

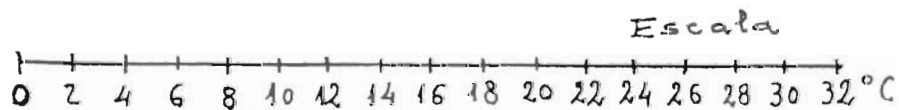
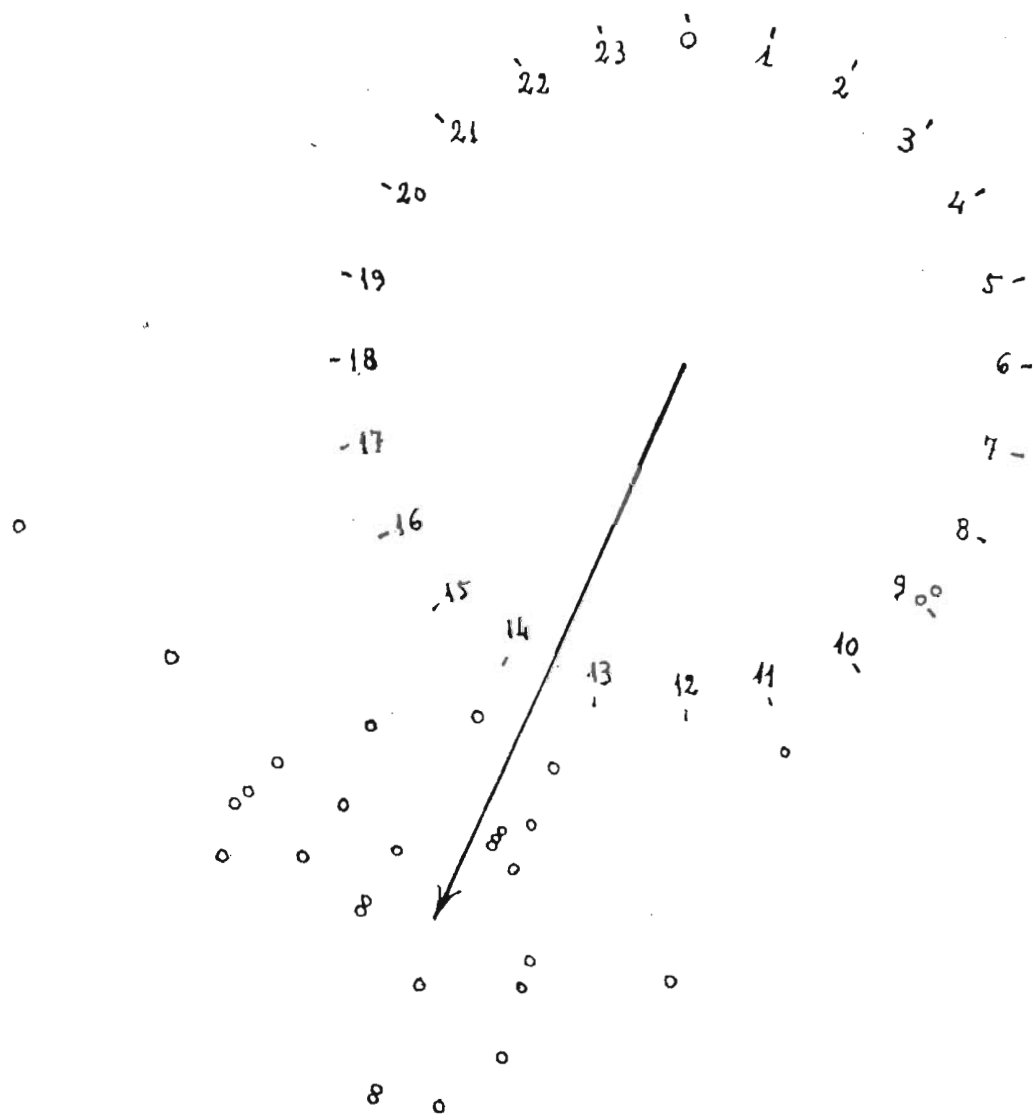
## Las temperaturas extremas son vectores

Por JOSE MARIA JANSA GUARDIOLA  
Meteorólogo

Las variables meteorológicas auténticamente escalares como la presión y la temperatura se ajustan, como es sabido, a una distribución de frecuencias que coincide sensiblemente con la ley de errores de Gauss, pero para ello es necesario que cada observación haya sido efectuada en condiciones perfectamente comparables para todas ellas y entre estas condiciones son de suma importancia, aparte la identidad de lugar, que naturalmente es imprescindible, la fecha y la hora. Concretando, podemos decir que una serie de temperaturas obtenidas todas a las siete de la mañana del día 1 de enero en años sucesivos constituye una serie suficientemente homogénea para ser sometida al análisis estadístico: a cada año le corresponde un sólo término y el conjunto es comparable con el de las medidas experimentales de una magnitud constante: en principio no hay razón para que todos los resultados no sean iguales, pero la experiencia demuestra que ni en un caso ni en otro lo son, y tanto en un caso como en otro dichos resultados parecen oscilar desordenadamente (al azar) alrededor de un cierto valor central, la **medida exacta** y la **temperatura normal** respectivamente. No parece, pues, injustificado suponer que la distribución de frecuencias, y en el límite estadístico, la de probabilidades, obedecen a la misma ley. Repetimos que la experiencia no desautoriza esta inducción.

Consideremos ahora las temperaturas máximas correspondientes al mismo día de una serie de años sucesivos. A cada año le corresponde también un sólo término y al parecer se puede repetir el mismo razonamiento de antes y concluir que las temperaturas máximas (y digamos lo mismo de las mínimas) a fecha fija deben obedecer en su distribución frecuencial a la ley de Gauss. Sin embargo, ahora la experiencia dice que no: las temperaturas extremas se apartan sensiblemente de la ley de errores y para representar adecuadamente los resultados experimentales ha sido necesario acudir a fórmulas bastante más complicadas.

Creemos que la causa de este fracaso hay que buscarla en la naturaleza no escalar de las temperaturas extremas. La temperatura máxima del día 1 de enero no ocurre todos los años a la misma hora; para definir por completo la temperatura máxima de un día determinado es necesario dar dos medidas: el valor y la hora, y como esta segunda variable es cíclica y se



puede convertir en ángulo, resulta que la temperatura máxima sólo queda bien representada dando el valor absoluto y el argumento; es decir, un vector. Por ejemplo, si la temperatura máxima de cierto día ha sido de  $24^{\circ}$  C. a las 14 horas 30 minutos, el vector representativo que le corres-

ponde tendrá una longitud de 24 (a escala) y un azimut de  $210^\circ$  ( $360^\circ \cong 24$  horas).

De acuerdo con estas ideas, la distribución de frecuencias de la temperatura máxima a fecha fija para un gran número de años podrá obedecer a la ley de Gauss en dos dimensiones, como sucede con las frecuencias del viento y con la dispersión de los impactos alrededor de la diana en el tiro al blanco. Cuando se pretende analizar la dispersión de los valores absolutos suprimiendo artificialmente la dirección (la hora), no es de extrañar que se pierda la normalidad de la distribución.

Sin embargo, hay una diferencia importante entre el viento y la temperatura máxima, y es que en el caso del viento el azimut barre los  $360^\circ$ , mientras que la hora en la que tiene lugar, con rarísimas excepciones, la temperatura máxima, queda encerrada dentro de un sector bastante estrecho. Esto explica que la discrepancia entre la distribución de la fuerza del viento y la distribución normal lineal sea mucho más acentuada que para la temperatura máxima, y que en el último caso la ley de Gauss resulte todavía muy útil como primera aproximación.

En el caso de la racha máxima del viento, la cosa es aún peor. ésta es una magnitud de tres dimensiones, un vector en el espacio, cuyas componentes en coordenadas esféricas son: la hora (azimut), la dirección (distancia zenital) y la intensidad o fuerza (distancia al origen). Por eso este elemento, tan interesante en Climatología, se resiste todavía más a encajar en el esquema de la ley lineal de errores y no se adapta ni siquiera a las leyes especiales propuestas para las temperaturas extremas, habiéndose tenido que optar por otras soluciones, todavía más complicadas.

Como complemento de esta rápida exposición damos en la adjunta figura en diagrama polar la situación de los 30 puntos que representan las temperaturas máximas del día 15 de mayo en Madrid durante el último treintenio (1937-1966). Se ve perfectamente la concentración de estos puntos hacia un punto central que representa la temperatura máxima normal de dicho día, según la citada muestra de 30 años. Dicha temperatura máxima normal vale, pues,  $23,8^\circ$  C. a las 13 h. 35 min. La media de los valores absolutos, prescindiendo de 5 puntos aberrantes, es de  $23,4^\circ$  C. (Ver gráfico adjunto.)

TEMPERATURA MAXIMA EL DIA 15 DE MAYO.—MADRID

(Período 1937 - 1966)

| A Ñ O S     | GRADOS | HORA | MINUTOS |
|-------------|--------|------|---------|
| 1937 .....  | 24,2   | 12   | 10      |
| 1938 ... .. | 20,0   | 13   | 30      |
| 1939 ... .. | 21,6   | 15   | 00      |
| 1940 ... .. | 16,0   | 14   | 00      |
| 1941 ... .. | 24,5   | 14   | 30      |
| 1942 ... .. | 22,0   | 14   | 00      |
| 1943 ... .. | 28,2   | 13   | 00      |
| 1944 ... .. | 25,5   | 13   | 00      |
| 1945 ... .. | 27,0   | 17   | 00      |
| 1946 ... .. | 15,8   | 11   | 00      |
| 1947 ... .. | 19,9   | 13   | 30      |
| 1948 ... .. | 20,9   | 13   | 15      |
| 1949 ... .. | 13,0   | 8    | 45      |
| 1950 ... .. | 19,0   | 13   | 15      |
| 1951 ... .. | 18,8   | 14   | 45      |
| 1952 ... .. | 24,4   | 13   | 00      |
| 1953 ... .. | 24,7   | 15   | 00      |
| 1954 ... .. | 12,9   | 9    | 00      |
| 1955 ... .. | 23,2   | 15   | 00      |
| 1956 ... .. | 24,3   | 14   | 00      |
| 1957 ... .. | 26,2   | 14   | 00      |
| 1958 ... .. | 21,8   | 14   | 30      |
| 1959 ... .. | 26,2   | 13   | 30      |
| 1960 ... .. | 16,6   | 13   | 15      |
| 1961 ... .. | 30,7   | 13   | 15      |
| 1962 ... .. | 20,4   | 13   | 30      |
| 1963 ... .. | 24,7   | 14   | 00      |
| 1964 ... .. | 31,0   | 13   | 30      |
| 1965 ... .. | 31,2   | 13   | 30      |
| 1966 ... .. | 22,9   | 16   | 00      |