



---

## MATEMÁTICAS, FÍSICA Y QUÍMICA: Física

---

Marcia Barbosa, premio L'Oréal-Unesco 2013

# “El agua es una mala amante, se olvida muy rápidamente de sus contactos”

Convivimos con el agua todos los días, sin saber que esta molécula tan especial esconde un secreto: es muy rara. De hecho presenta hasta 67 anomalías, gracias a las cuales existe la vida sobre la Tierra, según comenta a SINC la física brasileña Marcia Barbosa (Río de Janeiro, 1960) desde la Universidad Federal de Rio Grande del Sur. Mediante simulaciones por ordenador, la investigadora ha descubierto que los puentes de hidrógeno están detrás de las extraordinarias propiedades del agua.

Enrique Sacristán 25 junio 2013 13:34

### ¿De verdad que el agua es tan rara?

Con total seguridad, el [agua](#) es un líquido muy, muy extraño. Tiene 67 anomalías, que le hacen comportarse de forma diferente a los otros líquidos. Además, la mayoría de estas 'rarezas' están ligadas con la vida, con el planeta y con nuestra propia supervivencia. Si el agua fuera un líquido 'normal', como el metanol o el tolueno, que obedecen a las leyes habituales de la hidrodinámica, probablemente no existirían los seres vivos.

### ¿Cuáles son esas rarezas?

Una es la densidad, por ejemplo. La mayoría de los materiales sólidos, como el hierro, se hunden si se los pones en su propio estado líquido, como el hierro fundido. Sin embargo el agua sólida, es decir, el hielo, flota sobre el agua líquida. Si esto no fuera así y se hundiese, el fondo de los ríos y lagos, o los mares en los Polos, se congelarían por completo en invierno y moriría toda la vida que hay en ellos.

### ¿Qué aportan otras anomalías a los seres vivos?

Por ejemplo, el calor específico. Cuando es elevado, como en el agua, significa que tienes que suministrar muchísimo calor para subir la temperatura del líquido. Gracias a ello los océanos son grandes reguladores de la temperatura, lo que favorece a la vida, que no soporta bien las grandes variaciones térmicas. También permite que todo el CO<sub>2</sub> que está almacenado en el agua marina permanezca ahí y no se evapore con facilidad, lo que aumentaría mucho este gas de efecto invernadero en la atmósfera.

---

*"Los latinos somos más alegres y podemos traer un nuevo estilo a la ciencia"*

### ¿Y más concretamente, al ser humano?

Nosotros mismos somos alrededor de un 80% agua y aprovechamos su calor específico para regular nuestra propia temperatura. En esta tarea también actúan otras propiedades fantásticas del agua, como su buena conductividad, que nos ayuda a regular el cuerpo entero, o su punto de evaporación elevadísimo. Si

fuera bajo, sudaríamos mucho sin necesidad de estar en Brasil.

### **El premio L’Oreál-Unesco que le han concedido este año reconoce su explicación teórica de otras de las anomalías, la difusión. ¿En qué consiste?**

La difusión es la capacidad de mover las partículas de un lugar a otro en el espacio. Lo normal es que las cosas más densas, como el tráfico de coches en una gran ciudad, vayan más lentas que las menos densas. Sin embargo el agua se mueve más deprisa cuando tiene más partículas.

---

*“El agua es un líquido muy, muy extraño; si fuera normal probablemente no existirían los seres vivos”*

Nuestro equipo ha encontrado una explicación para esta anomalía haciendo simulaciones por ordenador, lo que nos permite investigar este líquido de una forma que no consiguen los experimentos. Así hemos detectado que el oxígeno y los dos hidrógenos que forman cada molécula de agua pueden establecer puentes de hidrógeno –compartir electrones– con las moléculas vecinas. Cuando el sistema se hace más denso, hay más moléculas con las que formar estos puentes, así que estas se mueven más rápidamente de un punto a otro cambiando de compañero, en una especie de juego de voleibol de electrones.

### **¿Los puentes de hidrógeno intervienen en las otras anomalías?**

Tenemos una sospecha, una hipótesis: que el agua tiene dos escalas, con y sin puentes de hidrógeno. Esto podría explicar y conectar todas las propiedades y anomalías del agua. Una escala con puentes de hidrógeno, y otra, con las moléculas más cercanas, en la que no se forman esas ligaciones, ya que se necesita una distancia mínima para que ocurra el voleibol de electrones. De esta forma podemos poner otros jugadores en el tablero del agua, con sus dos escalas, e intentar comprender las propiedades de los materiales biológicos e industriales.

### **En esto se centran sus investigaciones actuales, ¿no?**

Efectivamente. En el ámbito biológico tratamos de ver cómo se pliegan las proteínas –algo esencial para que hagan su función– y cómo varía su conductividad térmica dentro de la envuelta de agua. Se trata de ver cómo actúan las partes a las que les gusta el agua (hidrófilas) y las que no (hidrófugas), lo que va a determinar su posición en el espacio. Creemos que los puentes de hidrógeno que se establecen en el agua circundante influyen en el plegamiento y las propiedades de las proteínas, y comprender esto es importante para entender las enfermedades.

### **¿Qué aplicaciones tendría en el ámbito biosanitario?**

En el caso del ADN, por ejemplo, mediante soluciones salinas se puede hacer que tenga carga negativa dentro de una cubierta positiva de lípidos. Así se podría crear una vacuna de ADN que atravesara la bicapa lipídica –negativa– de las membranas celulares. Los virus actúan de una forma parecida cuando agujerean la membrana e inyectan su ADN en el núcleo de la célula infectada. Muchos científicos están interesados en usar este método para hacer terapia de genes. Una amiga veterinaria está construyendo una máquina de ADN basada en esto para aplicarlo en vacas. Aquí, en la región sur del país, somos grandes productores de carne, los *cowboys* del Brasil.

### **¿Y respecto a sus estudios con aplicaciones industriales?**

En este ámbito trabajamos con los nanotubos de carbono, mucho más fáciles de [simular por ordenador](#) que los complejos canales de las membranas celulares. En estos diminutos tubos ocurre algo casi ‘mágico’, mucho más que una anomalía: el agua fluye por ellos mucho más rápido que lo que predicen las

ecuaciones. Se supone que si son muy estrechos, las moléculas deberían circular por ellos de forma lenta, y sin embargo pasan como una bala de cañón. ¿Por qué hace esto el agua, y no otros iones que actúan de forma 'normal'?

### ¿Ya lo han descubierto?

Aún no, pero si lo descubrimos con nuestro modelo de las dos escalas podríamos llegar a crear filtros muy muy pequeños, nanométricos. Así podríamos retirar del agua sustancias no deseadas. De hecho, disponer de agua limpia va a ser un problema muy serio en el futuro, y quizá haya que buscarla en el océano. Filtrar el agua marina no es fácil y los nanotubos son una promesa. Como científicos debemos pensar que la gente necesita tres cosas básicas: agua, energía y salud.

---

*"Como científicos debemos pensar que la gente necesita tres cosas básicas: agua, energía y salud"*

**¿Considera que el agua tiene 'memoria', como proponen los homeópatas, o que incluso puede reflejar las emociones, como muestra el japonés Masaru Emoto con sus cristales de hielo?**

No hay una base científica para la memoria del agua. La existencia de puentes de hidrógeno podría hacer pensar erróneamente que el agua quizá recuerde con quien los ha hecho hace un rato, pero no. Yo siempre digo que el agua es una mala amante, se olvida muy rápidamente de sus contactos. Las ligaciones del agua son muy promiscuas, se hacen y deshacen rápidamente. No hay emociones. Respecto a los ensayos del investigador japonés, probablemente

encontró lo que de antemano quería encontrar. En ciencia son imprescindibles los grupos de control y la estadística, un número suficiente de datos y experimentos que confirmen los resultados.

### ¿Cuál es la situación de la ciencia brasileña?

En los últimos años, en paralelo al gran desarrollo económico del país, la inversión en investigación ha aumentado, y esto cambia la forma de hacer las cosas. En el pasado teníamos la excusa de que no teníamos becas o dinero para hacer una investigación ambiciosa, de frontera. Ahora ya lo tenemos, tanto los científicos como los industriales, así que debemos asumir la gran responsabilidad de empezar a hacer una ciencia de riesgo, porque la ciencia no avanza sin arriesgarse. Espero que las nuevas generaciones vengan con esta idea.

### ¿Hay oportunidades para los científicos españoles en Brasil?

Brasil es un país muy cerrado en sí mismo y debe abrir sus puertas a los científicos de otras partes del mundo. Esto exige un cambio no solo en la mentalidad, también en las leyes, porque es complejo traer a alguien y ofrecerle un empleo en este país; aunque, por otro lado, es muy grande y tiene espacio para todos. De momento lo más sencillo aquí es conseguir un posdoctorado. Yo ofrezco [mi contacto](#) por si algún joven investigador está interesado en colaborar con nosotros. Cuando alguien habla un idioma latino, como el español, se siente aquí más en casa que los que solo hablan inglés. Los latinos somos más alegres, y podemos traer un nuevo estilo a la ciencia. Tengo la seguridad de que el eje del poder científico va a cambiar.

---

*"En Brasil construimos estadios para satisfacer a la FIFA, pero no tenemos una educación, una sanidad y unos transportes de calidad"*

### También está cambiando su país. ¿Por qué se están manifestando los brasileños?

Brasil vive un momento único en su historia. Nos encontramos en el umbral del cambio de un país de futuro

a un país de presente, pero para hacer esta transición necesitamos tener infraestructuras como las del primer mundo. Y así lo percibe la gente. Somos capaces de construir excelentes estadios para satisfacer a la FIFA, pero no tenemos una educación, una sanidad y unos transportes de calidad, que es lo que realmente demanda la población. Es verdad que dentro de este movimiento general hay unos pocos que tratan de generar disturbios y desestabilizar la nación, pero afortunadamente son una minoría. Tengo la esperanza de que este movimiento va a traer una mejora en las infraestructuras y las condiciones del país.

---

**Zona geográfica: Latinoamérica**

**Fuente: SINC**

---

## Enrique Sacristán



Periodista y biólogo, en SINC es el redactor de las ciencias ‘duras’: matemáticas, física y química.