

Patrones de condensación en sustratos con distintas densidades de sitios de nucleación

Ruddy Urbina and Wenceslao González-Viñas

Depto. de Física y Matemática Aplicada, Universidad de Navarra, Pamplona, España

Las figuras de aliento (BF, del inglés Breath Figures) son los patrones en forma de gotas que aparecen sobre una superficie por la condensación de vapor de agua [1]. Este fenómeno puede ocurrir cuando el aire del entorno está sobresaturado de humedad a la temperatura de la superficie, y se producirá mientras se mantenga la condición de saturación. Cuando la condensación ocurre sobre una superficie limpia, homogénea e hidrofóbica, las BF pueden mostrar hasta seis etapas: 1) Nucleación inicial. 2) Crecimiento de gotas aisladas debido a la absorción de vapor, cuando la distancia entre gotas es mucho mayor que sus radios. En esta etapa el radio de las gotas crece como $t^{1/2}$. 3) Crecimiento por absorción de vapor con solapamiento de los perfiles de concentración alrededor de cada gota. En esta situación, la interacción entre gotas a través de la atmósfera reduce la absorción de gotas individuales y el radio promedio de la población aumenta como $t^{1/3}$. 4) Crecimiento dominado por coalescencias. Cuando dos o más gotas entran en contacto, coalescen formando una nueva gota de mayor tamaño y, a medida que estos eventos se vuelven más frecuentes el radio promedio de las gotas crecerá como t^1 . 5) Nuevas nucleaciones de gotas, en los espacios vacíos que dejan las coalescencias. 6) Deformación y/o desprendimiento de gotas grandes por efecto de la gravedad. Algunas de estas etapas pueden superponerse o estar ausentes dependiendo de las condiciones experimentales concretas.

En este trabajo, reportamos resultados experimentales sobre la condensación de vapor de agua en sustratos con diferentes densidades iniciales de núcleos de condensación. Los sustratos son vidrios, limpios o recubiertos mediante inmersión en una solución de octadeciltriclorosilano en hexametildisiloxano que deja a la superficie con un comportamiento hidrofóbico acompañado de impurezas que pro-

mueven la nucleación [2]. Los resultados del sustrato limpio y tres casos con recubrimientos con distintas densidades de sitios de nucleación se comparan empleando la densidad superficial de gotas y el radio promedio. Observamos que densidades iniciales altas producen dinámicas de crecimiento rápidas, pero con gotas en promedio más pequeñas.

La dinámica observada en todos los casos ha sido racionalizada empleando un modelo de crecimiento que parte de la idea de que en los primeros instantes se forman gotas diminutas distribuidas aleatoriamente. La validez de esta hipótesis ha sido verificada comprobando que las posiciones de los núcleos de condensación muestran una aleatoriedad espacial completa a distintas escalas, mediante el uso de la función L de Ripley-Besag. Para cada sustrato, se calculó una densidad inicial y un tiempo característico, que fueron usados para adimensionalizar las variables espaciales y temporales. Tras reescalar, las curvas correspondientes a cada sustrato colapsan entre sí (excepto para tiempos adimensionales muy largos, donde ocurren nuevas nucleaciones). En conclusión, la evolución del patrón de condensación queda determinada por la densidad inicial de núcleos, y las constantes de escalamiento (aunque hayan sido calculadas para tiempos cortos) describen lo que ocurre a escalas de tiempo mayores [3].

[1] D. Beysens, *Dew water* (River Publishers, Denmark, 2018).

[2] R. Seco-Gudiña, J. Guadarrama-Cetina, y W. González-Viñas, *Dynamics of water condensation over arrays of hydrophilic patches*, *Eur. Phys. J. Spec. Top.*, **226**, (2017).

[3] R. Urbina, y W. González-Viñas, *Unified description over time of drop-wise condensation with quenched disorder*, enviado a *Phys. Rev. E*.