

Envío: 28-04-2013

Aceptación: 10 -05-2013

Publicación: 30-05-2013

# LA METERELOGIA: CONCEPTOS BÁSICOS AL ALCANCE DE TODOS

---

## **THE METEOROLOGY: BASIC CONCEPTS TO ALL**

Juan Luis Mahiques Zaragoza<sup>1</sup>

1. Geógrafo. Licenciado en Geografía por la Universidad de Alicante

## RESUMEN

En los últimos años, los asuntos del tiempo y del clima han despertado un interés inusitado en la comunidad científica, dicho interés ha ido trasladándose de forma continuada a la opinión pública. Antiguamente se decía que cuando no había de qué hablar, siempre quedaba el recurso del tiempo. Pero hoy las cosas van mucho más allá, ya no es sólo la sociedad científica la que se interroga ante las frecuentes cambios radicales que se producen en la atmósfera, cambios se perciben como amenazantes; también la sociedad civil se está apasionando por el asunto y son muchas las personas aficionadas a la meteorología las que empiezan a aparecer por todo el mundo. Es por eso por lo que tiempo y clima es hoy uno de los grandes temas “estrella” de la investigación más puntera en casi todos los países.

## ABSTRACT

In the last years, the issues of weather and climate have attracted an unusual interest in the scientific community, this interest has been continuously moving public opinion. Aforetime It was said that when there was nothing to talk about, there was always the resource of the weather. But today things are much further, and not just scientific society which is interrogated by frequent radical changes that occur in the atmosphere, changes are perceived as threatening, also civil society is getting impassioned on the matter and are many people interested in meteorology which begin to appear around the world. That's why weather and climate is today one of the “star” themes of the tech tip research in almost all countries.

## PALABRAS CLAVE

Meteorología, atmósfera, estación meteorológica, mapa del tiempo, instrumentos meteorológicos.

## KEY WORDS

Meteorology, atmosphere, weather station, weather map, meteorological instruments.

## INTRODUCCIÓN

Todos podemos ser un poco meteorólogos. Basta con observar algunos de los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor para poder intuir el tiempo que va a hacer durante las próximas horas. ¿Sabía que se puede calcular la temperatura del aire simplemente contando los chirridos que emite un grillo o que el punto del arroz de su paella depende, entre otras cosas, de la presión atmosférica?

Aunque no lo parezca, la meteorología es una de las ciencias más complejas que existen y, posiblemente, la que más influye en el día a día del ser humano. En España y otros países del mundo somos muchas las personas que, a diario, dependemos del tiempo. Por un lado, quienes viven en la ciudad, por falta de tiempo libre, tienen que planificar al dedillo sus actividades al aire libre. Por otro, las personas que viven directamente de la tierra o del mar dependen en gran medida del tiempo para subsistir. En cada rincón del planeta, el tiempo es a diario tema de conversación, ya sea porque mañana puede ser aconsejable llevar el paraguas o la gabardina a mano o porque el sol va a ser tan fuerte que sea recomendable aplicarse una crema solar de factor 15.

Los que se dedican a estudiar, entender y comunicar la meteorología son personas que disfrutan de ella cada minuto, pero tengo que reconocer que el que se dedica a predecir el tiempo suele tener una función bastante desagradecida. Cuando se cuenta el tiempo que va a hacer al día siguiente todos escuchan atentos y planean según lo que se predice para ese viaje que llevan tanto tiempo esperando realizar o para el fin de semana. A veces, es verdad que se equivocan y toca escuchar a aquello de: “el hombre del tiempo siempre se equivoca”. Sin embargo, raras son las ocasiones en las que ante un pronóstico acertado, cosa que hoy en día ocurre con relativa frecuencia, reciben una felicitación, o por lo menos un recordatorio de que efectivamente llovió o hizo sol. En general, los comentarios que suelen llegar son más bien para recordar que el pronóstico anunciado no se ha cumplido. Ya sé que no vale la conocida excusa de que la meteorología es una ciencia compleja cuando los pronósticos no se cumplen, pero lo cierto es que hacer una predicción meteorológica hoy en día y, sobre todo, en un país geográficamente tan complejo como España no resulta fácil.

La pregunta que más escucha el que se dedica a predecir el tiempo es: “¿qué tiempo hará mañana?”. Esta pregunta recibe una respuesta cada vez más rápida y exacta gracias al perfeccionamiento de las herramientas informáticas, a la mejor formación de los profesionales y a los avances que se han hecho en la investigación de la atmósfera y los océanos. Al mismo tiempo, es muy común que las predicciones meteorológicas realizadas por observadores del tiempo en su propia localidad, prescindiendo de tecnología sofisticada, puedan ser incluso más acertadas que las que realiza un meteorólogo. En España esta “meteorología popular” tiene mucha aceptación, generación tras generación, los hombres del campo y del mar han sabido interpretar las señales del cielo para vaticinar con acierto los cambios del tiempo, aunque sea a escala local. De hecho, con el paso del tiempo, las observaciones populares del comportamiento de la atmósfera han quedado

plasmadas en un sinfín de refranes que todavía hoy anticipan la llegada de lluvias, calor, frío o viento.

Es curioso cómo escuchamos con cierta frecuencia la expresión “mañana sol y buen tiempo” de la boca de meteorólogos y presentadores del tiempo en los medios de comunicación. Pero es conveniente recordar que lo que denominamos “buen tiempo” nunca complace a todo el mundo. Mientras unos identifican un día de buen tiempo con sol radiante y temperaturas relativamente suaves o incluso calurosas, para otros ese mismo pronóstico puede representar un mal. Un buen ejemplo es el caso del agricultor, que sueña con una jornada lluviosa más que con sol y calor cuando la cosecha lo requiere. El caso es que, como se suele decir, nunca llueve a gusto de todos.

Con todo esto, espero ayudar a través de estas líneas a entender mejor el tiempo a través de una serie de conceptos básicos que no entrañan ningún misterio, apasionarse con sus complejos fenómenos y así acercar la meteorología a las personas para que se den cuenta que no hace falta ser meteorólogo para conocer y predecir el tiempo.

## 1. TIEMPOS PASADOS

El tiempo siempre ha sido uno de los factores que han condicionado de manera decisiva la evolución del hombre. Por ejemplo, durante largos periodos de sequía, la ausencia de agua limitaba el crecimiento y madurez de las plantas, lo que provocaba un descenso en el volumen de las cosechas y favorecía la migración de animales de caza a zonas más frondosas. Ante esta escasez de alimentos, el hombre se veía forzado a convertirse en nómada, llevando a cabo unos desplazamientos que, en efecto, estaban determinados principalmente por las condiciones atmosféricas.

Como respuesta a esta gran vulnerabilidad respecto a los cambios meteorológicos, el ser humano fue desarrollando sus instintos respecto al medio ambiente. Conocer los mecanismos naturales que le rodeaban le sería de gran utilidad a la hora de prever olas de calor, lluvias torrenciales, heladas y otros fenómenos meteorológicos extremos que le deparaba el cielo. El primer descubrimiento del hombre acerca del tiempo fue que éste solía presentarse en ciclos que coincidían con la posición de algunos planetas y estrellas así como con las fases de la Luna. Gradualmente se fue acumulando la sabiduría popular al respecto y se elaboraron refranes y dichos extraídos de las relaciones entre el tiempo y los fenómenos naturales asociados, como la caída de la hoja o el vuelo de los pájaros. Muchos de ellos, sin embargo, no se basaban en la observación de la realidad sino más bien en la superstición y la mitología. A raíz de la invención de la escritura, en el año 3000 a.C. se inició la recopilación de los numerosos conocimientos meteorológicos que habían sido adquiridos hasta la fecha.

### 1.1 LOS PRIMEROS HOMBRES DEL TIEMPO

La popularidad de la meteorología se remonta a las más antiguas civilizaciones, los primeros hombres del tiempo fueron los sacerdotes y chamanes de los primeros pueblos, cuya función principal era la de controlar la “ira de los dioses”, ya que éstos detentaban el dominio absoluto sobre la totalidad de los fenómenos naturales. En muchos casos la popularidad e incluso la propia supervivencia de estos personajes dependían del buen tiempo que consiguieran atraer al pueblo en determinadas estaciones del año. En efecto, en aquella época un pronóstico erróneo le podía, literalmente, costar la cabeza a la persona encargada de predecir o casi modificar el tiempo. No es ninguna tontería si afirmamos que, en sus inicios, los primeros meteorólogos tenían una profesión que la podemos considerar de “alto riesgo”.

Si nos remontamos al Antiguo Testamento, hallaremos igualmente datos relacionados con el estado de la atmósfera, en este sentido, cabe destacar la descripción de las plagas que ofreció Moisés a los antiguos faraones. Gracias a fragmentos como éstos sabemos que por aquel entonces también se producían cambios atmosféricos drásticos. Pero, en todo caso, los meteorólogos bíblicos más destacados fueron José y Noé, según el libro del Génesis, en Egipto se realizó una de las predicciones meteorológicas a largo plazo más recordadas en la historia de esta ciencia, José interpretó los sueños del faraón en los que aparecía siete vacas gordas y siete flacas como una premonición de que tras siete años de prosperidad

llegarían otros siete de hambruna. El consejo de José de almacenar en tiempos de abundancia para abastecer en épocas de adversidad se mantiene hoy vigente en aquellas zonas que son propensas a periodos de sequía prolongados. Por otro lado, cabe destacar la predicción del Diluvio Universal que efectuó Noé cuando éste fue alertado por Dios.

Entre los pioneros de la observación meteorológica se encuentran los babilonios, quienes alrededor del 2000 a.C. vigilaban atentamente el Sol y la Luna buscando la formación de halos a su alrededor. Un halo alrededor del Sol les advertía de la posibilidad de lluvia a corto plazo, y si el halo rodeaba la Luna, las lluvias serían más duraderas, mientras que si esta situación se producía cuando Marte coincidía dentro del halo, se esperaba tiempo catastrófico. Con el paso del tiempo se comprobaría que estas predicciones no eran del todo erróneas. Sin embargo, a pesar del afán por conocer la atmósfera y predecir sus fenómenos, muchas de las antiguas civilizaciones asociaban los avatares de la atmósfera con manifestaciones del poder divino. Durante épocas de sequía o inundaciones se ofrecían sacrificios animales e incluso humanos para satisfacer a los dioses, con la esperanza de que éstos pusieran fin al mal tiempo. En la mitología griega figuraban numerosos dioses que controlaban el tiempo, como es bien sabido, el soberano de los cielos era Zeus, quien gobernaba las nubes, la lluvia y los truenos. Helios era el dios del Sol y Eolo el del viento. Durante la edad de oro de la cultura griega, Aristóteles se convirtió en el gran sabio de la meteorología, en su tratado titulado *Meteorológica* describió todo aquello relacionado con el cielo, el aire, el mar y la tierra. De hecho, fue el título de este libro el que dio origen a la palabra “meteorología”, la ciencia que estudia los fenómenos atmosféricos. Un discípulo de Aristóteles, Teofrasto, provocó un conflicto entre religión y ciencia al publicar su obra *Los signos del tiempo*, en ella se recogían todo tipo de indicadores del tiempo basándose en una constante observación de la atmósfera. Más tarde, esta tarea la complementaron científicos musulmanes, que contaban con nuevos métodos para la predicción del tiempo fundamentados en el movimiento y los eclipses de estrellas, planetas, el Sol y la Luna. Pero es importante destacar que una de las civilizaciones que más atención prestaba al comportamiento del cielo fue la griega, antes de emprender una batalla los políticos consultaban a los sacerdotes para saber si las condiciones atmosféricas les acompañarían en la batalla. Es un hecho que a lo largo de la historia muchas batallas se han perdido por no tener en cuenta las condiciones meteorológicas.

Como podréis observar, la meteorología es una ciencia que lleva estudiándose desde el principio de los tiempos con los métodos y conocimientos de los que se disponía en cada época histórica, teniendo una importancia y repercusión de gran calado en la sociedad, por lo tanto no es de extrañar que con el paso del tiempo y con la mejora de los instrumentos necesarios para el estudio de la meteorología, esta ciencia pueda estar al alcance de todos y podamos disfrutar de ella.

## 2. PREDICIENDO EL TIEMPO

¿Cuántas veces han oído a un meteorólogo explicar, tras un pronóstico desacertado que la meteorología “es una ciencia inexacta” y que por eso “uno no siempre se puede fiar de los datos con los que trabaja”? Aunque puedan parecer meras excusas, estas explicaciones se

corresponden de algún modo con la realidad: parte de los errores que se cometen se atribuyen a la complejidad de esta ciencia de la atmósfera, sin embargo, es cierto que la interpretación que haga cada uno de los mapas del tiempo también desempeña un papel fundamental en este asunto.

Durante los últimos años, los modelos de predicción empleados para conocer la evolución de la atmósfera para un número determinado de días se ha perfeccionado, aunque con unas limitaciones por muchos conocidas, ya que los cálculos que realizan estos modelos numéricos son menos exactos cuanto mayor sea el periodo de tiempo para el que se realiza dicho pronóstico. Sin embargo, para los que conocen y practican la meteorología popular, no existe mejor y más exacto pronóstico que el de la vista y el olfato, es decir, el de la observación pura y dura.

## 2.1 ¿CÓMO SE PREDICE EL TIEMPO?

Mis profesores de universidad solían afirmar que para realizar un pronóstico sencillo simplemente basta con asomarse a la ventana: si la visibilidad es de unos 20 kilómetros y no hay una sola nube en el cielo, puedes apostar con toda tranquilidad a que no lloverá durante la próxima media hora. Así cualquiera, ¿verdad? Pues no es tan sencillo como parece.

Para comprender la complejidad de esta ciencia, resulta imprescindible tener en cuenta que las predicciones de los meteorólogos dependen de innumerables recursos humanos. En primer lugar, es necesario recopilar los datos meteorológicos de miles de estaciones meteorológicas pertenecientes a las diferentes organizaciones nacionales e internacionales distribuidas por todo el planeta. Estos datos deben ser precisos, pues de lo contrario pueden provocar errores importantes a la hora de realizar los cálculos necesarios. Aun así, lo cierto es que día a día ha mejorado la calidad de la instrumentación a la vez que se ha construido una red de estaciones cada vez más completa, y eso, en definitiva, favorece la calidad de las predicciones meteorológicas.

## 2.2 EL MAPA DEL TIEMPO, TRAZANDO LAS ISOBARAS

Hasta no hace mucho los mapas del tiempo se dibujaban a mano, pero con los avances de la informática, hoy en día son los ordenadores los que en cuestión de minutos trazan miles de líneas y letras sobre un pedazo de papel para que los meteorólogos realicen sus predicciones. Es más, los ordenadores no sólo se encargan de trazar sobre papel los datos recopilados, sino que también los analizan y realizan predicciones a gran velocidad, esto es conocido como “predicciones numéricas del tiempo. Sin embargo, dado que las variables atmosféricas cambian de forma continua, los meteorólogos han diseñado lo que se suele conocer como “modelo atmosférico”. Las entrañas de estos modelos las componen ecuaciones matemáticas que describen las principales variables de la atmósfera: la temperatura, la presión atmosférica y la cantidad de vapor de aire y cómo pueden

evolucionar con el paso del tiempo. Aunque no representan exactamente la realidad, se aproximan bastante en sus cálculos al comportamiento de la atmósfera. Para ejecutar estos complejos modelos de cálculo es necesario un ordenador de alta velocidad, capaz de realizar numerosos cálculos en poco tiempo y de almacenar muchos datos. El modelo calcula la evolución de la atmósfera a diferentes alturas y para diferentes periodos de tiempo, aunque cuanto mayor sea el intervalo de tiempo mayor podría ser el error de cálculo. El resultado final de todo ello es un mapa indicando la posición de frentes, borrascas y anticiclones junto con la posición de las isobaras. Queda claro que el ordenador realiza los cálculos y dibuja los mapas con mucha más velocidad y precisión que uno que podría hacerlo a mano –un superordenador puede realizar más de un billón de cálculos por segundo-, por dar un ejemplo, un pronóstico de 24 horas para el hemisferio norte lo puede calcular un ordenador de gran potencia en cuestión de horas, mientras que la misma tarea hecha a mano supondría el esfuerzo de un grupo de meteorólogos trabajando sin cesar con sus calculadoras durante varios años, para cuando se hubiera compuesto el mapa, el tiempo de ese día en particular formaría ya parte de la historia. Con estos datos del ordenador, la experiencia a la hora de interpretar mapas meteorológicos y conocimientos sobre la geografía de la zona concreta, se pueden realizar buenos pronósticos para informar al público con bastante precisión del tiempo que se van a encontrar durante las horas inmediatas.

## 2.3 LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Los instrumentos meteorológicos son cada día más precisos, y esa precisión es la que día a día permite a los meteorólogos realizar predicciones cada vez más exactas. Profesionales y aficionados utilizan a diario una amplia variedad de instrumentos meteorológicos para controlar los cambios de la atmósfera. Entre otras variables, una estación meteorológica proporciona información sobre la temperatura del aire, la presión atmosférica, la humedad relativa del aire, la velocidad y dirección del viento, la nubosidad y la insolación y la cantidad de precipitación acumulada. Todas estas variables meteorológicas se pueden medir bien utilizando instrumentos sofisticados o caseros, aunque obviamente la calidad de los datos no será la misma en un caso que en otro.

### 2.3.1. LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión atmosférica se mide con un barómetro que bien puede ser de mercurio o de aire, el de mercurio es más preciso y consiste en una columna de vidrio llena de este elemento en la cual se registran los cambios de presión en función del nivel del líquido. Cuando la presión atmosférica aumenta ejerce más peso sobre la superficie del mercurio y éste asciende por la columna, lo contrario ocurre cuando desciende la presión. El primer barómetro de este tipo lo construyó en el año 1643 Evangelista Torricelli, discípulo de Galileo, aunque en su primer intento utilizó agua en lugar de mercurio. Como el agua es casi 14 veces menos densa que el mercurio la longitud inicial del barómetro era de más de 10 metros, por lo que se trataba de un instrumento de lo más aparatoso. El barómetro de

aire, conocido como “aneroide” es más cómodo y económico que el de mercurio y consiste en una cápsula de vacío hecha de un metal fino como el acero. Al aumentar la presión la cápsula se comprime y cuando baja se expande. Un sistema de palancas traduce el movimiento de la cápsula en el movimiento de una aguja que apunta sobre una escala de presión. Si la aguja está conectada a un estilete que traza los cambios de presión sobre un cilindro de papel, esto se denomina “barógrafo”. La ubicación de este instrumento es muy importante, ya que si no está protegido de la luz del sol o de la corriente del aire las lecturas pueden ser erróneas. Asimismo, este tipo de barómetro puede estar conectado a una red informática de forma que los datos se vayan volcando a un ordenador para elaborar gráficos y diversos cálculos. En cualquier caso, como la presión atmosférica varía con la altitud, es recomendable convertir las lecturas barométricas a nivel del mar, y si el barómetro es aneroide, conviene calibrarlo con cierta regularidad para que funcione de forma correcta.

### 2.3.2. LA TEMPERATURA

La temperatura del aire se mide con un termómetro, aunque no todos los termómetros son iguales. La mayoría contiene mercurio o alcohol, según la temperatura mínima que se pueda alcanzar, ya que mientras el mercurio se congela a los  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el alcohol no lo hace hasta los  $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por lo que este líquido es el empleado en lugares muy fríos de la Tierra. El mercurio y alcohol son sustancias que contraen con el frío y se expanden con el calor, ahí reside la clave de su utilidad. Por otro lado, existen termómetros formados por unas tiras de metal que se contraen y expanden con los cambios de temperatura. Al igual que el barómetro aneroide, este tipo de termómetro tiene un sistema de agujas que indica sobre una escala de temperatura. Un termómetro que registra la temperatura sobre un cilindro de papel se denomina termógrafo. Por último, cabe indicar que la mejor lectura de la temperatura se consigue cuando el termómetro se encuentra dentro de una garita meteorológica o en una zona protegida de la luz solar.

### 2.3.3. LA HUMEDAD

La humedad del aire se puede medir con un higrómetro en cuyo interior se instala una fibra sintética que se estira y se contrae cuando cambia el contenido de vapor de agua en el aire. Antiguamente en lugar de la fibra sintética se utilizaban cabellos humanos o de animales, ya que éstos tienen la propiedad de estirarse cuando se mojan y encogerse cuando se secan. Sin embargo, para medir la humedad con bastante exactitud no hay nada mejor que utilizar un termómetro seco y otro húmedo, la diferencia entre uno y otro con la ayuda de tablas nos da el valor de la humedad relativa. Al igual que otras variables que ya hemos visto la humedad se puede plasmar sobre papel a la vez que se mide con un “higrógrafo”.

### 2.3.4. LA VELOCIDAD DEL VIENTO

La velocidad del viento se puede medir en la mayoría de los casos, excepto cuando se registran fenómenos tan catastróficos como puede ser un tornado. Para ello se necesita un

anemómetro, que no es más que un instrumento que consta de un eje vertical central sobre el que se montan perpendicularmente cuatro cazoletas de metal o plástico. Cuanto más fuerte es el viento, más giran las cazoletas, que al girar generan una débil corriente eléctrica que una aguja indicadora se encarga de registrar sobre una escala de velocidades de viento. A la hora de instalar un anemómetro, es importante que la zona no esté obstaculizada por árboles, edificios u otros objetos que puedan distorsionar la información. Si se quiere verificar los datos que registra un anemómetro, resulta muy útil compararla con la Escala de Beaufort. Por otra parte, la dirección del viento se puede obtener con una veleta, su ubicación también debe estar lejos de los árboles, edificios y otros obstáculos.

### **2.3.5. LA PRECIPITACIÓN**

Las precipitaciones como la lluvia y la nieve se miden con un pluviómetro, para lo cual se puede utilizar cualquier recipiente transparente con la base horizontal y las paredes rectas. Para obtener mejores resultados también se puede colocar un embudo en una jarra o botella de cuello estrecho para así evitar la evaporación de la precipitación recogida. La ubicación del pluviómetro también es importante, ya que el viento, edificios y árboles pueden afectar la caída de la lluvia o la nieve. En cualquier caso, los pluviómetros no son instrumentos especialmente sensibles y las medidas que se realizan con ellos pueden diferir considerablemente de un lugar a otro. Aun así, los datos pluviométricos son de gran importancia, por ejemplo para los agricultores que dependiendo de la cantidad de agua recogida pueden ajustar el tiempo y la cantidad de riego necesaria.

### **2.3.6. LA NUBOSIDAD**

La nubosidad y la cantidad de radiación solar que las nubes dejan alcanzar a la superficie terrestre también se pueden medir. Las horas de insolación quedan registradas en un heliógrafo, que registra el intervalo de tiempo durante el cual la radiación solar alcanza la intensidad suficiente para proyectar sombras bien definidas; por lo general, la información correspondiente se refleja en una tarjeta. Desde el cielo las nubes se miden con satélites mientras que desde el suelo no hay métodos precisos para medir el grado de nubosidad aunque sí aproximaciones de la cantidad de cielo cubierto y el tipo de nube que se ve. Lo que sí se mide con más detalle es la altura de la base de las nubes, dato muy importante para que los aviones aterricen y despeguen sin problemas, para ello, se emplea un foco rotativo que ilumina la base de la nube, su reflejo se detecta en un receptor que está en la superficie y posteriormente se calcula la altura de la base de la nube.

### 3. LA METEOROLOGÍA POPULAR

Además de los sofisticados avances tecnológicos de los que actualmente se pueden servir quienes se dedican a esta disciplina, año tras año están muy pendientes de las previsiones que a largo plazo anuncian, entre otros, los hombres del campo y de la mar. En España la meteorología popular sigue siendo, eso mismo, muy popular. De hecho, en el mundo entero se mantiene muy vivo este “folklore” meteorológico, que desde principios del s. XIX se ha basado sobre todo en una mezcla de sentido común y superstición, y que ha quedado plasmado en un sinfín de reglas, dichos y refranes. Y es que todo lo que tiene que ver con la atmósfera reviste gran importancia: desde el comportamiento de los animales cuando el tiempo va a cambiar hasta la influencia que la presión atmosférica puede tener a la hora de cocinar por ejemplo.

#### 3.1 ANIMALES Y PLANTAS: UNOS INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS MUY FIABLES

Todo aquel que tenga algún animal o planta en su hogar habrá notado que cuando se avecinan cambios en el tiempo se comportan de forma distinta a la habitual. Desde hace miles de años el hombre ha observado de cerca el resto de los seres vivos para predecir la llegada de periodos de lluvia o de sequía. De hecho, existen evidencias científicas de que algunos, como las abejas o las orugas pueden llegar a anticipar la meteorología general de toda una estación. Algunas aves, por ejemplo, ajustan su vuelo a los cambios de temperatura, humedad, presión y densidad del aire. En días calurosos vuelan a gran altura, dejándose llevar por las corrientes cálidas ascendentes, por otro lado, cuando se aproxima una tormenta, su vuelo puede ser más bajo de lo habitual y con una trayectoria circular. También se ha observado que cuando las golondrinas vuelan alto en busca de insectos es una señal de que la atmósfera presenta signos de inestabilidad y el riesgo de tormenta puede ser inminente. Esto se debe a que durante las tardes cálidas y bochornosas, el aire asciende y lleva consigo insectos, y son precisamente estas corrientes ascendentes las que se asocian con el tiempo tormentoso.

Por otro lado, el regreso de las aves migratorias suele ser signo de que la primavera está a la vuelta de la esquina. En España, una de las aves más asociadas con la llegada de las estaciones es la cigüeña; si tarda en regresar, el invierno todavía se va a dejar notar, lo contrario señala la llegada anticipada de la primavera. En cualquier caso, este fenómeno ha quedado plasmado en el tradicional refranero español el cual dice que “por San Blas la cigüeña verás, y si no la vieras frío todavía pasarás”.

Los insectos también parecen ser auténticos meteorólogos, las abejas por ejemplo, suelen volver a su panal cuando se aproxima una tormenta, e incluso pueden anticipar el tiempo de una estación que se avecina: cuando en otoño hay más abejas de lo normal es probable que el invierno sea frío y abundante en nevadas. Por su parte, las hormigas no sólo aumentan su actividad sino que también tienden a marchar en línea recta cuando se espera la llegada de tiempo lluvioso o más inestable. Sin embargo, uno de los insectos más

precisos a la hora de proporcionar información meteorológica es el grillo. Estos insectos, que se dejan notar especialmente durante el verano, incrementan la frecuencia de sus chirridos a medida que sube la temperatura del aire debido a la aceleración de su metabolismo, por eso, un grillo constituye un perfecto termómetro, hasta tal punto que si contamos el número de chirridos que emite en un minuto podemos calcular la temperatura aproximada del aire.

Pasemos al mundo de los mamíferos, las vacas, que no solo proporcionan alimento a los humanos, también contribuyen a la hora de anticipar cambios de tiempo. Efectivamente, cuando se reúnen todas en un extremo del campo suelen indicar que va a llover, puesto que se juntan para buscar protección. Por otro lado, en Estados Unidos, la marmota se ha convertido en uno de los animales más representativos a la hora de anticipar las condiciones meteorológicas de una determinada zona. El día de la “marmota del tiempo” es el 2 de febrero, si ese día, al salir de su madriguera, se esconde veloz de nuevo en ella es porque ha visto su propia sombra que la ha asustado, pero lo interesante del caso es que permanecerá en su escondrijo hibernando durante seis semanas más. La razón es que si el sol brilla intensamente en invierno es porque predomina el aire polar muy seco y frío, si no fuera así, la marmota no vería su sombra a causa de la nubosidad y un aire más húmedo y cálido que indicarían la inminencia de la primavera, y que pondría fin a la hibernación del animal dormilón por excelencia.

Por otro lado, unas grandes expertas en cambios de presión atmosférica son las ranas, ya que empiezan a croar de forma más intensa ante la proximidad de bajas presiones, que significa normalmente tiempo lluvioso. También tienen poca tolerancia a la falta de humedad en la piel, de modo que con aire seco se quedan en el agua y cuando es más húmedo salen fuera. Por último, también se ha relacionado la actividad tejedora de la araña con situaciones estables y tranquilas, de lo contrario, su ausencia indicaría un alto riesgo de lluvia ya que las gotas de agua dañarían su delicada tela.

También las plantas responden de manera notable a cambios de humedad en el aire que pueden suponer posibilidad de lluvia, con un aire más seco, la probabilidad de lluvia es mucho menor. Los fenólogos, que se dedican a estudiar la evolución de la vegetación a lo largo de las estaciones, han descubierto que la fecha en la que brotan las hojas de algunos árboles autóctonos varía hasta un máximo de tres meses entre las primaveras más suaves y las más frías. Por su parte, la piña se cierra cuando la humedad es elevada, lo que anticipa la llegada de lluvias.

### **3.2 EL CUERPO HUMANO: ADAPTACIÓN A NUESTRA ATMÓSFERA**

A lo largo de la historia de la humanidad, el tiempo atmosférico ha constituido un condicionante decisivo de la vida y costumbre de las civilizaciones. Una de las razones principales es estrictamente fisiológica: aunque las personas se adaptan a climas muy distintos en el mundo entero, todos necesitamos mantener la temperatura corporal alrededor de los 37 grados. Cuando no lo conseguimos, sufrimos enfermedades como la hipotermia, debido al enfriamiento, o la hipertermia, si el calor es excesivo. Por ello, cada cultura se ha adecuado a su entorno, lo cual ha determinado parte de sus características.

### ***Bajo cero: ¡qué frío hace!***

Los humanos suelen adaptarse mal al frío, sobre todo cuando se visten adecuadamente y el cuerpo tiene que generar calor adicional. Como hemos apuntado, la pérdida de calor corporal puede provocar hipotermia y el consiguiente colapso mental que en algunos casos conduce a la muerte. Aunque tienen fama de ser más frioleras, las mujeres están mejor preparadas que los hombres para soportar el frío, ya que por naturaleza tienen más grasa subcutánea. También debemos recordar que el calor que genera el cuerpo humano es proporcional a su masa, mientras que el calor que pierde el mismo es proporcional a su superficie, por eso una persona de poca estatura pero robusta mantiene bien el calor, mientras que un niño pequeño lo pierde con más facilidad.

El hombre se adapta al frío abrigándose para protegerse del mismo y crear un microclima alrededor del cuerpo. Las personas que viven habitualmente en un ambiente frío consiguen adaptarse mejor a las bajas temperaturas, ya que los vasos sanguíneos de las manos y los pies se dilatan con mayor eficacia para conservar el calor. Bastaría preguntar a los habitantes de las regiones polares, quienes encarnan el mejor ejemplo de lo que es sobrevivir en un clima extremo, eso sí, cuentan con ventaja, tienen más grasa, una constitución fornida y ropa apta para todo tipo de condiciones atmosféricas. Asimismo, es preciso concebir una vivienda adecuada, por ejemplo, los esquimales que habitan cerca del círculo polar Ártico construyen sus tiendas con pieles de caribú, aunque el alojamiento más conocido propia de estas zonas polares es el iglú. La temperatura dentro de un iglú suele rondar los 0 grados, una temperatura que a pesar de ser fría es mucho más agradable que los -40 °C o -50 °C que pueden reinar en el exterior. Además, es importante seguir una dieta rica en grasas que luego sirvan para aislar el frío. Los esquimales, por seguir con el ejemplo, comen muchas grasas animales y verduras, lo cual proporciona energía suficiente para combatir las bajas temperaturas.

### ***La sensación térmica: ¿acaso miente el termómetro?***

Cuando además de hacer frío sopla el viento, las partes del cuerpo que están al descubierto pueden sufrir una pérdida de calor y notar mucho frío. Esa sensación, que realmente nota la piel y que difiere de la temperatura real, se expresa como una temperatura y se denomina *sensación térmica*. Cuando la temperatura de sensación térmica es inferior a -30 °C existe cierto riesgo de congelación, mientras que a más de -50 °C, ésta ocurre en cuestión de minutos. En muchas ocasiones, la sensación térmica puede ser muy inferior a los 0 grados aunque la temperatura real del aire sea superior a ese valor. Así, por ejemplo, con una temperatura de 4 °C y una velocidad de viento de 40 km/h la temperatura que siente nuestra piel expuesta al aire es de -9 °C. De este modo, no nos debe extrañar que en ocasiones la temperatura que marca el termómetro (que indica la temperatura real del aire) diste mucho de la sensación de intenso frío que tenemos (la temperatura subjetiva que sólo nuestro termómetro corporal detecta).

### ***Cuando aprieta el calor***

Para muchas personas, el calor puede ser más duro de soportar que el frío, lo cierto es que los humanos evolucionaron en zonas calurosas de la Tierra y por ello es muy probable que, en principio, la adaptación a las altas temperaturas resulte más fácil. De hecho, nuestro

cuerpo está preparado para las altas temperaturas, pues combate el exceso de calor sudando, y con el sudor llega la evaporación de la piel, que produce un cierto grado de enfriamiento, aunque a la vez supone un riesgo de deshidratación. En este punto, desempeña un papel fundamental la humedad relativa del aire, es decir, la cantidad de vapor que tiene el aire. En un desierto, donde el aire es muy seco, un adulto que camine a paso ligero puede perder más de dos litros de agua por hora través del sudor, en cambio, durante la misma caminata en un ambiente más húmedo la piel no evapora el sudor de forma eficaz y el cuerpo necesita enfriarse menos. Las personas que han crecido en un entorno cálido y seco han evolucionado físicamente para adaptarse lo más posible al clima, una menor masa corporal, cuerpos delgados y extremidades más largas permiten que sus cuerpos transpiren mejor. La nariz larga puede ayudar a humidificar el aire y reducir la pérdida de agua de los pulmones, mientras que la piel oscura protege de la intensa radiación de estas regiones.

La alianza del calor y la humedad puede ser explosiva para el cuerpo humano, esta combinación, también conocida como *temperatura aparente*, es el factor de bienestar que realmente sentimos en determinados días. Con una temperatura aparente de 32 °C, se siente calor y bochorno, mientras que si alcanza los 41 °C puede provocar problemas de salud especialmente graves para las personas de avanzada edad.

Ya hemos visto que las prendas de vestir son indispensables en zonas frías, aunque no lo parezca, también lo pueden ser en zonas donde el calor aprieta. Ciertamente, el ir descubierto aumenta la sensación de calor porque la piel absorbe radiación solar, y a su vez, se corre el riesgo de que ésta se quemé. Por eso no debe sorprendernos que muchos pueblos árabes vistan tradicionalmente sus prendas largas y holgadas, cuya eficacia radica en que protegen la piel del sol a la vez que permiten que circule el aire y se evapore la transpiración. Por otro lado, igual que en los climas fríos, los materiales de construcción también desempeñan un papel fundamental a la hora de controlar el exceso de calor en el interior de las viviendas. Sirvan como ejemplo las viviendas construidas por los indios que todavía hoy habitan en el sudoeste de Estados Unidos, quienes emplean como materia prima el adobe, un tipo de barro que mantiene los hogares relativamente frescos durante el día y cálidos por la noche. En otros lugares del mundo, las paredes gruesas de adobe se combinan con un buen sistema de ventilación natural que consiste simplemente en orientar los edificios hacia la dirección de los vientos dominantes, así, en Oriente Medio las llamadas “torres del viento” usan un sistema de chimeneas que durante las horas de más calor producen corrientes de aire que ayudan a refrescar el ambiente de las casas.

Cabe insistir en la importancia del clima en nuestra salud, es evidente que haga frío o calor el cuerpo humano sufre ante cambios bruscos de temperatura. En general, las enfermedades son más frecuentes durante el invierno, porque las bajas temperaturas enfrían el cuerpo, lo que implica un aumento de la presión arterial que a su vez exige un mayor esfuerzo del corazón. Asimismo, el enfriamiento del cuerpo reduce la resistencia a las infecciones, cuestión muy importante si tenemos en cuenta que se reúne un mayor número de personas en recintos cerrados donde las enfermedades se contagian fácilmente. También la piel puede sufrir en invierno, cuando la humedad del aire es más baja y provocar dermatitis. La restricción de la circulación sanguínea con el frío puede dañar igualmente los tejidos epidérmicos y provocar sabañones, sobre todo en las extremidades.

Sin embargo, no todas las enfermedades aparecen cuando hace frío, con el calor, aumentan las bacterias que transmiten diversos males a través de los alimentos o por falta de higiene. En verano abundan las afecciones gastrointestinales y reaparece la salmonella, pero una de las enfermedades más graves y conocidas, especialmente en los países subtropicales en vías de desarrollo es la malaria. Ésta, que constituye uno de los principales problemas sanitarios del mundo, la transmiten unos mosquitos a los que les gusta vivir en un entorno cálido y húmedo.

### 3.3 NUESTRO CUERPO COMO INSTRUMENTO METEOROLÓGICO

El cuerpo humano puede ser especialmente sensible a los cambios de temperatura y humedad, si no, ¿cuántas veces han escuchado a más de una persona decir que mañana va a llover porque le duele algo? Este tipo de predicciones del tiempo tiene cierta validez, ya que se ha demostrado que, por ejemplo, el dolor de los miembros amputados suele coincidir con los bruscos descensos de la presión atmosférica o con aumentos de la humedad relativa. No está tan claro el porqué de estos dolores meteorológicos, aunque podría deberse a que la piel cicatrizada se expande y se contrae en respuesta al tiempo. Por su parte, el típico dolor de las articulaciones seguramente se debe a que los cambios de presión atmosférica alteran la presión arterial y causan a su vez inflamación y dolor. Aunque parezca mentira, la mente también puede verse afectada por el tiempo y sus cambios, proliferan estudios acerca de la relación entre el estado anímico de las personas y las variaciones meteorológicas, que han demostrado que ciertas afecciones, como las depresiones y las tendencias suicidas, guardan cierta conexión con el tiempo. Recientemente, también se ha relacionado la depresión con la falta de luz solar en invierno. El viento es otro de los meteoros que afectan a nuestra conducta, en España existe un sinfín de vientos locales que provocan repentinos cambios de humedad y temperatura, el viento sur llega seco y cálido a muchas comarcas del litoral cantábrico, provocando cambios de comportamiento, agresividad en las personas y en algunos casos de dolores de cabeza e insomnio. El mismo efecto parece tener el viento de poniente en algunas comarcas del litoral mediterráneo o el de levante en las costas de Andalucía, Ceuta y Melilla. También se ha llegado a especular que las olas de calor pueden favorecer una conducta agresiva en las personas, por ejemplo, en Nueva York, durante la ola de calor de 1988 el índice de homicidios aumentó un 75%, la causa según los expertos puede estar relacionada con un mayor consumo de bebidas alcohólicas.

### 3.4 EL TIEMPO Y LA COCINA

¿A quién no se le ha quedado duro el arroz a la hora de hacer una paella o no han conseguido que las verduras estuvieran lo suficientemente tiernas en un guiso? Aunque resulte sorprendente, las condiciones atmosféricas pueden afectar a la calidad de nuestra rica gastronomía, sobre todo si se cocina a grandes alturas. La explicación es relativamente sencilla, a medida que ganamos altura descende la presión atmosférica del aire, lo que hace que las burbujas de vapor del agua hirviendo se escapen del recipiente con más facilidad. Con ello se consigue que el agua hierva a menor temperatura, a nivel del mar, por

regla general, hierve a 100 °C, mientras que si subimos a la cima de una montaña de 2.400 metros podremos comprobar que el punto de ebullición baja hasta los 92 °C. Por eso, unas verduras hervidas tardarán mucho más en estar en su punto si se cuecen en lo alto de la montaña que a nivel de mar. Algo similar sucede con la paella, ya que al estar a más altura, el caldo con el que cocinamos en arroz se consume con mayor rapidez, y en consecuencia el arroz se queda más duro. Por eso, aunque en las instrucciones de los envases de arroz se lea “dos vasos de agua por cada vaso de arroz” deberían incluir que esas proporciones sólo son válidas cerca del nivel del mar. De este modo, en Madrid, donde la altitud ronda los 700 metros sobre el nivel del mar, la paella requiere unos dos vasos y medio de agua por cada vaso de arroz, y la diferencia sería mayor para preparar una paella en Ávila, que se encuentra a más de 1.000 metros de altitud donde se requerirían casi tres vasos de agua por cada vaso de arroz.

### 3.5 LA PREDICCIÓN POPULAR DEL TIEMPO: “LAS CABAÑUELAS”

En España, como en todos los países, están ampliamente extendidas, y muy especialmente entre las personas del campo (labradores, ganaderos y artesanos) las predicciones del tiempo a largo plazo mediante el método conocido como “las cabañuelas”. Estas personas alzan su mirada al cielo en busca de respuestas sobre el comportamiento de la atmósfera: la forma de una nube, la dirección del viento, la tonalidad o luminosidad del sol, la luna y las estrellas, la niebla, el rocío, el arco iris, el granizo... todos son signos conocidos que entrañan información acerca del tiempo de los meses siguientes. También se incluye en este sinfín de observaciones el comportamiento de los animales.

Asimismo, determinados periodos del santoral han sido establecidos como verosímiles antecedentes de la futura conducta del tiempo. De este modo, fechas como el día de la Transfiguración del Señor (6 de agosto), la Conservación de San Pablo (25 de enero), o la de Santiago y Santa Ana (25 y 26 de julio), son atentamente remarcadas para percibir, a lo largo de la jornada, el avance de las próximas estaciones a modo de síntesis. Por otro lado, en algunas ocasiones las observaciones se ciñen a los cuatro primeros días del mes que inaugura el año para obtener las posibles variaciones meteorológicas por estaciones o periodos de tiempo más extensos. Para la predicción a largo plazo gira en torno a las cabañuelas, este método se basa en la observación minuciosa de los vientos, las nubes, y los astros al amanecer y atardecer, preferentemente en los meses de agosto, enero y diciembre, según las costumbres y los criterios del especialista que lleve a cabo su elaboración.

Retrocediendo en el tiempo, es posible descubrir los antecedentes de esta tradición, aunque no son fáciles de establecer, el origen de las cabañuelas podría residir en la “Fiesta de las Suertes” o “Zamuc” dentro del ceremonial Akitu en el año nuevo babilónico, en el que se determinaban los presagios para cada uno de los doce meses del año. Éste sería un ritual de creación y regeneración de los doce meses por venir. Relacionado con el levantamiento del tabú de la nueva cosecha en las culturas agrarias primitivas, el ritual iba orientado a predecir fundamentalmente la cantidad de lluvia concedida al año siguiente. Por otra parte, existe la correspondiente versión semita, la “Fiesta de los Tabernáculos”, en cuya celebración la cantidad de lluvia para el año venidero está decidida por los cielos. Los

hindúes también tienen una tradición similar; designan doce días en la mitad del invierno para hacer la réplica climática que ha de suceder al año siguiente. Finalmente, hemos de dejar claro que el pronóstico a medio y largo plazo emitido por todo agricultor viene avalado por el profundo conocimiento que éste tiene de su microclima.

## CONCLUSIONES

El interés popular por el clima y la meteorología ha aumentado de forma extraordinaria durante la segunda mitad del s. XX, el crecimiento de la población planetaria, el desarrollo tecnológico y la progresiva diversificación de la actividad humana están demandando permanentemente información para conocer con la mayor exactitud y antelación posibles, la evolución del tiempo y para prevenir riesgos naturales como inundaciones, nevadas intensas, tornados y la contaminación en las ciudades a causa de prolongadas situaciones de estabilidad atmosférica. Merced a esa demanda, los estudios climáticos y la investigación meteorológica figuran entre las parcelas científicas con mayores avances, entre otras razones porque muchos gobiernos e instituciones internacionales han aportado los fondos necesarios para un adecuado equipamiento tecnológico, que hoy en día nos permite obtener, en tiempo real, información precisa sobre lo que ocurre en la atmósfera en cualquier parte del mundo gracias a la existencia de satélites meteorológicos. Una de las claves de este cambio reside en la fragilidad de la economía y del bienestar social, pese a que actualmente la sociedad dispone de nuevos mecanismos de defensa, el impacto de una violenta inundación o de una invasión de aire polar es, en esencia, el mismo ahora que en la Edad Media, con la particularidad de que antiguamente la agricultura y la ganadería eran las dos actividades básicas que se veían afectadas, mientras que ahora existe tal profusión de modos de vida que resulta difícil pensar que uno solo de ellos no se vea perjudicado por este tipo de desastres naturales. Sin embargo, la sociedad del ocio también ha propiciado una buena parte de la demanda de información relacionada con la meteorología y el clima, como ocurre con las actividades al aire libre, que impulsan a millones de familias a informarse anticipadamente del tiempo previsto para el fin de semana mediante la radio, televisión, prensa o internet.

Todo este cúmulo de demandas por parte de la sociedad gestó a mediados del s. XX un vuelco en la mejora de los pronósticos meteorológicos y en las investigaciones climatológicas las cuales han sufrido unos procesos de modernización increíbles. Antes de ello, el margen de error de las predicciones para las 24 horas siguientes superaba fácilmente el 50%, pero actualmente puede hablarse de porcentajes de acierto habituales muy próximos al 100%. Pero aun así, la ciencia actual no puede precisar el tiempo específico que hará en zonas geográficas muy concretas, como un pueblo, o tampoco a qué hora lloverá en el transcurso de un día, pero sí que ha estrechado el cerco lo suficiente para conocer con 24 o 48 horas de antelación cómo se comportará la atmósfera en un radio de 50 a 100 Km e informar con bastante fiabilidad sobre los umbrales de precipitaciones esperadas o la velocidad que pueda alcanzar el viento en las zonas afectadas por un centro de bajas presiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **GIL OLCINA, ANTONIO Y OLCINA CANTOS JORGE** (1997). Climatología general. Barcelona. Ed Ariel. 579 pp. ISBN: 84-344-3454-7.
- [2] **RABAGLIATI NEBOT, JOSEP ENRIC** (2007)¿El tiempo está loco? y 74 preguntas más sobre el cambio climático. Barcelona. Ed Rubes. 221 pp. ISBN: 978-84-497-0171-9.
- [3] **TOHARIA, MANUEL** (2006). El clima, el calentamiento global y el futuro del planeta. Barcelona. Ed Debate. 333 pp. ISBN: 84-8306-683-1.
- [4] **AUPÍ, VICENTE** (2005). Guía del clima de España. Barcelona. Ed Omega. 336 pp. ISBN: 84-282-1370-4.
- [5] **PICAZO, MARIO** (2000). Los grillos son un termómetro, curso práctico de meteorología. Madrid. Ed mr Prácticos. 226 pp. ISBN: 84-270-3048-7.