

CienciaOnline  
⊙Química⊙

LORENZO HERNÁNDEZ

2 de diciembre de 2013

## ¿Es el agua $H_2O$ ? ☺

El agua no es precisamente la bebida que más se pide en un bar a altas horas de la noche, pero quizá sí sea apropiada para la comida. La afirmación “El agua no es  $H_2O$ ” es una afirmación que cualquier persona discutiría e incluso tacharía de bobada, pero con unos conocimientos básicos de química podemos profundizar un poco y poner en duda dicha aseveración. Como casi siempre, en estas afirmaciones, el truco está en el lenguaje. ¿A qué llamamos agua? Esto es lo que discute, desde un punto de vista ontológico, Michael Weisberg (2005) en su artículo “Water is not  $H_2O$ ”. El matiz reside en los isótopos. Para los que no se acuerden qué son los isótopos:

*Se denominan isótopos a los átomos de un mismo elemento, cuyos núcleos tienen una cantidad diferente de neutrones por lo que difieren en masa atómica.*

En el caso del oxígeno y el hidrógeno, que son los elementos que forman el agua, los isótopos son los siguientes:

Isótopos del oxígeno:  $^{16}O$ ,  $^{17}O$  y  $^{18}O$

Isótopos del hidrógeno:  $^1H$ ,  $^2H$  y  $^3H$

El oxígeno tiene 8 protones, por lo que el  $^{16}O$ ,  $^{17}O$  y  $^{18}O$  se diferencian en el número de neutrones, ocho, nueve y diez, respectivamente. Los isótopos  $^2H$  y  $^3H$  del hidrógeno se denominan deuterio y tritio, respectivamente, y se suelen simbolizar con la letra D y la T, de tal manera que podemos escribir  $D_2O$ , si queremos hacer mención al agua deuterada o al agua pesada.

Por tanto, si definimos el agua como una molécula formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno tendríamos muchas más combinaciones que la simple combinación  $H_2O$ . Por ejemplo:

$H_2^{16}O$ ;  $H_2^{17}O$ ;  $H_2^{18}O$ ;  $D_2^{17}O$

$D_2^{16}O$ ;  $HD^{16}O$ ;  $HD^{18}O$ ;  $T_2^{18}O$

Cotidianamente, cuando nos referimos al agua, hacemos referencia al  $H_2O$  porque es la especie molecular más abundante. De hecho, la relación de hidrógeno y deuterio en una muestra de agua natural es de 99.985 a 0,015. De manera similar, muchas muestras de agua terrestre contienen cantidades mínimas de tritio debido a que éste se encuentra en proporción igualmente pequeña en la Tierra. También

en muchos contextos científicos, como puede ser la ecología o la meteorología, los científicos se refieren también al  $H_2O$ . En otras ramas de la ciencia, o experimentos concretos, sí es importante diferenciar entre estos tipos de agua.

Quizá, cuando hablamos de agua pura no hablamos solamente de  $H_2O$  sino que tendríamos que decir  $D_2O$  o  $HDO$  puro.

Así que, para ganar la apuesta, debemos especificar qué entendemos por agua, ya que dicha palabra cambia de significado dependiendo del contexto cotidiano o científico.

## *El oxígeno es tóxico.* ☉

---

En algún momento, hace unos tres mil millones de años, la vida inventó la fotosíntesis. Cuando apenas había transcurrido doscientos millones de años, el aire se llenó de un terrible veneno. La agradable capa de nitrógeno, vapor de agua y dióxido de carbono que envolvía a la Tierra se contaminó de repente con un nocivo gas que posee el terrible don de descomponer las moléculas orgánicas complejas y causar estragos en el código genético. Hoy tendemos a pensar que este gas, el oxígeno, es algo más bien bueno; podemos funcionar sin comida durante seis semanas, o sin agua durante seis días, pero no duraríamos ni seis minutos sin que un suministro fresco de esta molécula reactiva corriera por nuestro cuerpo. Aun así, el oxígeno continúa siendo un veneno, algo de lo que mucha gente parece no darse cuenta. Si respiramos oxígeno puro durante un cierto tiempo, la garganta se nos irrita y las vías aéreas se nos inflaman a causa de lo que sería el equivalente gaseoso a una subida de azúcar. Por ello, los buzos o personas que se sumergen en las profundidades del mar con equipos de respiración artificial llevan en sus tanques oxígeno mezclado con mayores proporciones de nitrógeno.

La adaptación al oxígeno y, a la larga, la incorporación de éste a un ciclo respiratorio cada vez más ingenioso, hizo que la vida saliera de su estado de estupor anaeróbico y empezara a agitarse con un vigor indomable. El oxígeno es poderoso, ya que permite que se liberen grandes cantidades de energía de forma rápida y eficaz cada vez que las moléculas se rompen, pero no deja de ser un arma de doble filo. Su propia reactividad daña las células, en especial a su material nuclear, que es el que permite que nuestros cuerpos funcionen tan rápido. Además, algunos compuestos basados en el oxígeno como el ozono, el peróxido de hidrógeno y radicales hidroxilo son muy tóxicos. El cuerpo humano posee mecanismos de protección contra estas especies tóxicas. Por ejemplo, el glutatión (GSH), un tripéptido no proteínico que se

deriva de los aminoácidos, actúa como antioxidante, al igual que la bilirrubina (un producto derivado del metabolismo de la hemoglobina).

Aún así, no dejes de respirar.

## *Las tres dimensiones en la Química.* ⊙

---

Resulta curioso que aún viviendo en tres dimensiones espaciales y una temporal (dejemos a un lado las once dimensiones que predice la teoría de cuerdas: las 3 del espacio, 1 temporal y 6 adicionales resabiadas o “compactadas” y 1 que las engloba formando “membranas” de las cuales se podría escapar parte de la gravedad de ellas en forma de “gravitones”), nos ha costado, y nos sigue costando, pensar en tres dimensiones. La visión en tres dimensiones de dos genios, Aristarco de Samos y Linus Pauling, produjeron un gran avance en sus ciencias respectivas y en épocas alejadas más de 1900 años.

Aproximadamente en el año 280 a.C., Aristarco de Samos fue el primero en aplicar la geometría a un Cosmos tridimensional. Calculó la relación de distancias entre el Sol y la Luna y obtuvo una distancia Tierra-Sol de unas 20 veces mayor que la distancia Tierra-Luna, lo cual le llevó a la conclusión de que el Sol está mucho más lejos que la Luna y, como desde la Tierra el tamaño aparente de los dos es el mismo, sólo cabe deducir que el Sol es mucho más grande que la Luna. Aristarco pensaba que no era lógico pensar que un cuerpo de mayor tamaño gire alrededor de uno mucho menor, con lo cual retira a la Tierra del centro del Universo para colocarla girando alrededor del Sol. Por primera vez se plantea el Heliocentrismo y se considera la Tierra como un planeta más, una idea revolucionaria para su tiempo y que rápidamente fue desestimada. Aristarco, además, obtuvo el tamaño relativo de la Tierra y la Luna y lo estableció en un 0,36 (hoy se sabe que es 0,27).

Mucho después, en 1901, nace Linus Pauling, ganador de dos premios Nobel: el primero de Química, por su pionero e imaginativo trabajo en química, y el segundo de la Paz, por su campaña contra las pruebas nucleares terrestres en nombre de la paz. Linus Pauling solía pensar los dilemas científicos justo antes de apagar la luz para dormirse. Decía que había entrenado su subconsciente para trabajar mientras él descansaba, y vio que si se dormía resolviendo un problema, la solución en ocasiones “saltaba” y le golpeaba en forma de una sensación intuitiva. Y, como he indicado, le funcionó muy bien. Un aspecto de la revolución que aportó a la química era despegar estructuras de un plano bidimensional e insistir en hablar de ellas en términos de su espacio tridimensional (quien sabe, igual se lo imaginó con los ojos cerrados). Como

la mayoría de su trabajo, al principio fue polémico, pero pronto se aceptó e incorporó a la corriente principal de pensamiento. Linus Pauling fue uno de los que sugirió que el ADN era una cadena que se envolvía sobre sí misma como algún tipo de espiral y que tenía tres ramales entrelazados. Al final, como sabemos, fueron Watson y Crick los autores del descubrimiento, con la ayuda nunca reconocida de Rosalind Frankind, autora de las fotos de rayos x que Watson y Crick utilizaron para su descubrimiento.

No deja de ser llamativo la separación temporal de ambos descubrimientos y la aplicación de la visión en tres dimensiones para intuir una solución.