

Sobre el origen cósmico del agua de la Tierra El papel de las estrellas de Carbono como fuentes de agua en la Galaxia

Francisco J. Fuenmayor, ULA

'We are Stardust' - Carl Sagan

1. Introducción

El Agua es uno de los elementos más comunes en nuestro planeta: la bebemos, nos duchamos con ella, navegamos sobre ella, posibilita la vida de humanos, animales y plantas, siendo el mayor constituyente de la célula viva.

La Hidrosfera es el sistema físico constituido por el agua que se encuentra sobre y bajo la superficie de la Tierra y donde tiene lugar el Ciclo del Agua, que regula el movimiento de la atmósfera y las masas de agua sobre la corteza terrestre permitiendo la sustentabilidad del clima y la vida en la tierra.

Cómo se forma una molécula de agua?
Cuáles son sus fuentes más probables?
Cómo llegó a la tierra? Estudiaremos el papel de las estrellas, en particular las de Carbono, como las fuentes principales de agua en el Universo.

Estas son las preguntas y problemas que proponemos estudiar en esta revisión .

2. La molécula de agua

Una molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. Los átomos de oxígeno comparten un par de electrones con cada átomo de hidrógeno a través de enlaces covalentes. Esto da como resultado una molécula simétrica con una forma doblada en el ángulo de enlace de 104,5 grados. Las moléculas de agua son muy polares, ya que los electrones del enlace se distribuyen de manera desigual entre los dos átomos. Esta polaridad permite que las moléculas de agua formen fuertes enlaces de hidrógeno con otras moléculas de agua, lo que hace que el agua sea única entre otros líquidos. Esta propiedad es la que convierte el agua en el solvente universal. Asimismo, esta polaridad es la que hace posible el funcionamiento de los hornos microondas.

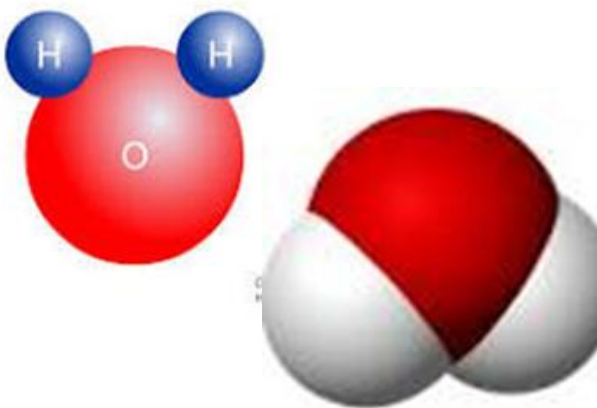
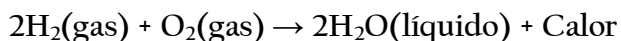


Figura 1. Esquema de la molécula de agua.
(Imágenes Google).

3. Crear agua en el laboratorio

La energía necesaria para formar una molécula de agua se puede calcular utilizando la ley de Hess, la cual establece que la entalpía de una reacción química es la misma, independientemente de si la reacción se realiza en un paso o en varios.

La reacción química para la formación de una molécula de agua (H_2O) a partir de sus elementos constituyentes, hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2), es la siguiente:



La energía necesaria para formar una molécula de agua es de aproximadamente -571.6 kJ/mol . El valor negativo indica que la reacción es exotérmica, es decir, libera energía en forma de calor. Esto nos indica que la formación de una molécula de agua es un proceso espontáneo, siempre que dispongamos de sus componentes: hidrógeno y oxígeno en estado libre. Aunque el hidrógeno es abundante en el universo, en la tierra no disponemos hidrógeno libre en cantidades suficientes para producir agua en escala global, luego es necesario extraerlo de los compuestos del cual forma parte: hidrocarburos, bioalcoholes, biomásas, entre otros. Todos estos procesos implican consumo de recursos y energía. Conclusión: el único agua gratuito en la tierra es el agua que ya existe en ella.

4. El Agua en la Tierra

La Tierra está a una distancia adecuada del Sol y posee la masa necesaria para sostener agua líquida en su superficie. Las rocas y los minerales proporcionan

evidencia geológica de que había agua en la Tierra hace miles de millones de años. El agua de la Tierra se ha perdido continuamente como cuando ocurrió el impacto de la formación de la Luna, por ejemplo, esto debió vaporizar la mayor parte del agua que existía durante las primeras etapas de la Tierra. Es obvio, sin embargo, que el transporte de agua a la tierra continuó durante los eones siguientes.

La proporción de deuterio a hidrógeno (D/H) en el agua de los océanos de la Tierra se conoce con mucha precisión. Esta proporción representa una combinación de fuentes que contribuyeron a los depósitos de agua de la Tierra.

La relación D/H de la Tierra puede haber aumentado con el tiempo debido a procesos de pérdida atmosférica; no se conoce ningún proceso que disminuya la relación D/H de la Tierra con el tiempo. Venus tiene una alta relación D/H debido a que su agua se vaporiza por causa del efecto invernadero desbocado y pierde gran parte de su hidrógeno en el espacio.

5. El papel de las estrellas de carbono como fuente cósmica del agua en la tierra

Las estrellas de carbono desempeñan un papel crucial en los orígenes cósmicos del agua en la Tierra. Estas estrellas evolucionadas se caracterizan por su alto contenido de carbono, lo que conduce a la formación de moléculas orgánicas complejas, incluidas moléculas de agua, dentro de sus atmósferas.

El ciclo de vida de una estrella comienza con la fusión del hidrógeno en helio en su núcleo. Sin embargo, a medida que la estrella envejece y se queda sin combustible de hidrógeno, pasa por varias etapas de combustión nuclear que eventualmente conducen a la producción de carbono. Cuando la estrella alcanza la fase de gigante roja, aumenta de tamaño y sus capas exteriores se enriquecen con carbono.

Durante esta fase, las estrellas de carbono experimentan intensas pulsaciones, que conducen a la creación de zonas convectivas profundas que extraen material rico en carbono de su interior. Estos movimientos convectivos transportan carbono, oxígeno y otros elementos formados en el núcleo de la estrella a las capas exteriores, donde pueden ser liberados al espacio a través de vientos estelares y nebulosas planetarias.

“...las estrellas de carbono actúan como fábricas cósmicas que sintetizan agua y otras moléculas orgánicas, ... componentes esenciales para la vida”

El alto contenido de carbono en estos vientos estelares permite la síntesis de varias moléculas orgánicas, incluida el agua, mediante una serie de reacciones químicas. Las estrellas de carbono son particularmente eficientes en la producción de moléculas de agua porque los átomos de carbono pueden unirse fácilmente con los átomos de oxígeno, que abundan en el medio interestelar.

Con el tiempo, estas moléculas de agua pasan a formar parte de nubes moleculares, que son vastas regiones de gas y polvo donde se pueden formar nuevas estrellas y sistemas planetarios. A medida que estas nubes moleculares colapsan bajo la gravedad, dan origen a nuevas estrellas, incluidas aquellas con sistemas planetarios como el nuestro.

Las moléculas de agua presentes en estas nubes moleculares se incorporan a los discos protoplanetarios que rodean a las estrellas jóvenes. Dentro de estos discos, los planetas y las lunas que los acompañan se forman gradualmente mediante la acumulación de polvo y gas. Los cuerpos ricos en agua, como los cometas y los asteroides, que se cree que son restos del disco protoplanetario primitivo, pueden transportar agua a planetas interiores como la Tierra a través de impactos.

Por lo tanto, las estrellas de carbono actúan como fábricas cósmicas que sintetizan agua y otras moléculas orgánicas, que son componentes esenciales para la vida tal como la conocemos. El agua que llegó a la Tierra a través de los impactos de cometas y asteroides del sistema solar primitivo jugó un papel crucial en la creación de los océanos del planeta y en la provisión de un entorno habitable para el surgimiento de la vida.

6. Conclusión

Para completar la asección del insigne astrónomo norteamericano Carl Sagan, creador de la famosa serie Cosmos, podríamos reescribirla como ‘Somos polvo y agua de estrellas’.

Apéndice

Finalizando este artículo, he encontrado en la publicidad que nos llega por las redes la máquina que se muestra en la figura: un supuesto fabricante de agua capaz de suministrar 455 lts de agua al día a partir de la humedad ambiental. Utiliza tanta energía como la de un aparato acondicionador de aire y funciona aún en condiciones de baja humedad ambiental. En realidad no es un fabricante de agua sino que convierte el vapor de agua en agua líquido, lo contrario que hace un vaporizador de agua como el que se utiliza en algunas aplicaciones terapéuticas.



Francisco Fuenmayor PhD

(Maracaibo, 1946)

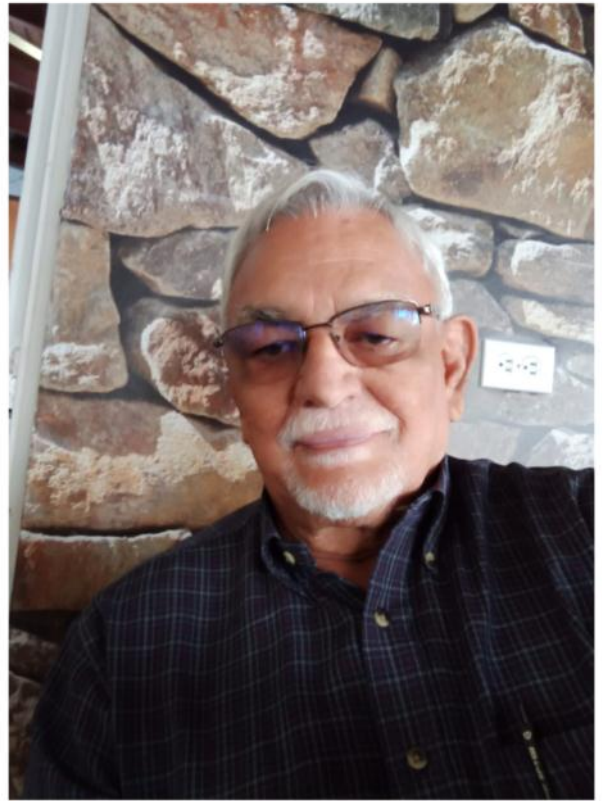
Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias
Departamento de Física. Profesor Titular.

Francisco José Fuenmayor Suárez, se educó en el Liceo “Rafael María Baralt” en la ciudad de Maracaibo. Inició estudios superiores en la Universidad Central de Venezuela (Caracas), en la Facultad de Ciencias y Matemáticas (1966 – 1970), concluyéndolos en la Universidad de Los Andes (Mérida), en la Facultad de Ciencias, Departamento de Física (1971-1973) con el grado de Licenciado en Física. Entre 1975 y 1980 realizó su doctorado en el Department of Astronomy de la Case Western Reserve University (Cleveland, Ohio). Sus contactos con el mundo de la academia se mantienen con visitas de investigación a centros de investigación en Norteamérica y Latinoamérica.

Se especializó en el área de la evolución estelar y un particular interés en estrellas de carbón y baja metalicidad o población II, en especial aquellas que tienen relativamente pocos elementos más pesados que el helio. En sus inicios como investigador se centró en aprender sobre el empleo de técnicas (fotometría fotográfica, análisis espectral con prisma-objetivo y su procesamiento digital).

Miembro de varias Sociedades Científicas: International Astronomical Union, American Astronomical Society, Asociación Venezolana de Astronomía, Sociedad Venezolana de Física, Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia.

Le ha correspondido ser miembro directivo de sociedades científicas venezolanas, además de coordinar el Grupo de Astrofísica (GA-ULA), así como participar de diversos comités destinados a organizar eventos científicos en el país y varios países latinoamericanos.



Su experiencia docente en la Facultad de Ciencias de la ULA, por 40 años, le ha permitido conectarse con toda una generación de profesionales de la Física. Ha dictado materias de pregrado y postgrado en el Departamento de Física (ULA). Ha dirigido tesis de postgrado, licenciatura y ascenso académico. Igualmente ha participado en calidad de ponente en más de 20 reuniones científicas y posee publicaciones de artículos en revistas arbitradas nacionales e internacionales.

Posee experiencia observacional en varios observatorios lo que le ha permitido participar en el equipo que descubrió el objeto Trans-Neptuniano 2000 EB173.



@astrodidacta.vzla



astrodidacta.vzla@gmail.com



@astrodidacta_vzla



AstroDidacta Vzla