

TIEMPO
MOLECULAR

TIEMPO MOLECULAR

Entrevista a Ana González Baró
Dra. en Ciencias Químicas U.N.L.P.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LAS ARTES
ÁREA TRANSDEPARTAMENTAL DE ARTES MULTIMEDIALES
LIC. EN ARTES MULTIMEDIALES

“TIEMPO MOLECULAR”

ANEXO / PROYECTO DE GRADUACIÓN

TÍTULO:	ÍNDICE DE MEMORIA ACUÁTICA
PLAN DE PROYECTO:	Proyecto Instalativo
AUTOR:	Joaquin Wall
DIRECTORA:	Dra. Guadalupe Lucero
CO-DIRECTORA:	Dra. Lucie Kolb

La Plata, 17 de Noviembre 2022

Entrevista a la Dra. en Ciencias Químicas
de la Facultad de Ciencias Exactas de la U.N.L.P.
Ana González Baró

PRIMERAS ANALOGÍAS

En este trabajo se plantea la hipótesis de que el espacio-tiempo tendría una estructura similar a la estructura molecular del agua. Del agua conocemos ampliamente sus 3 estados de agregación: gaseoso, líquido y sólido, y comienza a vislumbrarse en ciertas líneas de investigación un posible cuarto estado de agregación, similar al plasma, el estado sorprendentemente más común en el universo.

J.W.:

¿Cómo podríamos a priori establecer cierta correlación entre las estructuras del tiempo y las estructuras del agua?

A.G.B.:

Podría pensarse que las tanto las estructuras del agua como las del tiempo están constituidas por entidades que no son independientes, es decir, las moléculas de agua, sobre todo en sus estados sólido y líquido, interaccionan entre ellas como lo hacen en la red del tiempo los eventos, no son independientes. En cierto modo podría pensarse así.

SOBRE EL HIDRÓGENO

El hidrógeno es el primer elemento de la tabla periódica. Es el elemento químico más ligero que existe, su átomo está formado por un protón y un electrón y es estable en forma de molécula diatómica (H₂). En condiciones normales, el hidrógeno se encuentra en estado gaseoso, y es insípido, incoloro e inodoro.

J.W.:

¿A partir de estas nociones, podríamos decir que el hidrógeno representa el módulo más básico en la arquitectura molecular de la materia?

A.G.B.:

De hecho el hidrógeno es la molécula diatómica más sencilla posible, presentando un único enlace covalente, por solapamiento de los orbitales del hidrógeno, de sendos átomos, donde está el par electrónico de unión. Y en verdad, como molécula diatómica, si, es la más simple. Además es la molécula más liviana, porque la molécula más simple monoatómica, que es el átomo de helio (He), por más que tiene un solo átomo, es más pesada que la molécula de hidrógeno.

J.W.:

Con respecto a esto. ¿Es común que el hidrógeno funcione como vínculo entre estructuras moleculares?

A.G.B.:

El hidrógeno como átomo, si. Porque justamente, existen muchas moléculas que lo contienen y cuando el hidrógeno está unido a un átomo muy electronegativo, este átomo electronegativo desplaza el par de electrones del enlace hacia sí mismo, generando un déficit de carga y, en consecuencia, un polo positivo sobre el hidrógeno, que intenta recuperar estos electrones perdidos asociándose de alguna manera a otro átomo que tenga pares de electrones libres (es decir, no involucrados en un enlace), estableciendo así lo que se llama un puente de hidrógeno.

SOBRE EL OXÍGENO

El oxígeno es un elemento químico de número atómico 8. En condiciones normales de presión y temperatura, dos átomos del elemento se enlazan para formar la molécula de dióxígeno, un gas diatómico incoloro, inodoro e insípido con fórmula O₂. Esta sustancia constituye una importante parte de la atmósfera y resulta necesaria para sostener la vida terrestre. Cuando forma el agua, el oxígeno se encuentra se reduce, oxidando al Hidrógeno generando los enlaces covalentes polares O-H.

J.W.:

Si relacionamos la molécula del agua con la estructura del tiempo. ¿Podríamos pensar que el oxígeno "oxida" el tiempo?

A.G.B.:

Bueno, habría que definir que significa que se oxide el tiempo. Lo que sí podemos pensar es que el oxígeno en el agua está en su estado de oxidación más estable, que es el estado -2. En la molécula diatómica de oxígeno cada átomo presenta estado de oxidación 0, por lo cual se "se reduce" al pasar a formar parte de la molécula de agua.

Si el hecho de oxidar significa generar un compuesto que, a su vez, sea el responsable de las interacciones intermoleculares, es decir entre las entidades vecinas, esto podría pensarse como que el oxígeno en su "equivalente" al tiempo, sería el instante que es consecuencia de los eventos que están vinculados a ese instante.

J.W.:

En otras conversaciones hablamos de cómo el oxígeno oxida el hidrógeno, y en este caso estaríamos pensando en cómo establece una red temporal, reduciéndose para convertirse en un núcleo de mayor concentración de carga, que podríamos así relacionar con una instancia temporal. Diríamos que el oxígeno daría lugar a un instante. Un centro de concentración del Espacio-Tiempo

A.G.B.:

Podría establecerse una analogía, porque así como el hidrógeno es el polo positivo, el oxígeno es el polo negativo. Es donde se concentran sus propios electrones más los que acerca hacia su núcleo del enlace con el hidrógeno.

J.W.:

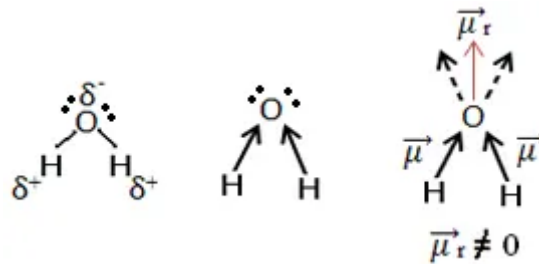
¿Podríamos decir que chupa la energía de los hidrógenos?

A.G.B.:

Si. No se si la energía pero si la carga.

ESTRUCTURAS MOLECULARES DEL AGUA

El **agua** (H_2O) es un compuesto químico inorgánico formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O).³ La molécula del agua se conforma por dos uniones covalentes polares y dos pares de electrones libres (no compartidos) en su átomo de oxígeno, resultando una molécula polar, con momento dipolar (μ)¹ no nulo.



Esto le confiere una geometría molecular que le permite estructurarse de diversas formas a través de los denominados puentes de hidrógeno.

Podemos pensar el tiempo-agua como una infinidad de instantes (O) conectados covalentemente con dos tensiones temporales (H). Esto podría responder inicialmente a nuestra clásica comprensión del tiempo: pasado(H)-presente(O)-futuro(H). Pero en sus estados de mayor complejidad, el agua hace uso de otros enlaces, no-covalentes, a través de los llamados puentes de hidrógeno. Así, de un instante (O) no tendríamos 2 únicas salidas (presente - pasado) sino 4. Este modelo podría permitirnos entender el tiempo como una estructura reticular mucho más compleja que una línea.

J.W.:

¿Qué puede pensarse a partir de esta analogía?

A.G.B.:

Bueno, primero porque si pensamos al oxígeno como el instante presente y el pasado y el futuro como los hidrógenos unidos a este oxígeno concentrador de la carga, la primera situación frente a la que nos encontramos es que la secuencia O - H - O - H - O - H entre moléculas adyacentes ni siquiera es lineal. Dada la estructura

¹ Momento Dipolar:

o geometría angular del agua sería un zig zag, en el mejor de los casos, suponiendo que pudiéramos ubicarlas en un mismo plano, cosa que no ocurre.

Y además, cada átomo de oxígeno tiene estos dos pares de enlaces no compartidos que son justamente aquellos que van a ir a buscar a los hidrógenos desposeídos de carga por el oxígeno central de otra molécula, para generar puentes de hidrógeno. Y esto abriría una otra dimensión, digamos, en las interacciones, que podría, por ejemplo, asimilarse a la simultaneidad. Porque uno, o ese oxígeno-instante, no tiene porque estar vinculado sólo con un evento pasado o futuro (hidrógenos unidos covalentemente), sino con otros (hidrógenos puente), que están ocurriendo en ese mismo tiempo en otro espacio o en otra dimensión (otra molécula) a su vez vinculados a otros pasados y otros futuros.

J.W.:

Entonces, no sólo en el caso más simple no estaríamos frente a una línea sino a un zig zag, sino que estos enlaces no covalentes nos permitirían saltar de un espacio-tiempo a otro, es decir, de una molécula de tiempo a otra, por fuera de estas uniones principales.

A.G.B.:

De acuerdo al modelo propuesto, así sería.

EL ESPACIO-TIEMPO EN LOS SUEÑOS

En su estado gaseoso las moléculas de agua se encuentran dispersas en el espacio, sin establecer interacciones intermoleculares de importancia a diferencia de lo que ocurre en sus otros estados de agregación. En estado líquido, las moléculas de agua si establecen interacciones mediante puentes de hidrógeno, en cierto grado aleatorias, que establecen una red flexible y que finalmente se estructurará más ordenada y rígidamente en su estado sólido.

La experiencia indica que para cristalizar un líquido, me comentabas recién, y generar un cristal de buena calidad, el reposo del recipiente contenedor representa un requisito importante.

Sabemos que el agua en el cuerpo se encuentra esencialmente en estado líquido, en el que la estructura o la red de puentes de hidrógeno no es rígida, como lo sí es, en el estado cristalino, permitiendo constantes modificaciones en las conexiones intermoleculares.

Me gustaría hacer una cita a Deleuze que dice:

*¿Hay algo más subjetivo que un delirio, un sueño, una alucinación?
Pero igualmente ¿qué puede estar más cerca de una materialidad hecha de
onda luminosa y de interacción molecular?"*²

Por otro lado, en un reciente estudio de Laura Maestro³, investigadora de la Universidad de Oxford, se determinó que entre los 40° C y 60° C la molécula del agua sufre cambios estructurales que modifican, entre otras cosas, su momento dipolar (μ), previamente definido. Los resultados muestran que a temperaturas inferiores a los 40 C el momento dipolar de las moléculas es semejante al que presentan en su estado cristalino, mientras que a mayores temperaturas la molécula de agua, aún líquida, adquiere una geometría similar a la que presenta en estado gaseoso⁴. Esto nos permite pensar que en ese rango de transición podríamos encontrarnos frente a un agua con características moleculares de sus tres estados.

² DELEUZE, Gilles. La Imagen-Movimiento: Estudios Sobre Cine. Buenos Aires: Paidós, 2015. P.116

³ Investigadores liderados por Laura Maestro, de la Universidad de Oxford, han encontrado que cuando se calienta a entre 40 °C y 60 °C, el agua presenta algo conocido como temperatura de reticulación, y entonces se produce una conmutación entre dos estados diferentes del líquido.

Juan C. del Valle, Enrique Camarillo, Laura Martínez Maestro, Julio A. Gonzalo, Carmen Aragón, Manuel Marqués, Daniel Jaque, Ginés Lifante, José García Solé, Karla Santacruz-Gómez, Roberto C. Carrillo-Torres & Francisco Jaque (2015) Dielectric anomalous response of water at 60 °C, Philosophical Magazine, 95:7, 683-690, DOI: [10.1080/14786435.2014.1000419](https://doi.org/10.1080/14786435.2014.1000419)

⁴ A reanalysis of $1/\epsilon d(T)$ for water in the whole temperature range leads us to conclude that the water molecule undergoes a subtle transformation from a low temperature (0–60 °C) configuration with a dipole moment $\mu_1 = 2.18$ D (close to the molecular dipole moment of ice) to a high temperature (60–100 °C) configuration with $\mu_2 = 1.87$ D (identical to the molecular dipole moment in water vapor).

J.W.:

¿Cómo podemos relacionar estos conocimientos con la necesidad de reposo del cuerpo para acceder al estado onírico?

A.G.B.:

Lo primero que quiero acotar, es que estas investigaciones hablan de estudios más complejos y su conclusión más importante refiere a que se monitorea el cambio del momento dipolar. El momento dipolar en la molécula del agua, que surge, como explicaste, por la presencia de estos dos enlaces polares O-H, los dos pares de electrones no compartidos y la consecuente geometría angular del agua, es una medida de la separación de carga del polo positivo y el polo negativo de esta molécula tan particular. Para que este momento dipolar se modifique, es necesario que alguna de sus características estructurales se modifiquen, ya sea el ángulo, la longitud de los enlaces, la distancia de los pares de electrones hacia el núcleo del oxígeno, etc. Entonces, estas modificaciones estructurales van a, seguramente, manifestarse en modificaciones de la red de interacciones, porque al modificarse cada molécula será diferente el patrón de interacciones por puente de hidrógeno que se establezca dentro del líquido que es, sin duda, el estado de agregación del agua en el cuerpo.

Probablemente, la analogía podría darse pensando que para llegar al estado de sueño, necesitamos reposo. Con lo cual, en ese caso, podríamos imaginar que el agua dentro del cuerpo se encuentra en la fase líquida con esas similitudes estructurales al agua sólida o cristalizada. A su vez, por alguna razón, lo que podría producir la transición, que permitiría alcanzar el estado onírico (un estado febril, o alguna otra circunstancia que induzca la aparición de un sueño), provocaría un cambio hacia el estado en que las moléculas, si bien tienen que conservar su red de puentes de hidrógeno para conservar el estado físico de agregación líquido, transicionan hacia ciertas características estructurales del estado gaseoso, donde la libertad de movimiento es mucho mayor y, así, la aleatoriedad de las conexiones intramoleculares se va a volver mucho más importante en este nuevo estado.

Según esta analogía, podríamos decir que si estamos en vigilia somos líquido en sus patrones "normales", mientras que cuando dormimos aparece esta transición hasta que llegamos al estado de sueño en donde, bueno, las conexiones realmente no deben estar muy estudiadas, de un patrón con geometría molecular análoga al gas en una red líquida.

J.W.:

Esto nos permitiría pensar que entonces el cuerpo, como un gran contenedor de agua, al momento de ponerse en reposo y acceder al estado onírico, encontraría la forma en la que el agua contenida, siempre en estado líquido, acceda a características y estructuras propias de sus otros estados (sólido y gaseoso), una especie de multi-estado u otro estado del agua en nuestro cuerpo al momento de acceder al espacio-tiempo de los sueños.

A.G.B.:

Es una interpretación posible, que se alcance ese "estado" particular, con todas las interacciones extras que va a tener el agua en un organismo, porque no está sola. Los experimentos se hacen sólo con agua, pero no es éste el caso, hay millones de otras moléculas que interaccionan en nuestro cuerpo. Pero podríamos pensar que algo parecido a esta transición del agua ocurra entre el agua y las moléculas de nuestro organismo en el pasaje hacia el sueño.

Y por eso, así como es muy difícil estudiar estas interacciones en un proceso de transición, por que constantemente cambian la geometría, las interacciones y la red, es muy difícil interpretar las conexiones espacio-temporales en un sueño, porque se mezcla el pasado, el presente, el futuro, las personas, los instantes y todas las conexiones que nos parecen poco lógicas en la vigilia. Si para la vigilia hacemos la analogía con el agua en su descripción más conocida, las conexiones serían mucho más predecibles.