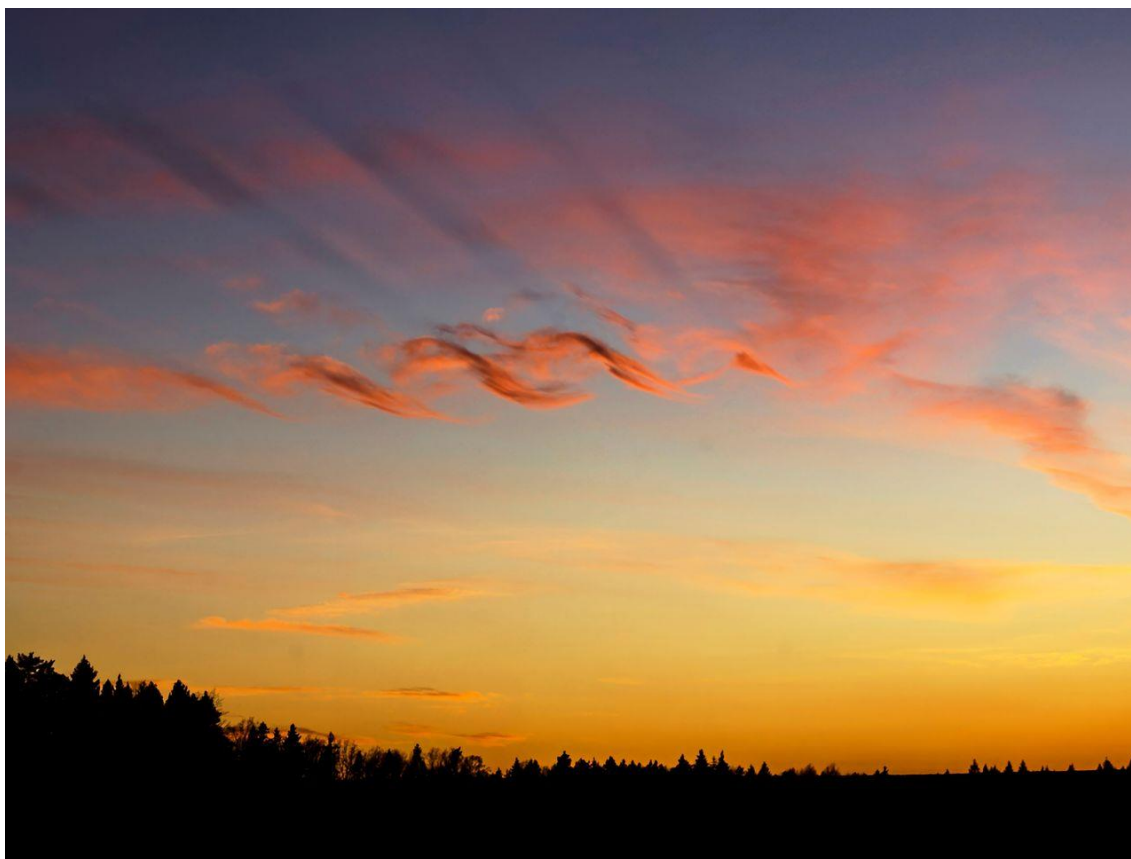


Escalas en meteorología y su acoplamiento espacio-temporal

José Miguel Viñas

Artículo publicado originalmente en www.tiempo.com



Los fenómenos ondulatorios, lo mismo que los vórtices son comunes en la atmósfera, apareciendo a todas las escalas. En la imagen vemos el rasgo nuboso llamado fluctus, debido a una inestabilidad de Kelvin-Helmholtz.

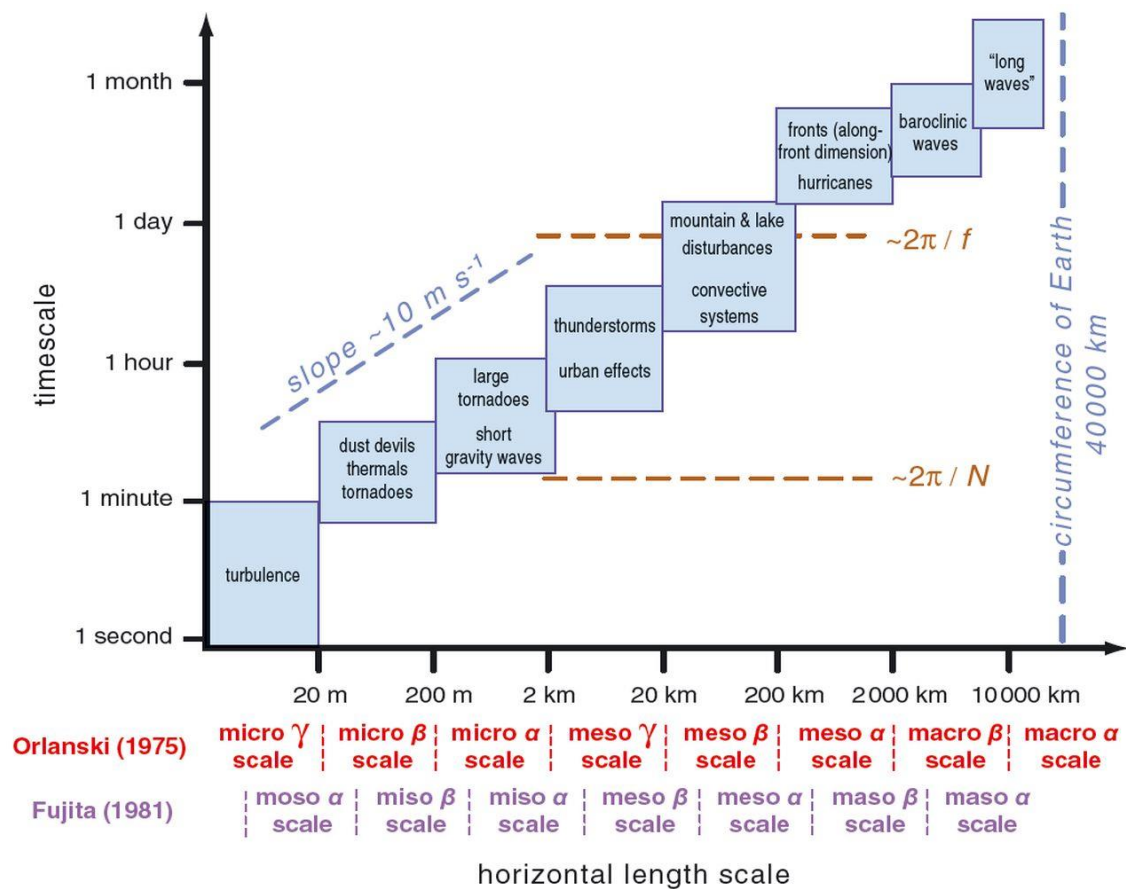
Cualquier fenómeno atmosférico que se nos ocurra, desde el más grande al más pequeño, tiene su escala espacial característica y su tiempo de vida medio. Simultáneamente, en la atmósfera conviven fenómenos multiescalares muy variados, entremezclados entre ellos. La predicción de uno de ellos es particular solo es posible para un horizonte temporal acorde a sus dimensiones.

Pensemos, por ejemplo, en una borrasca (ciclón extratropical) y en una tormenta ordinaria (local). Mientras que la primera ocupa una superficie de miles de kilómetros cuadrados y suele durar varios días, el tamaño de la segunda es de unas decenas de kilómetros cuadrados a lo sumo y su duración es inferior a una hora. De lo anterior deducimos que la escala espacial está acoplada a la temporal, de tal forma que cada fenómeno meteorológico presenta dos escalas características.

La clasificación de Orlanski

Basándose en principios físicos-meteorológicos, en 1975 el meteorólogo Isidoro Orlanski propuso una clasificación de escalas meteorológicas en función de las dimensiones espaciales horizontales o de la longitud de onda característica y de la

duración media de los sistemas atmosféricos. Esta clasificación está ampliamente aceptada entre la comunidad meteorológica, aunque el también meteorólogo Tetsuya Fujita (1920-1998) propuso una ligeramente distinta en 1981.



Escalas temporales y espaciales de los diferentes fenómenos meteorológicos que tienen lugar en la atmósfera. Fuente: <http://twister.caps.ou.edu/>

En la parte inferior de la figura que acompaña a estas líneas vemos las subdivisiones propuestas por ambos meteorólogos. La microescala es la menor de las escalas. Los fenómenos más pequeños cubiertos por ella —por la micro- γ , según la división de Orlandi tienen unos tamaños comprendidos entre unos cuantos centímetros (pequeños remolinos turbulentos) y varios metros (turbulencia de mayor envergadura, penachos de humo). Con tamaños entre las decenas y el centenar de metros (como el que tienen las tolvaneras) tenemos la micro- β , mientras que el rango superior de la microescala (micro- α) engloba fenómenos meteorológicos con dimensiones horizontales de hasta un par de kilómetros, como las pequeñas ondas de gravedad, la convección profunda o los tornados.

La escala intermedia es la mesoescala y engloba desde los fenómenos atmosféricos de unos pocos kilómetros de extensión, como las tormentas, hasta los que alcanzan varios centenares, como una línea de turbonada, un ciclón tropical o un sistema convectivo de mesoescala (SMC). Tal y como vemos en la figura, Orlandi propuso una división de la mesoescala en tres subescalas: 1) meso- γ (entre 2 y 20 km); 2) meso- β (entre 20 y 200 km); y 3) meso- α (entre 200 y 2000 km). Esta última subescala se solapa con la escala sinóptica y cubre fenómenos cuyos tamaños están en el límite entre ambas.



Los ciclones tropicales son fenómenos mesoescalares, con un tamaño del orden de centenares de kilómetros y una duración media de días a semanas.

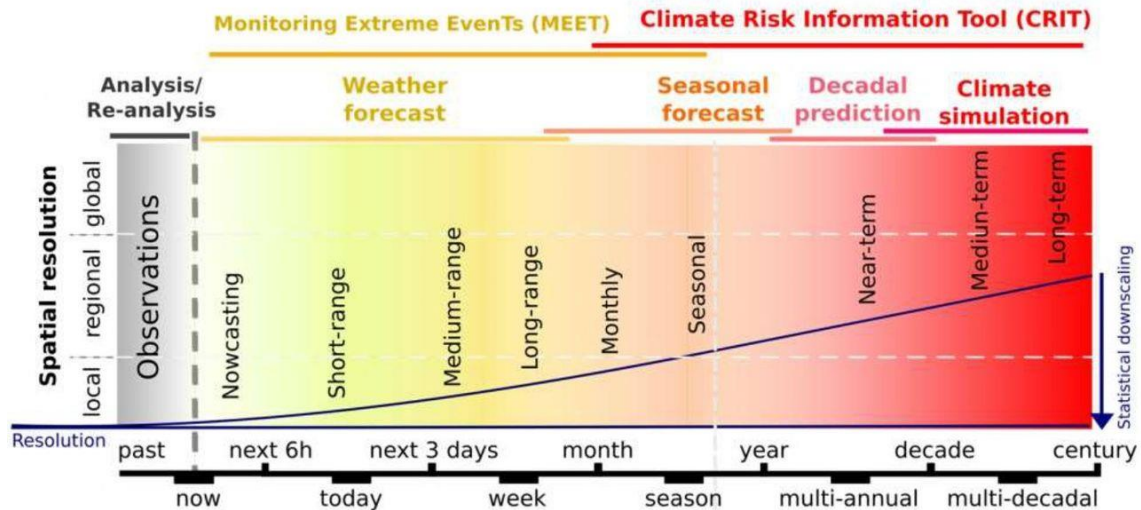
La citada escala sinóptica engloba a los sistemas y estructuras atmosféricas con dimensiones típicas horizontales desde varios centenares hasta unos pocos miles de kilómetros, y una duración de días a semanas. Las borrascas, los anticiclones, los ciclones tropicales o los frentes son varios ejemplos de fenómenos de esta escala solo superada por la macroescala o escala planetaria, en la que tenemos las ondas de Rossby, que recorren de oeste a este cada uno de los dos hemisferios terrestres en latitudes medias.

Las escalas de predicción

Tal y como ya hemos señalado, la predicción de un determinado fenómeno meteorológico debe de ser coherente con la escala espacial y temporal del mismo. Solo así podemos entender lo que ofrece cada tipo de predicción que ofrecen los distintos modelos numéricos; desde el *nowcasting* hasta las predicciones a largo plazo y las climáticas, en las que se basan las proyecciones de cambio climático que plantea el IPCC en sus informes de evaluación.

Los fenómenos de microescala quedan fuera de la capacidad predictiva de los modelos, ya que su pequeño tamaño queda por debajo de la resolución espacial de los mismos. De todos esos fenómenos, los de la subescala micro- α , como el tornado, pueden tratar de anticiparse, mediante la vigilancia de las observaciones de radar y satélite. El *nowcasting* es también una herramienta clave para anticipar posibles inundaciones relámpago (*flash flood*), lo que también requiere disponer de información hidrológica en tiempo real y tener un buen conocimiento del territorio.

Los modelos mesoescalares proporcionan tanto predicciones a muy corto plazo (de 0 a 12 horas) como a corto plazo (< 72 h) y en los últimos años han ido ganando en prestaciones, gracias a la mayor resolución espacial (tamaño de la malla) que han ido alcanzando y a las mejoras en las simulaciones de procesos físicos complejos, todo ello paralelamente a la cada vez mayor capacidad de cálculo de los superordenadores.



ESCALAS TEMPORALES DE PREDICCIÓN

La escala espacial de los fenómenos meteorológicos (eje vertical) está correlacionado con la escala temporal de los mismos.

Subiendo en la escala tenemos las predicciones a medio plazo (3 a 10 días), proporcionadas por modelos globales, las subestacionales o de plazo extendido (semanales), que ofrecen los modelos globales acoplados de atmósfera y océano, ya que se alimentan de datos como la temperatura superficial del agua del mar, lo mismo que las predicciones estacionales, que ofrecen tendencias de temperatura y humedad hasta 3 meses vista, con resoluciones de 100-200 kilómetros.