximadamente 200 UA y una protoestrella caliente y densa al centro. Estudiando las

estrellas T Tauri se observa que están frecuentemente acompañadas por discos de materia protoplanetaria. El método por el que se formaron los planetas es conocido como acrecentamiento, en el que los planetas comenzaron como granos de polvo en órbita alrededor de la protoestrella central, que inicialmente se formaron por el contacto directo



entre grupos de entre uno y diez kilómetros de diámetro, que a su vez colisionaron para formar cuerpos más largos (planetesimales), de aproximadamente 5 km de tamaño, gradualmente incrementados por colisiones adicionales de 15 cm por año durante el transcurso de los siguientes pocos millones de años. El Sistema Solar interior era demasiado cálido para que se condensaran moléculas volátiles como las del agua y metano, así que los planetesimales que se formaron ahí fueron relativamente pequeños (abarcando sólo 0,6% de la masa del disco) y compuesto principalmente por componentes con altos puntos de fundición, como los silicatos y metales. Estos cuerpos rocosos finalmente se convirtieron en planetas terrestres. Más allá de la línea de congelación se formaron Júpiter y Saturno que aglutinaron más material que los planetas terrestres, convirtiéndose en gigantes gaseosos, mientras que Urano y Neptuno capturaron mucho menos material y son conocidos como gigantes de hielo porque se cree que sus núcleos están hechos principalmente de hielo (compuestos de hidrógeno). El viento solar del joven Sol esparció el gas y el polvo en el disco protoplanetario,



diseminándolo en el espacio interestelar, poniendo fin así al crecimiento de los planetas. Se observa que las estrellas T Tauri tienen vientos solares mucho más fuertes que los de estrellas más viejas y estables. Uno de los problemas del modelo de nebulosa solar es aquél del momento

angular. Con la gran mayoría de la masa del sistema acumulándose alrededor de una nube en rotación, la hipótesis predice que la gran mayoría del momento angular del sistema debería acumularse en ese mismo lugar. Sin embargo, la rotación del sol es mucho más lenta de lo presupuestado, y los planetas, a pesar de contar con menos del 1% de la masa total del sistema, cuentan con más del 90% de su momento angular. Una solución a este problema es que las partículas de polvo del disco original crearon fricción, lo que disminuyó la velocidad de rotación en el centro. Otro dato que no contempla la teoría es que Urano y Neptuno están ubicados en una región donde su formación es muy poco probable debido a la baja densidad de la nebulosa solar y los largos tiempos orbitales en su región. Una posible solución a este problema puede estar en las migraciones planetarias por las cuales los planetas cambian con el tiempo su distancia al Sol acercándose o alejándose de éste.

Referencias bibliográficas:

Teoría de la acreción. Recuperado el 2017-05-09 de

https://prezi.com/0jg5b1_uynuf/teoria-de-la-acrecion/?webgl=0

Teorías sobre el origen de la Tierra. Recuperado el 2017-05-09 de

<http://www.monografias.com/trabajos15/origen-tierra/origen-tierra.shtml#ACREC>

Polvo cósmico. Recuperado el 2017-05-09 de

<http://www.astromia.com/glosario/polvocosmic.htm>

Formación del sistema solar. Recuperado el 2017-05-09 de

http://www.tayabeixo.org/sist_solar/hipotesis/formacion_sistsolar.htm

Origen y evolución del sistema solar. Recuperado el 2017-05-09 de <http://e->

educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/975/html/1_origen_y_evolucion_del_sistema_solar.html

Teorías del origen de la Sistema Solar. Recuperado el 2017-05-10 de:

<http://linoit.com/users/alexrufox/canvases/Los%20Protoplanetas>

Teoría de los protoplanetas. Recuperado el 2017-05-10 de:

<https://carlosgollos.wordpress.com/tag/teoria-de-los-proto-planetas/>Obtenido

(2008). Bibliotecadigital.ilce.edu.mx. Recuperado 2017-05-08, de

http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/155/htm/sec_11.htm

Royal Greenwich Observatory. (2015, Septiembre 06). *Oarval*. Retrieved from

Oarval.org: http://www.oarval.org/section3_3sp.htm

Tayabeixo.org. (2015, Junio 15). Retrieved from Hipótesis:

http://www.tayabeixo.org/sist_solar/hipotesis/see.htm