

El sorprendente 'efecto Mpemba' en la congelación del agua

José Miguel Viñas

Artículo original publicado en www.tiempo.com



En los lugares más fríos de la Tierra, donde las temperaturas descienden por debajo de los $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, al verter agua hirviendo al aire se congela inmediatamente.

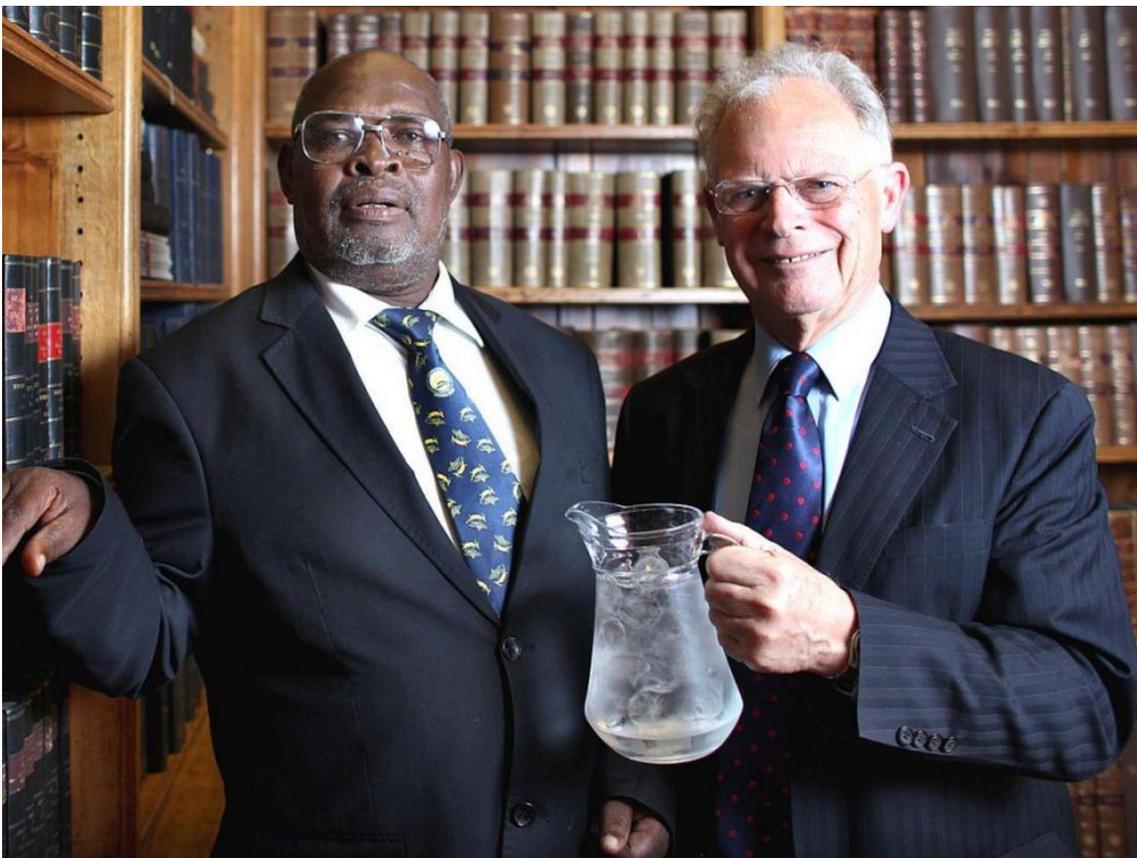
Es sabido que a una presión de una atmósfera (1013 hPa al nivel del mar) el agua líquida se congela cuando alcanza los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. La congelación puede ser un proceso más o menos rápido en función de la temperatura ambiental que haya y la que tenga el agua líquida que queramos congelar. La lógica parece indicarnos que cuanto más caliente esté ésta, más alejada estará de los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y más tardará en congelarse; sin embargo, en algunos casos esto no es así.

Una de las cosas que suelen hacer las personas que viven por primera vez la experiencia de estar en un lugar con temperaturas por debajo de -40 o $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (tal y como ocurre todos los inviernos en el polo de frío de Siberia), es vaciar un termo lleno de agua hirviendo, arrojándola al aire, para comprobar cómo se congela de inmediato a su alrededor, formando cristales de hielo. Dicha circunstancia se explica, en gran medida, por el efecto Mpemba.

Un descubrimiento fortuito

La idea, poco intuitiva, de que el agua caliente puede congelarse antes que la fría, echó a andar en Tanzania, en 1963. Por aquel entonces, un joven estudiante, llamado Erasto Bartholomeo Mpemba, estaba en una clase de cocina en la que el profesor le dio a él y a sus compañeros indicaciones para hacer helados en un congelador que tenían en la escuela. Tuvieron que ir al mercado a comprar leche, para hervirla a continuación, dejarla reposar, echarla azúcar y verter la mezcla en alguna de las pocas cubiteras que había en el congelador.

Los compañeros de Erasto, conscientes de que si tardaban mucho en preparar la mezcla se quedarían sin huecos libres en las bandejas de hielo, se saltaron el primer paso y no hirvieron la leche, cosa que sí que hizo Erasto. Éste, al ver que sus compañeros iban llenando con rapidez los espacios disponibles en el congelador, cuando hirvió la leche, no la dejó enfriar, y tras echarla azúcar la metió en el congelador. Pasado un tiempo y para su sorpresa, fue la primera que se congeló. Cuando se le comentó al profesor, éste le dijo que era imposible, que algo habría hecho mal.



Erasto B. Mpemba (izquierda) y el profesor Denis G. Osborne (derecha). Fuente: Ben Gurr / The Times.

Erasto preguntó a algunos heladeros ambulantes y le confirmaron que al verter la mezcla caliente conseguían tener el helado antes. Años más tarde, cuando estudiaba Secundaria, preguntó a su profesor de Física cómo era posible que pasara algo así, y obtuvo la misma respuesta de incredulidad y duda ante su testimonio. Aquel profesor incluso fomentó la mofa de sus compañeros de clase, ridiculizando delante de ellos a Erasto.

Todo cambió algo más tarde, durante una conferencia que impartió en su escuela el físico y diplomático Denis G. Osborne (1932-2014), que por aquel entonces (1970) era profesor en el University College de Dar es Salam, la capital de Tanzania. Erasto, que había llevado a cabo el experimento en uno de los laboratorios de su escuela, para confirmar, una vez más, que el agua caliente se congelaba antes que la fría (templada), le expuso los hechos con detalle al profesor Osborne y éste, como buen científico, aunque inicialmente quedó desconcertado, se mostró dispuesto a investigarlo, replicando el experimento.

La clave reside en la evaporación

En aquel experimento que llevó a cabo Erasto B. Mpemba y que repitió el profesor Osborne, junto a un ayudante de laboratorio, se disponían dos cantidades idénticas de agua en sendos vasos de precipitados de 50 cm³ de capacidad. En uno de ellos el agua estaba a 35 °C y en el otro a 100 °C. Tras colocarlos en el congelador y dejarlos dentro una hora, se formaba antes el hielo en el vaso que se introdujo con agua hirviendo.



Bajo determinadas condiciones, en una cubitera metida en un congelador puede congelarse antes agua caliente que fría.

El efecto Mpemba ocurre cuando el agua está muy caliente y la diferencia de temperatura con el agua más fría es grande. Si ponemos a congelar agua fría a 5 °C y “caliente” a 35 °C, se congela antes la de 5 °C, pero si partimos de agua a 35 °C y a 80 °C, esta última se congelará primero. La razón reside en la masa de agua que se evapora en cada caso, ya que es bastante mayor en el agua muy caliente (mayor tasa de evaporación). Esto hace que al final haya menos cantidad de líquido para congelarse y se forme antes el hielo.

El efecto comienza a manifestarse con diferencias de temperatura mayores de 30 °C entre los dos volúmenes de agua que pongamos a congelar. La convección interna en el seno de las masas de líquido también juega a favor de la congelación en el caso del agua caliente, ya que al ser mayor favorece la transferencia de calor al exterior (interior del congelador). Las distintas experiencias que se han hecho ponen de manifiesto que, a veces, intervienen también otros factores, lo que pone de manifiesto la complejidad intrínseca del efecto Mpemba, que sigue siendo investigado.