

**ASTROBIOLOGIA**  
**FIZ 1409**  
**Ayudantía 08**  
**16 de Octubre, 2008**

Profesor: Jorge Alfaro  
Ayudante: Pablo González

**Pregunta 1** Discuta las teorías existentes sobre el origen del agua en el planeta, mencionando los pro y los contra de cada modelo. Qué es lo que se plantea como solución a los contras actualmente?

**Pregunta 2** Haga lo mismo que en la pregunta 1, pero con los modelos del origen de la Luna.

## Pregunta 1

**Teoría Volcánica:** Dice que el origen del agua viene del interior del planeta donde se someten los átomos de Hidrógeno y Oxígeno a altas temperaturas, formando vapor de agua. Este vapor se expulsa a la superficie terrestre a través de grietas, como volcanes o geisers, que se encontraban en grandes cantidades en la época de formación. Al salir a la superficie, una parte se unió a la atmósfera y el resto se enfrió y condensó para formar el agua líquida y sólida. Como la evidencia indica que el agua está presente desde hace 3,800 millones de años, este proceso debió ocurrir en plena formación de la atmósfera, por lo tanto una gran parte del vapor debió escapar al espacio o reaccionar con otros elementos de la atmósfera. Esto significa que la cantidad de agua producida se ve muy limitada, lo cual es un gran problema que tiene este modelo.

**Teoría Extraterrestre:** Dice que el agua llegó a la tierra en forma de hielo a través de meteoritos y cometas, los que también aportarían otros elementos químicos a la "sopa" que dió origen a los elementos orgánicos. Existen ciertos análisis de la composición de los cometas que están tanto a favor como en contra de este modelo. Por ejemplo, la presencia de Deuterio en el agua (como  $D_2O$ ) y en los cometas son muy similares y, por otro lado, los niveles de xenón que son 10 veces mayor en la tierra. Aunque esto último se puede explicar por las diferentes condiciones gravitacionales entre la tierra y un cometa. Es por esto que es difícil probar o refutar por completo este modelo.

Hay que decir que ninguna de estas dos teorías explicaría totalmente el origen del agua. Es por eso que actualmente se plantea una teoría mixta, donde ambos procesos ocurren simultáneamente.

## Pregunta 2

**Teoría de Fisión:** Es conocido que, a medida que pasa el tiempo, la Luna se aleja de la tierra (algunos milímetros por año), lo que conlleva a que la tierra reduzca su rotación por conservación angular. Considerando esto, George Darwin propuso este modelo. Dice que hace 50 millones de años la tierra giraba sobre sí misma cada 5 horas y la luna estaba 40 veces más cerca. Claramente esto es erróneo, pero planteó una idea interesante sobre la formación de la luna. Como en un principio la tierra giraba muy rápido, por efecto de la fuerza centrípeta y la atracción del Sol, ésta se encontraba estirada por el ecuador. Esto produjo roturas en la superficie del planeta que finalmente llevaron a que parte del manto del planeta se desgarrara y escapara del planeta. Luego este material giraría en torno a la tierra hasta que finalmente formara un solo cuerpo, la Luna. Esto explica la baja densidad de la luna en comparación a la tierra, pero tiene problemas obvios que descartan por completo a este modelo.

**Teoría de la Cocreación:** Plantea que la Luna tiene su origen en el material que rodeaba a la tierra en su época de formación. Aunque este modelo parece adecuarse más a la realidad cronológica de la Tierra y la Luna en comparación al primer modelo, éste no explica la diferencia en la densidad entre ambos, ya que el material que formaría a la Luna es muy similar al que dio origen a la Tierra.

**Teoría de Captura:** Dice que la Luna habría tenido su origen en una zona muy alejada de la Tierra (por Urano o más allá) explicando las diferencias de densidad. Por el roce de la nube de gas, la Luna iba perdiendo energía haciendo que su órbita fuera disminuyendo hasta ser capturada por la tierra. Además de ser poco probable por problemas obvios (existen otros elementos que pudieron capturarla antes), los satélites capturados suelen tener órbitas distintas a las descritas por la Luna.

**Teoría del Impacto Gigante:** Como hemos visto hasta ahora, las teorías planteadas tienen una gran variedad de problemas. Solo a principios de los 70's, con las muestras traídas de las primeras expediciones a la Luna, se pudo tener una mayor idea de su evolución. La falta de agua en los minerales y elementos volátiles indican que hubo un calentamiento extremo. Dadas estas evidencias, los astrónomos William Hartmann y Donald Davis plantearon el Modelo del Impacto Gigante. Como lo dice su nombre, consiste en el choque de un gran cuerpo con la Tierra. A continuación mencionaremos el caso donde el cuerpo es un planeta, pero en general el mecanismo es el mismo.

El modelo plantea la existencia de un planeta en un punto de Lagrange (punto en que las fuerzas gravitacionales del Sol y la Tierra se anulan) estable sobre la órbita de la Tierra. Este planeta se mantenía a una distancia constante de nuestro planeta. Mientras la Tierra se formaba, este planeta iba creciendo. Cuando alcanzó un tamaño considerable, ya no podía mantenerse en el punto de estabilidad y empezó a oscilar en torno a él. Cuando la Tierra ya había

diferenciado la zona del núcleo y del manto, el otro planeta se libera completamente del punto de equilibrio, se dirige a la Tierra y la impacta. Existen muchos modelos de como es el choque, pero básicamente el impacto libera parte del material de la corteza de ambos planetas, el cuál formaría luego a la Luna a través de condensación. Es aquí donde la Luna sufre ese calentamiento extremo. Se calcula que este choque ocurrió hace un poco más 4,500 millones de años.

Durante los siguientes 500 o 600 millones de años, la Luna sufrió bombardeos de multiples meteoritos que produjeron grietas en la superficie que expulsaron lava que, al enfriarse, formaron lo que se conoce como los "mares de la Luna". Después de esto, la Luna casi no ha sufrido ningún cambio. Eso significa que ha permanecido prácticamente igual en los últimos 4 mil millones de años. Al igual que en la primera teoría, tenemos inicialmente un planeta que gira muy rápido y una Luna más cercana a la tierra que en la actualidad. Poco a poco, por conservación de momento angular, la Luna se alejaba y la Tierra disminuía su velocidad de rotación.