

Ondas en la atmósfera

José Miguel Viñas

Artículo publicado originalmente en www.tiempo.com



Los fenómenos ondulatorios en la atmósfera son muy diversos. Algunas formaciones nubosas, como los altocúmulos lenticulares, nos permiten visualizarlos.

Tanto el agua como el aire son fluidos en los que la propagación de ondas, debidas a movimientos forzados en el seno de los mismos, es un fenómeno natural que forma parte de su dinámica. Las citadas ondas son comunes tanto en los océanos como en la atmósfera. En el medio atmosférico encontramos una gran variedad de fenómenos ondulatorios, de muy diversos tamaños, desde las grandes ondas planetarias (ondas de Rossby) que circunvalan cada hemisferio terrestre, hasta las ondas de gravedad, que ocurren a escalas más pequeñas, visibles en ocasiones gracias a las nubes.

El movimiento del aire es el resultado de distintas fuerzas, que varían a lo largo del tiempo y del espacio. Toda la atmósfera está sometida, a su vez, a la implacable fuerza gravitatoria, que es la que la mantiene ligada a la parte sólida del planeta. Cuando una porción de aire que está en reposo se ve forzado a desplazarse, la búsqueda del nuevo estado de equilibrio se consigue gracias a un tren de ondas de gravedad, que se va amortiguando a medida que se aleja del lugar donde tuvo lugar el forzamiento. Si la

humedad del aire es baja y estamos lejos de las condiciones de saturación, el fenómeno ondulatorio no será visible y pasará desapercibido.

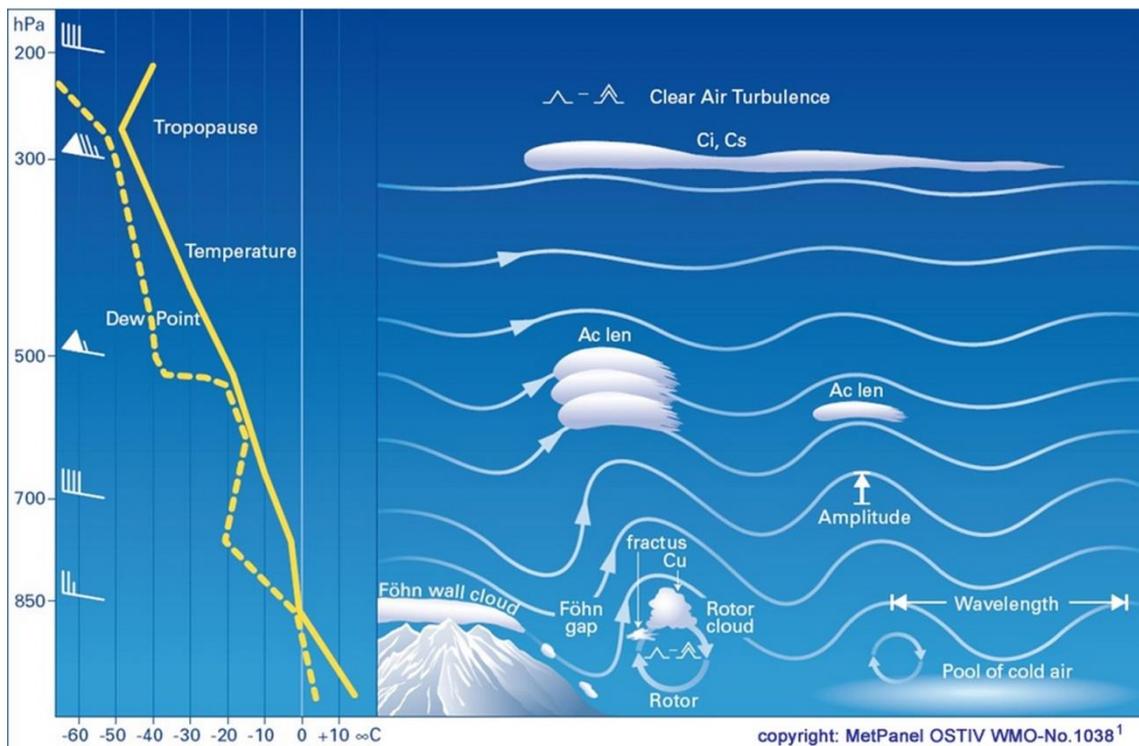


La presencia de bandas nubosas paralelas, de la variedad undulatus, siempre obedece a la presencia de ondas de gravedad en el seno de la atmósfera.

La presencia de ondas de gravedad en el aire sí que se manifiesta cuando a lo largo del tren de ondas se alcanzan las citadas condiciones de saturación del vapor de agua, en cuyo caso, observamos en el cielo bandas nubosas paralelas, que nos recuerdan a una parrilla. Estas nubes pueden ser de diferentes géneros, como *Cirrostratus*, *Altostratus*, *Altostratus* o *Stratocumulus*, entre otros. En todos los casos, son de la variedad *undulatus*, en alusión directa a la ondulación que las genera.

Las ondas de montaña

Un caso particular de ondulatoria por un forzamiento en el aire son las ondas orográficas o de montaña, generadas cuando, bajo determinadas condiciones meteorológicas, un flujo intenso de aire incide perpendicularmente contra una sierra o cordillera. El aire encontrarse en su recorrido con el obstáculo montañoso es forzado a ascender. Al rebasar la línea de cumbres, se forman ondas estacionarias. Bajo condiciones de estabilidad atmosférica, con presencia de una inversión térmica algo por encima del tope montañoso, la onda de montaña queda atrapada a sotavento, propagándose en la horizontal, tanto más amortiguada cuanto más se va alejando de la base de la montaña.



Esquema de una onda de montaña, con la nubosidad asociada y principales elementos que la caracterizan, así como el perfil atmosférico vertical (izquierda). Fuente: Organización Meteorológica Mundial

En ocasiones, cuando no existe esa tapadera natural (inversión térmica) algo por encima del nivel de atmósfera donde se localizan las cumbres, la propagación de la onda de montaña es hacia arriba, en la vertical, también a sotavento, llegando a alcanzar la tropopausa, que ejerce en estos casos de tapadera, frenándose ahí arriba –a unos 11 km de altitud en promedio en latitudes templadas– el recorrido del tren de ondas. En cualquiera de los casos descritos, si el aire en las crestas donde culminan las ascensiones es lo suficientemente húmedo, se formarán los bellos y llamativos altocúmulos lenticulares. La observación de estas nubes de contornos lisos y formas aplastadas (como lentes o lentejas) nos advierte de la presencia de las ondas de montaña.

Olas en las nubes

Este recorrido por las ondas que recorren la atmósfera y cuya existencia deducimos por la presencia de determinadas nubes como las lenticulares, a las que acabamos de referirnos, quedaría incompleto si no mencionamos un par de formaciones nubosas más, que conforman literalmente un oleaje atmosférico. En la última edición del Atlas Internacional de Nubes de la OMM, publicado en 2017, se incluyeron, nombraron y describieron esas nubes singulares (rasgos suplementarios de nubes ya catalogadas), denominadas asperitas y fluctus.

El asperitas es un rasgo que se observa, ocasionalmente, en nubes de los géneros *Stratocumulus* y *Alto cumulus*. Observados desde la superficie terrestre, se parecen bastante a la superficie de un mar agitado, con mucho oleaje, pero como si la estuviéramos viendo desde abajo, buceando algo por debajo de ella. La rugosidad y aspereza que aparenta tener la base de este singular oleaje nuboso, es lo que dio origen

al nombre, propuesto inicialmente a la OMM como “asperatus” por Gavin Pretor-Pinney, fundador de la Asociación para la Apreciación de las Nubes.



Stratocumulus fluctus, cuya formación es consecuencia de una inestabilidad de Kelvin-Helmholtz, formándose unas estructuras similares a rizos u olas a punto de romper. Fotografía incluida en el Atlas Internacional de Nubes de la OMM. ©June Grønseth.

Pero si hay una nube que imita a la perfección el oleaje del mar, es, sin duda, el rasgo nuboso fluctus, que puede observarse en nubes tan distintas como los cirros, altocúmulos o estratos, e incluso –ocasionalmente– en cúmulos. La nube donde se manifiesta este tren de olas está siempre situada en la zona de separación de dos capas de aire de diferente densidad, bajo un entorno de estabilidad atmosférica. Si de forma transitoria, ambas capas comienzan a desplazarse a velocidades diferentes (cizalladura vertical de viento), se produce entonces lo que en dinámica de fluidos se conoce como una inestabilidad de Kelvin-Helmholtz.

La frontera o interfase entre ese par de capas de aire comienza a ondularse, y empieza a surgir en el contorno superior de la nube ese singular oleaje. En ocasiones, como ilustra la fotografía que acompaña estas líneas, se forma un tren de “olas rompientes” muy llamativo y espectacular. Su aparición es transitoria y efímera; apenas dura 2 o 3 minutos, lo que convierte a los fluctus en un preciado objeto de deseo de los “cazadores de nubes”. La formación de ondas en la atmósfera forma parte de su comportamiento, pero solo nos percatamos de ellas cuando surgen nubes como consecuencia de las mismas.