



Agua en el Universo

Dra. Yolanda Gómez Castellanos

Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM-Morelia
y.gomez@astrosmo.unam.mx

El agua es una molécula esencial para la vida. Nuestro cuerpo está formado casi en un 60% de agua y la mayor parte de los seres vivos que habitan en el planeta dependen del agua líquida. El agua en la Tierra ocupa las tres cuartas partes de su superficie y con esta podríamos llenar la mitad de una esfera del tamaño de la Luna. Además sabemos que los mares ayudan a regular la temperatura del planeta y en su momento fueron los protagonistas del origen de la vida en la Tierra. De esta manera la búsqueda de agua en otras partes de nuestro sistema solar y en general en el Universo es relevante para saber si las condiciones que propiciaron la vida en la Tierra se pueden dar en otras partes del universo.

Dentro de nuestro sistema solar uno pensaría que el mismo mecanismo que permitió que la Tierra tuviera agua, se debió haber dado en otros cuerpos del sistema solar y la pregunta natural es, ¿por qué no vemos océanos en otros planetas? Si bien como veremos más adelante, sí se ha descubierto agua en otras partes de nuestro sistema solar, ésta se ha encontrado en estado sólido o gaseoso. Hasta ahora nuestro planeta es el único objeto donde sabemos que el agua está en forma líquida y esto se debe a que la Tierra tiene una temperatura ideal para mantener el agua en su estado líquido de manera natural.

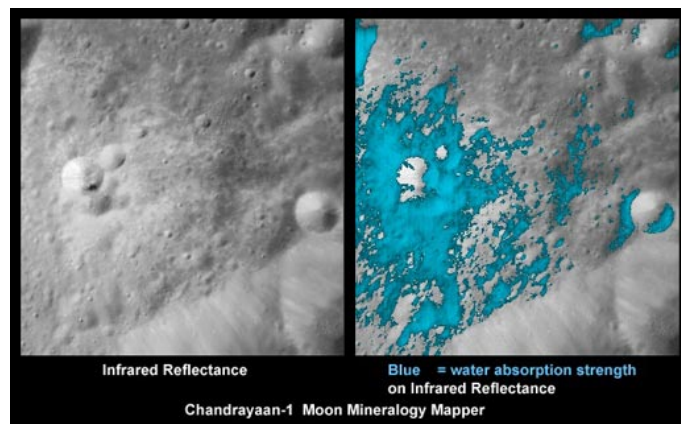
¿Qué pasa con los otros planetas de nuestra vecindad? Dentro de nuestro sistema solar vemos que es muy poco probable que Mercurio tenga agua. Es uno de los planetas más cercanos al Sol haciéndolo un planeta muy caliente que combinado con su pequeño tamaño, tres veces menor que la Tierra, le hizo difícil retener elementos volátiles, absteniéndolo incluso de una atmósfera. Aún así se ha reportado que Mercurio podría tener agua en sus polos.



En Venus las condiciones fueron más afortunadas ya que este planeta tiene un tamaño similar al de la Tierra y pudo retener una atmósfera. Sin embargo, su cercanía al Sol hace que reciba dos veces más energía que la Tierra, durante su formación su atmósfera alcanzó altas temperaturas haciendo que elementos ligeros como el hidrógeno se escaparan al espacio. Fue así como en Venus el agua nunca llegó a condensarse y si bien mantiene una atmósfera, esta quedó compuesta principalmente de elementos tóxicos para nosotros como el ácido sulfúrico.

Para el caso de nuestra Luna que la vemos cubierta de cráteres, y donde el ser humano se encontró con una superficie seca, hubo gran entusiasmo cuando en 1996 la nave espacial Clementina y en 1998 el Explorador Lunar, sugerían la presencia de pequeñas cantidades de hielo en algunos cráteres. Estos se localizan cerca de los polos lunares, que están fuera del alcance de los rayos solares, donde seguramente las colisiones con asteroides depositaron pequeñas cantidades de agua que podría conservarse miles de millones de años en forma de hielo. Así que cuando todos creíamos que la Luna era un verdadero desierto nos llegó la noticia del descubrimiento de agua en la superficie de la Luna. Esto fue en septiembre del 2009, cuando el instrumento *Moon Mineralogy Mapper* de la NASA a bordo de una sonda lunar de la India *Chandrayaan-1*, identificó agua en un cráter localizado en el lado oscuro de la Luna (ver figura 1). Semanas después la sonda lunar LCROSS, también de la NASA, analizó los componentes originados de un impacto deliberado hecho en el cráter, confirmando la existencia de agua en forma de hielo, que salió pulverizada hacia el exterior. La posible presencia de agua en la Luna es de crucial importancia para su futura exploración y colonización, aunque aún no sabemos cuánta agua realmente hay.

Figura 1. Imagen tomada por el *Chandrayaan-1* en septiembre del 2009. La zona azul de la imagen derecha muestra la absorción debida a moléculas de agua.



El planeta Marte, con un tamaño de la mitad del de la Tierra, pudo retener una pequeña atmósfera y tiene dos polos congelados igual que la Tierra. Varias misiones espaciales han fotografiado las regiones congeladas de los polos marcianos (ver figura 2), las cuales están formadas principalmente por dióxido de carbono (lo que llamamos "hielo seco"), y una pequeña parte de agua sólida. No es posible inferir la presencia de hielo a partir sólo de las fotografías, pero en combinación con estudios de la radiación infrarroja emitida y reflejada por esas zonas, sí es posible hacerlo. También se sabe que



Figura 2. Imagen de Marte tomada por el Telescopio Espacial Hubble

la atmósfera marciana contiene pequeñas cantidades de vapor de agua. Aunque en la actualidad no hay agua líquida en Marte. En el 2004 el Expreso a Marte detectó de manera directa la molécula de agua hacia los polos marcianos. En ese mismo año llegaron dos robots de la NASA (llamados Espiritu y Oportunidad) a la superficie marciana los cuales al inspeccionar las rocas mostraron que en el pasado debió haber corrido agua por la superficie marciana. Una perforación de unos 5 centímetros sobre la superficie marciana hecha por Phoenix de la NASA en el 2008 confirmó la existencia de agua congelada bajo la superficie, misma que se evaporó en un par de días al dejarla expuesta al ambiente marciano.

También se ha especulado que otros cuerpos del Sistema Solar, como Europa -uno de los satélites de Júpiter-, pueden contener agua líquida bajo su superficie, y hay evidencia de la presencia de agua en los cometas. El 4 de julio del 2005 la NASA produjo un impacto sobre el cometa Tempel 1, con el propósito de estudiar la composición del cometa. Esta misión llamada “Impacto Profundo” confirmó que los cometas están compuestos de vapor de agua.

DETECCIÓN DE AGUA EN OTRAS PARTES DEL UNIVERSO

Los astrónomos nos hemos preguntado si habrá agua más allá del sistema solar. Sin embargo, no es fácil responder esta pregunta, porque estos cuerpos están tan lejos que no es posible tomarles una fotografía que nos muestre directamente nubes de vapor de agua como en la Tierra o casquetes de hielo como en Marte. A estas grandes distancias nos tenemos que conformar con analizar la luz y las otras radiaciones que nos llegan de los lejanos astros.

Sabemos que cuando el agua se encuentra en estado gaseoso, emite ondas de radio con una longitud característica de 1,35 centímetros, que pueden ser detectadas y estudiadas con los radiotelescopios terrestres. Más aún, esta emisión natural ocurre en el modo que llamamos “máser”, o sea que las señales pueden ser bastante intensas ya que en este proceso, un fotón se amplifica exponencialmente al viajar por el gas (como lo que ocurre con un láser). En 1969 un grupo de astrónomos encabezados por el Premio Nobel de Física Charles Townes, detectaron por vez primera emisión máser del vapor de agua en tres nubes del plano de nuestra galaxia donde se están formando nuevas estrellas. Desde entonces, la emisión máser del vapor de agua se ha estudiado exhaustivamente, usando distintos radiotelescopios, como el llamado Conjunto Muy Grande de Radiotelescopios (o VLA de sus siglas en inglés *Very Large Array*; ver figura 3).



Figura 3. Radiotelescopios del VLA

Astrónomos mexicanos, en colaboración con un grupo internacional han realizado grandes descubrimientos de vapor de agua en otras partes del universo. Uno de estos estudios fue realizado en la región de formación estelar llamada Cefeo A, que está a 2,000 años-luz de la Tierra, detectando por primera vez una burbuja esférica de vapor de agua expelida por un embrión estelar (ver Figura 4).

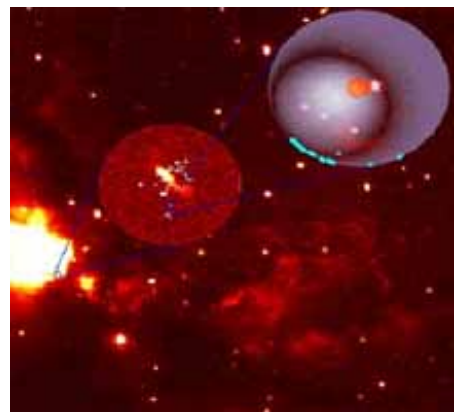
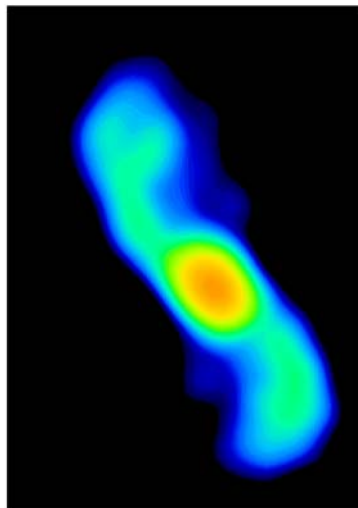


Figura 4. Ampliación de la burbuja de agua en Cefeo A

Lo más sorprendente de esta burbuja es su geometría esférica, antes de esta observación se creía que si las estrellas al formarse expulsaban gas con geometría bipolar (o sea, en forma de dos chorros diametralmente opuestos) y de hecho aún no hay explicación para la burbuja, que se expande a una velocidad de 36 000 kilómetros por hora y tiene un tamaño de 18 000 millones de kilómetros, comparable al de nuestro sistema solar.

De igual manera se ha detectado vapor de agua en los alrededores de estrellas agonizantes. Este es el caso de la fuente K3-35, que se encuentra en la fase llamada de nebulosa planetaria (formadas cuando se muere una estrella como nuestro Sol). El descubrimiento se hizo con el interferómetro VLA y la explicación más viable es que se trata de una nebulosa planetaria recién formada. No obstante que el agua y otras moléculas son abundantes en las envolturas de las gigantes rojas, la cual es una fase evolutiva previa a la de nebulosa planetaria, ha sido un resultado sorprendente (figura 5).



Radio image of K3-35 made with the VLA

Figura 5. Imagen de radio de K3-35

Finalmente, gracias al proceso de emisión máser que se detecta en ondas de radio (con longitud de onda de 1,35 cm), ha sido posible detectar vapor de agua aún en las lejanas galaxias externas. Mientras las estrellas de las que hemos estado hablando están a sólo unos miles de años-luz de la Tierra, las galaxias están a cientos y miles de millones de años-luz. La galaxia más alejada de nosotros donde se ha encontrado agua se llama MG J0414+0534 y está a una distancia de 11 mil millones de años-luz de nosotros (ver figura 6). A la fecha se ha detectado agua en cerca de 100 galaxias en nuestro Universo.

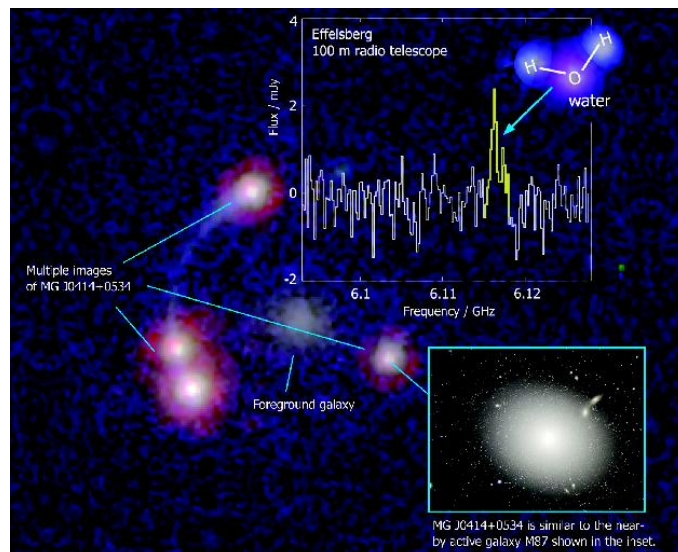


Figura 6. Galaxia MGJ0414+0534

En resumen, el agua abunda en el Universo y la encontramos desde los cuerpos más pequeños como los meteoritos y cometas hasta los más grandes como lo son las galaxias. Al ser humano también le interesaría saber si hay algún planeta alrededor de otra estrella que tuviera agua líquida, además de atmósfera y la temperatura adecuada para sostener la vida. Ya se han detectado cerca de 400 planeas extrasolares, pero hasta la fecha no se sabe si albergan agua. Sin embargo, ha sido reconfortante saber que el agua, la molécula más importante para la vida, existe en otras partes de nuestro Universo.

Bibliografía

1. Altschuler, D. 2001, "Hijos de las Estrellas," Cambridge University Press.
2. Miranda, L.F., Gómez, Y. et al., "Water maser emission from a planetary nebula with a magnetized torus," Nature, Vol. 414, 2001, pp. 284-286.
3. Torrelles, J. M. et al. "Spherical episodic ejection of material from a young star", Nature, Vol. 411, 2001, pp. 277-280.
4. Rodríguez, L. F. & Gómez, Y. "Agua en el cosmos", Scientific American en Español, 2003, Número 326, pp. 78-83.

