

Geometrías atmosféricas. Una variada colección de formas

José Miguel Viñas

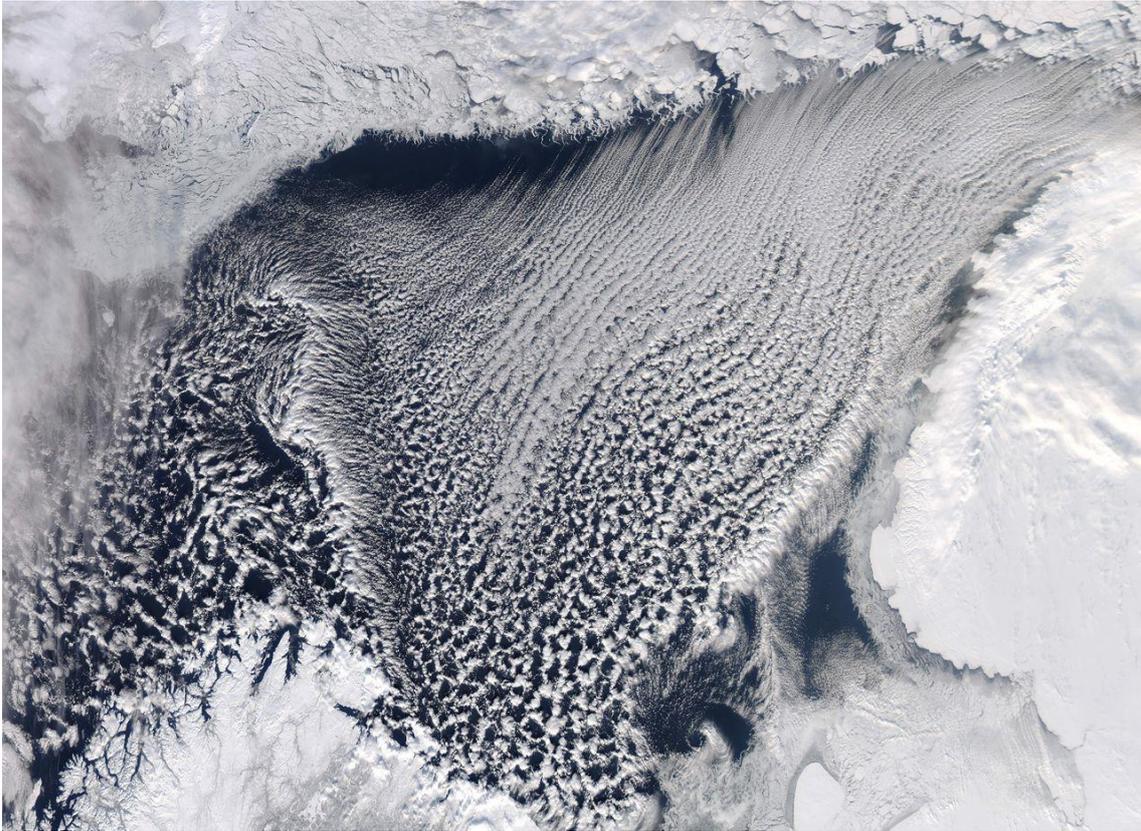
Artículo publicado originalmente en www.tiempo.com



Ciclón tropical con su característica forma en espiral

La Naturaleza nos brinda la oportunidad de observar una variedad casi infinita de formas de lo más diversas, muchas de las cuáles son de crecimiento. El principio de mínima energía dicta las reglas del juego en el medio natural, lo que da como resultado la diversidad morfológica que observamos a todas las escalas. El medio atmosférico no es una excepción y las formas geométricas que adoptan las nubes son un buen ejemplo de ello.

Los vórtices que tienen lugar en la atmósfera dan como resultado llamativas formas en espiral. A pequeña escala tenemos los tornados, las mangas marinas y las tolvaneras, que, con frecuencia, presentan una forma cónica. Todos estos fenómenos son generados por torbellinos, que en los dos primeros casos tienen su origen en la presencia de una rotación generada por una convergencia de vientos cruzados a cierta altura, que va propagándose hacia abajo, formando la característica nube embudo que nos permite observarlo. En el último caso, son las diferencias de temperatura a ras de suelo, las que dan origen al movimiento rotatorio del aire, evolucionando en este caso de abajo arriba.



Calles de nubes sobre el mar de Barents, fotografiadas por el espectrorradiómetro de imágenes MODIS del satélite Aqua de la NASA el 15 de marzo de 2018. ©NASA Earth Observatory

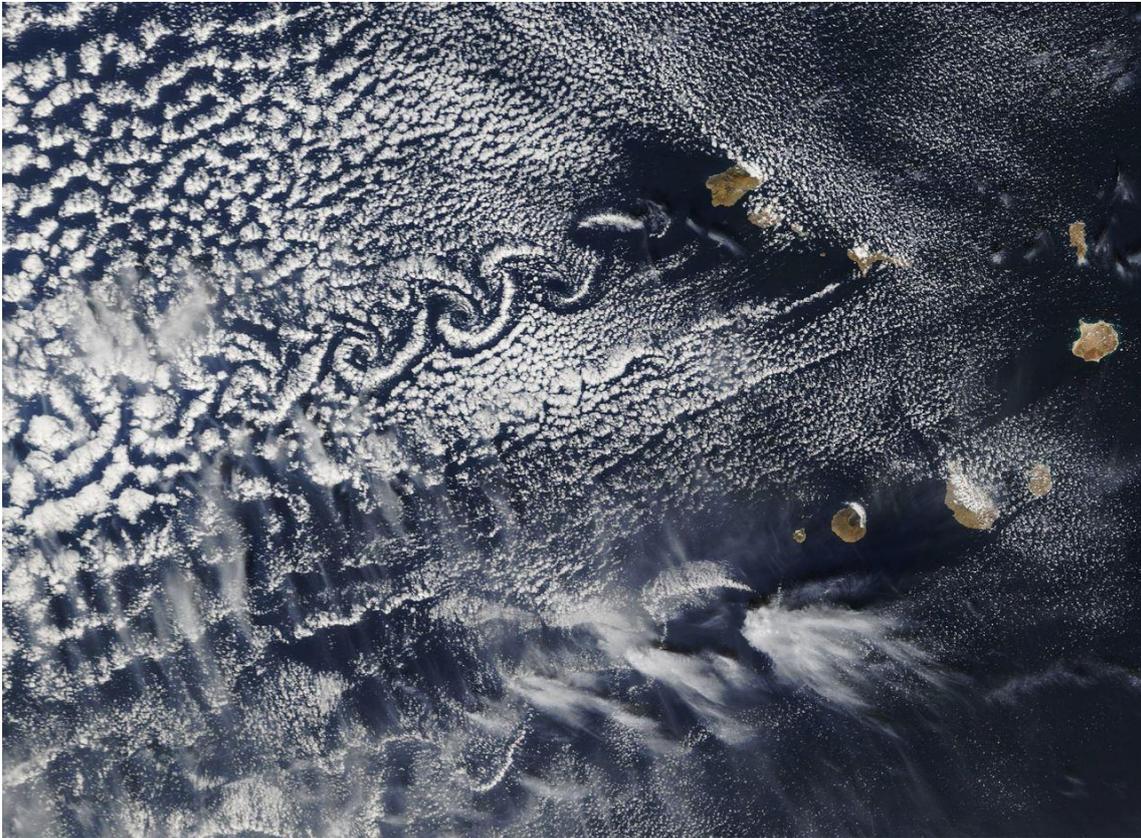
A mayor escala tenemos los ciclones y su característica forma en espiral. Es particularmente llamativa, por su simetría la de los ciclones tropicales (huracanes, tifones o ciclones, en función de la cuenca o subcuenca oceánica donde se formen). Dicha forma geométrica es el resultado de las fuerzas que en todo momento actúan sobre el aire, generándose la circulación ciclónica en las áreas de baja presión. Con relativa frecuencia la espiral resultante es logarítmica, lo que ocurre cuando la velocidad del aire en rotación alrededor del sistema forma un ángulo con las isobaras (campo de presión atmosférica) que apenas varía.

Otras formas nubosas muy llamativas a vista de satélite son las calles de nubes y las células de convección abiertas y cerradas, que adoptan las nubes sobre determinadas zonas marítimas. Son relativamente frecuentes cuando un aire muy frío, de origen polar o ártico discurre sobre unas aguas relativamente cálidas (y la capa de aire situada sobre ellas). Ese importante contraste térmico entre masas de aire da como resultado esos patrones nubosos. Por ejemplo, los desalojos de aire muy frío que ocurren todos los inviernos en Norteamérica, generan esas calles de nubes sobre los Grandes Lagos, produciéndose las potentes ventiscas y copiosas nevadas (de efecto lago) en las orillas enfrentadas al viento y situadas más al sur.

Arabescos a sotavento

Hemos hablado ya de vórtices y de calles de nubes, y ocasionalmente se combinan ambas circunstancias, dando como resultado unas estructuras nubosas ciertamente espectaculares y de gran belleza. Se trata de los vórtices de Von Kármán. Dichos

vórtices comenzaron a estudiarse en laboratorio, en líquidos como el agua, siendo posteriormente observados en la atmósfera, tanto en las nubes, como también bajo las alas de un avión o a sotavento de una bandera que está ondeando. En el caso de las nubes, adoptan la forma de vórtices en remolino y se distribuyen en hilera, formando calles a sotavento de una isla montañosa o un conjunto de ellas, llegándose a extender hasta varios centenares de kilómetros corriente abajo del obstáculo.



Vórtices de Von Kármán a sotavento del archipiélago de Cabo Verde, fotografiados por el espectrorradiómetro de imágenes MODIS del satélite Terra de la NASA el 20 de diciembre de 2020. © NASA Earth Observatory.

La rotura de un flujo continuo de aire (régimen de viento dominante en una determinada dirección) genera diferencias de presión a sotavento que dan como resultado un flujo turbulento, de manera tal que se disponen de forma alterna vórtices ciclónicos y anticiclónicos, según un patrón que se va repitiendo. La configuración en cada caso, así como el que se forme o no el patrón, depende principalmente de la intensidad del viento y de los cambios que experimente su dirección. Este fenómeno resonante se llama así en honor al matemático, físico e ingeniero aeroespacial húngaro Theodore von Kármán (1881-1963), que destacó por sus estudios de mecánica de fluidos y aerodinámica.

El hexágono de Saturno

Dejamos para el final la forma geométrica más sorprendente que podemos observar en la atmósfera, pero no en terrestre, sino en la del planeta Júpiter. Se trata de un patrón nuboso persistente situado alrededor del polo norte de ese gigante gaseoso, con forma de hexágono. Fue fotografiado por primera durante el acercamiento de las sondas Voyager 1 y 2, a principios de los años 80 y ya por entonces pudo comprobarse que la

dinámica del hexágono es independiente de la rotación del planeta. Más cerca en el tiempo, tanto el telescopio espacial Hubble como la sonda Cassini han fotografiado el hexágono. Las imágenes de Cassini (como la que acompaña estas líneas) son las de mayor resolución y han permitido establecer distintas hipótesis sobre la razón de ser de ese gigantesco vórtice y su caprichosa geometría.

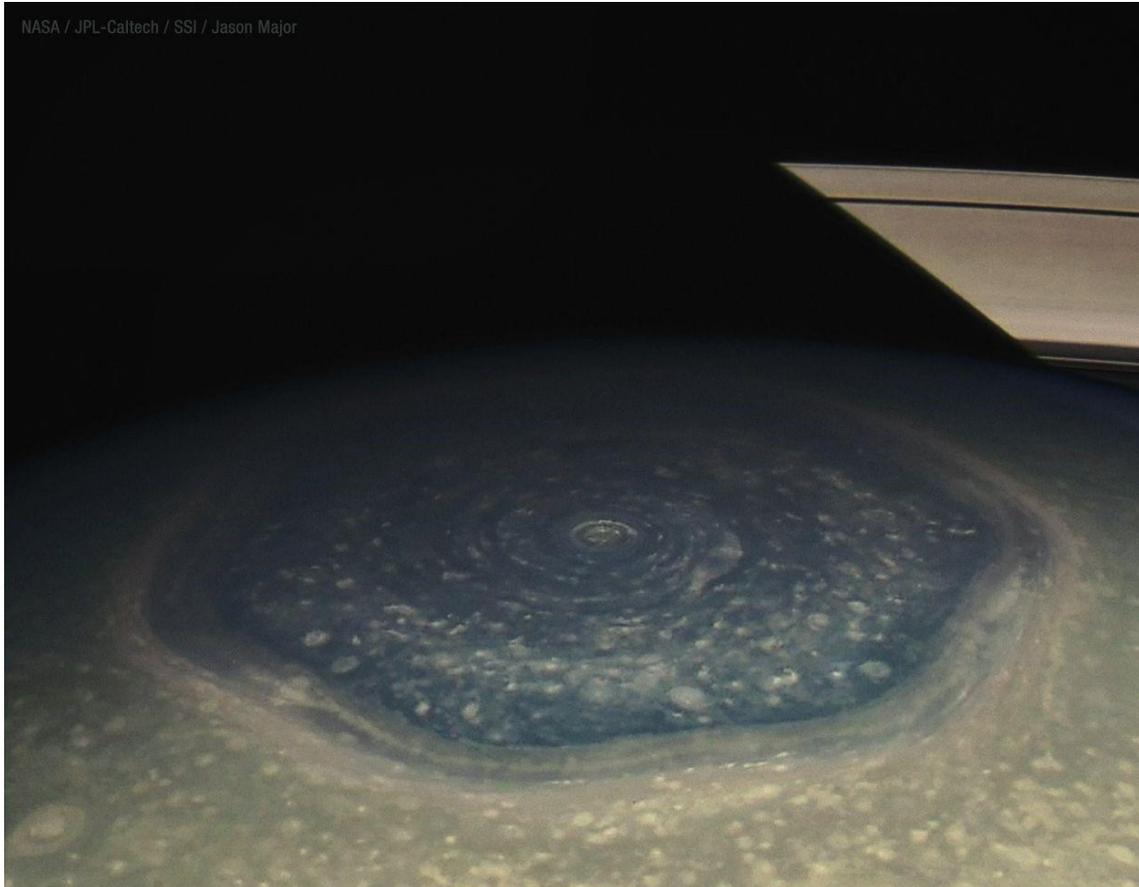


Imagen a color del hexágono del polo norte de Saturno, procesada a partir de una fotografía de la sonda planetaria Cassini. © NASA/JPL-Caltech/SSI/ Jason Major.

Inicialmente se pensó en una intensa corriente en chorro muy estable, a diferencia de los dos chorros polares que en la Tierra (uno en cada hemisferio), que son sinuosos y cambiantes. Tan sólo en determinados momentos domina en el chorro polar (terrestre) una circulación zonal, sin presentar grandes meandros (alternancia de profundas vaguadas y grandes dorsales).

Allí en Saturno se piensa (por experiencias llevadas a cabo en laboratorio) que en la zona donde se localiza el hexágono hay un importante gradiente latitudinal en la velocidad de los vientos, lo que mantiene estabilizado ese patrón de circulación atmosférica. En Saturno soplan los vientos más intensos de todos los planetas del Sistema Solar. Alcanzan hasta los 2.000 km/h, y todo apunta a que en esa divisoria que marca el hexágono hay un cambio importante en la intensidad de los mismos.