

¿Por qué agitamos el salero para echar sal?

Si la comida está sosa, nuestra reacción es automática, cogemos el salero y lo agitamos encima del plato. Lo aprendimos de pequeños: es necesario agitar el salero para que la sal caiga. ¿Por qué?

La sal, al igual que el arroz, el cemento, la arena... son sólidos finamente divididos que llamamos *medios granulares*. Son grupos de partículas similares que pueden comportarse como un líquido, ya que fluyen a través de los orificios, o como un sólido, ya que pueden mantener la forma y el volumen constante como ocurre en las esculturas de arena (figura A). Por eso, el comportamiento de los medios granulares resulta curioso y problemático en muchas ocasiones.

Uno de los fenómenos intrínsecos al uso de medios granulares es la formación espontánea de arcos como el mostrado en la figura B. Los arcos son estructuras como las empleadas en arquitectura para construir puentes o acueductos (figura C). Estos arcos se llaman bóvedas cuando se forman en tres dimensiones y tienen como característica común que las partículas que los conforman se estabilizan entre sí. Es decir, si se elimina una de las esferas que forman el arco, toda la estructura se viene abajo.

Cuando un medio granular fluye a través de un orificio, la formación de bóvedas puede originar un atasco. El flujo de partículas se detiene y el arco soporta el peso de toda la materia que está sobre él, de la misma forma que los arcos de los puentes soportan el peso de los coches que los atraviesan. Los atascos en el flujo de medios granulares ocasionan graves problemas en algunos procesos industriales. La industria del plástico, del cemento y la farmacéutica, son ejemplos donde los medios granulares son los protagonistas.

Los atascos en la descarga de silos o dosificadores tienen propiedades físicas comunes a otros tipos de atascos. ¿Quién no ha sufrido un atasco en el coche, que le retrasa el principio de las vacaciones? Un ejemplo más cercano ¡y peligroso! se da en las montoneras de los encierros de San Fermín (figura D). Cuando la calle se estrecha y los mozos tropiezan se forman espectaculares atascos.

En la última década numerosos científicos están tratando de comprender las propiedades de los atascos, así como los factores que más influyen en su formación. Sin embargo, son muchas las cuestiones que quedan por resolver. En esta tesis se ha estudiado el ejemplo más simple en el que se pueden investigar atascos en el laboratorio: un pequeño silo lleno de partículas esféricas y con un orificio circular en la base.

Pese a la aparente sencillez del fenómeno las preguntas sin respuesta eran muchas. Por ejemplo, ¿qué es lo que controla el fenómeno de atasco?, ¿el tamaño de las partículas?, ¿el del agujero? En esta tesis se demuestra que lo realmente importante es la relación entre el radio del orificio y el de la partícula. Otra importante pregunta: para un mismo tamaño de partícula y agujero, ¿es siempre el mismo el número de granos que caen en una avalancha antes de que el sistema se atasque? Nuestra investigación prueba rotundamente que no. Para las mismas condiciones experimentales podemos encontrar avalanchas de 10 esferas ¡y de 10000!.

El resultado más importante de esta tesis ha sido el descubrimiento de que en un silo en tres dimensiones, cuando se utilizan partículas esféricas, es suficiente que el radio del orificio sea cinco veces el de las partículas para asegurar que no se produzcan atascos. Como el salero tiene agujeros menores que este tamaño, es necesario agitarlo para destruir los arcos que impiden que la sal caiga sobre nuestra comida.