

La mayoría de los meteorologistas contemporáneos son escépticos en cuanto se refiere á la posibilidad de deducir alguna conclusión positiva de las influencias lunares, ya porque nieguen estas influencias ó bien porque sólo les concedan un carácter secundario, considerándolas incapaces de modificar seriamente la marcha de los fenómenos meteorológicos, debidos á causas más poderosas. El párrafo siguiente, tomado de la obra de Mohn, expresa perfectamente esta opinión casi general: "Las señales del tiempo sacadas de las fases de la Luna, de su posición relativa á los planetas ó del estado del tiempo en ciertos días del año, por ejemplo, el 27 de junio, día de los Siete Durmientes, ó también del mismo estado diez y nueve años antes (1), no corresponden á la meteorología práctica, que se basa en investigaciones y hechos científicos. Si se hiciera una cuenta rigurosa del número de veces en que no han resultado ciertas estas señales y profecías del tiempo y del en que han resultado ciertas, se vería que el error es la regla general y la verdad la excepción. Si por el contrario se consideran solamente los casos en que estas señales son exactas, y se hace abstracción de las que no lo son, se llegará fácilmente á la conclusión contraria. Las reglas prácticas que reposan en tales bases están forzosamente fuera del terreno científico."

Si la acción de la Luna sobre el tiempo es, cuando no dudosa, por lo menos tan poco apreciable que aún no se ha podido deducir de ella ningún dato preciso con respecto á la previsión, sucede lo contrario con el Sol, que es el factor ó el agente principal de todos los grandes movimientos atmosféricos. Unicamente las variaciones periódicas y regulares de sus radiaciones luminosas y caloríficas, variaciones que dependen de su movimiento ó mejor dicho del doble movimiento de la Tierra, no nos enseñan nada más que lo que la experiencia de los siglos nos ha demostrado, que es en cada lugar la consecuencia de sus rayos sobre el suelo y de su altura meridiana ó de la duración de su presencia sobre el horizonte. De antemano se regulan y calculan invariablemente la duración del día y de la noche y la de las estaciones astronómicas; pero ya sabemos que las perturbaciones de los elementos meteorológicos carecen de esta regularidad y no se pueden deducir de los períodos astronómicos considerados aisladamente.

Así, pues, lo que se ha querido averiguar es si el mismo Sol está ó no sujeto en su actividad propia á variaciones que afectan á las temperaturas terrestres, y que al modificar este elemento, ocasionan cambios correspondientes en todos los demás. Ya en el siglo pasado W. Herschel planteó la cuestión y procuró descubrir alguna relación entre el número de las manchas solares y el calor de nuestras estaciones. A falta de documentos suficientes, basóse como es sabido en las variaciones del precio del trigo, que en su concepto seguían las de la temperatura y la mayor ó menor abundancia de las cosechas. En nuestros días estas indagaciones han dado un gran paso. Conócese con relativa precisión los períodos de máxima y mínima de la frecuencia de las manchas del Sol. Según R. Wolf de Zurich, el período entre dos máxima y dos mínima es de $11\frac{1}{3}$ años. La relación que se ha reconocido entre esta periodicidad, la variación diurna magnética y los fenómenos de las auroras polares, ha quedado también perfectamente establecida, gracias á los trabajos de varios sabios, como Sabine, Gauthier, Wolf y E. Loomis. En una Memoria del profesor J. Brocklesby, presentada en 1875

(1) El período de 19 años es casi el de la revolución de los nodos de la Luna; también se ha recurrido al de 9 años que corresponde al movimiento del perigeo. En el primero, las fases lunares son las que se reproducen en el mismo orden con latitudes iguales; en el segundo, son las distancias perigeas y apogreas. Compréndese por qué se han debido tomar en consideración estos períodos, toda vez que la acción de la Luna debe depender de su posición relativa al Sol, ó de su distancia á la Tierra.

á la Asociación americana para el fomento de las ciencias, se consigna una relación análoga entre la periodicidad de las manchas solares y la cantidad de lluvia en los Estados Unidos. Las lluvias varían con el área de las manchas, exceden del término medio cuando esta área va creciendo y disminuyen en el caso contrario. Por último, M. Crubs ha comparado, relativamente á un intervalo de un cuarto de siglo (de 1851 á 1876), el número anual de tempestades en Río Janeiro, habiéndole llamado la atención la variación notable presentada por este número que oscila entre 11 y 49, y está caracterizado por dos máxima y dos mínima perfectamente definidos. Sin embargo, antes de deducir algo sobre la realidad de estas relaciones, convendría comprobarlas mediante un número mayor de datos sacados de las observaciones de regiones del globo muy distintas y en épocas diferentes. Sobre todo, sería muy importante averiguar si hay una periodicidad de once años que afecte á las temperaturas anuales en todo el globo, y en caso de que así resultara, habría además que demostrar que media cierta concordancia entre las épocas de los máxima y de los mínima de las manchas y las del calor terrestre. Hasta ahora no se ha comprobado todavía ninguna relación de este género; pero si existiera, podría confiarse en formular algunas leyes generales sobre la sucesión de las estaciones futuras, y abordar así, aunque de un modo bastante vago, la solución de la previsión del tiempo á largo plazo.

También se ha tratado de relacionar con ciertas influencias cósmicas algunas perturbaciones periódicas de la temperatura, como los fríos que se sienten en los primeros días de febrero (hacia el 6), y en los días 11, 12, 13 y 14 de mayo, y los fuertes calores que sobrevienen hacia el 10 de agosto y el 11 de noviembre (1). Carecemos de espacio para tratar con algunos detalles de estos fenómenos interesantes, por lo cual nos limitaremos á decir que las recrudescencias de frío anormales en nuestros climas, observadas durante las primeras quincenas de mayo y de febrero, se han atribuido á la interposición entre el Sol y la Tierra de los enjambres meteóricos de ambas épocas, y las elevaciones insólitas de temperatura de agosto, y sobre todo de noviembre, al paso de nuestro planeta al través de los enjambres conocidos con los nombres de Perseidas y Leónidas. Esta explicación, presentada por el profesor Ermán en lo que concierne á los fríos de mayo, ha sido adoptada por muchos meteorologistas, haciéndola extensiva á las demás perturbaciones periódicas de la temperatura. En cambio el astrónomo Mædler no veía en ellas más que una consecuencia del fenómeno de la fusión de los hielos polares y del inmenso consumo de calor que exige; pero claro está que esta explicación no puede aplicarse más que á los fríos de mayo. Sea de ello lo que quiera, vese cuanto puede servir la averiguación de la periodicidad de estas anomalías para prever su regreso, suministrando así algunos elementos á la solución del problema que nos ocupa: *prever el tiempo con mucha anticipación.*

Una periodicidad de mucha mayor extensión es la de los *grandes inviernos*, entendiéndose por tales aquellos en que el frío ha sido tan seguido como intenso. En nuestra zona templada boreal, los meses de diciembre y enero son los que, por lo común, se hacen notables por su temperatura excepcionalmente baja y prolongada. El meteorologista Renou publicó en 1861 una Memoria sobre la periodicidad de los grandes inviernos, en la cual, basándose en documentos que le han permitido remontarse hasta el año 1400, ha consignado la notable circunstancia de que los inviernos rigurosos for-

(1) Los labradores conocen perfectamente estas épocas críticas, que han dado lugar á los proverbios populares relativos á *Santa Dorotea* y á los *Santos de hielo* en cuanto á los fríos de febrero y mayo, y á *San Lorenzo* y al *Veranillo de San Martín* en cuanto á los de agosto y noviembre.

man grupos naturales de cuatro á seis alrededor de un invierno mucho más riguroso que los otros. Dió á este último el nombre de *invierno central*, y á los que le preceden ó siguen el de *inviernos laterales*. Habiendo hecho esta distribución con respecto á los cuatro siglos y medio objeto de sus indagaciones, Renou vió que los grandes inviernos se reproducen cada cuarenta y un años poco más ó menos, aun cuando este período experimenta de vez en cuando una perturbación que deja mayor intervalo entre los inviernos de un grupo, que entonces son menos largos y menos rigurosos. En este caso, siempre hay por término medio un espacio de veinte á veintidós años sin inviernos notables. Los cuatro últimos grandes inviernos ó inviernos centrales han sido los de 1709, 1748, 1789-90 y 1829-30. Renou anunciaba en su Memoria, que "el próximo período de inviernos fríos debía sobrevenir en 1871, año más ó menos." El resultado justificó su predicción, y los inviernos de 1870-71 y 1871-72 fueron notables por sus intensísimos fríos. Verdad es que el invierno excepcionalmente riguroso de 1879-80 dista algo de los anteriores, lo cual altera el último período.

El período de cuarenta y un años reconocido por Renou, ¿conciene únicamente á los inviernos rigurosos? No, porque en su concepto, "la repetición de ciertos veranos es tan regular, ó tal vez más, que la de los inviernos; á los cuatro ó cinco años de un invierno central sobreviene un verano notable, en cuyo caso se hallan los de 1753, 1794, 1834 y otros muchos." Además, "ha ya mucho tiempo que los años presentan gran analogía con los que les preceden en unos cuarenta y un años. Por ejemplo, el de 1856 con sus inundaciones desastrosas se pareció mucho al de 1816, cuya distribución de lluvias fué muy poco diferente. El invierno de 1860 corresponde al de 1820; la primavera de 1862 ha sido la más calurosa desde la de 1822, y el invierno más cálido conocido, el de 1869, sobrevino cuarenta y un años después del de 1828, cuyo promedio fué casi tan elevado como el de aquél. Naturalmente, en los detalles resultan algunas divergencias; pero considerando en conjunto cierto número de años, la semejanza es muy marcada, sobre todo á medida que nos acercamos al invierno central de 1871. Así, pues, de 1862 á 1869, lo propio que de 1821 á 1828, los años presentan promedios de temperatura y de presión atmosférica más elevados y un tiempo más despejado que de costumbre, lo cual es notable para un grupo de ocho años consecutivos."

En todo esto se trata de las estaciones de la zona templada ó más bien de la Europa occidental; pero sería interesante saber si se da el caso de que haya un período semejante en otras regiones de ambos hemisferios, y en la afirmativa, la correlación que exista entre las estaciones de regiones apartadas. ¿Confirmaríase, por ejemplo, que un invierno riguroso en Europa corresponde á otro apacible de la América del Norte? ¿Los grandes fríos de Groenlandia tendrían su compensación en la suavidad de la temperatura de nuestros climas? Si en virtud de una estadística suficientemente extensa se comprobaran semejantes relaciones, hoy supuestas más bien que averiguadas, faltaría saber si son la consecuencia natural de la distribución sucesiva de las áreas de altas y bajas presiones en la superficie de los continentes y de los mares. M. Teisserenc de Bort ha empezado á estudiar esta distribución de las isobaras en el tiempo y en el espacio. Comparando las series de las cartas meteorológicas simultáneas en que se marcan, ya las isobaras de cada día, ó ya las isobaras medias de las estaciones y de los meses, ha averiguado que hay varios tipos que se reproducen en épocas más ó menos lejanas y que presentan condiciones á propósito para originar anomalías de temperatura. Sábese, por ejemplo, que en una gran parte del hemisferio boreal hay en invierno dos áreas de alta presión que por lo común ocupan, la una el *máximo oceánico*, toda

la región comprendida entre las Azores, Madera y España, hasta las Bermudas; la otra, Siberia, y luego un *minimum oceánico*, situado entre Islandia y Groenlandia. Pues bien: estos grandes centros de acción no ocupan siempre los mismos puntos en una estación dada, sino que cambian más ó menos de lugar alrededor de su posición media. Si estos cambios son bastante considerables y de duración persistente, resulta una alteración en el carácter de la estación en que ocurren. Combinando M. Teisserenc de Bort las diferentes posiciones relativas de los máxima y mínima en cuestión, ha visto que se podía reconocer en ellos cinco caracteres principales, tres de los cuales caracterizan los inviernos rigurosos de Europa, y dos los inviernos apacibles de la misma región (1).

Vese por esta breve reseña de indagaciones tan interesantes como originales que se puede acometer el problema de la previsión del tiempo á larga fecha por muy distintos métodos. Claro está que si se logra determinar una ley de sucesión en la agrupación de las presiones, llamadas *tipos de isobaras* por el meteorologista que acabamos de citar, ya para una región limitada ó más bien para un hemisferio entero, será posible decir de antemano cuáles han de ser los tipos predominantes de una ó muchas estaciones, caracterizándolas así, al menos de un modo general.

Otro meteorologista francés, M. de Tastes, que ha hecho eruditas investigaciones sobre las leyes de la circulación atmosférica general, considera la misma cuestión de un modo que presenta bastante analogía con el de Teisserenc de Bort. Atribuyendo los cambios de lugar de las áreas de alta presión á la repulsión de los grandes circuitos aéreos del Atlántico y del Pacífico, ya contra el continente americano, ó bien contra el de Europa ó Asia, según que una ú otra de estas corrientes predomine, estima que buscando la ley de las oscilaciones *de largo período* de nuestra atmósfera alrededor de un estado de equilibrio medio, se conseguirá formular algunos pronósticos generales sobre las estaciones y su carácter. Los inviernos de nuestra zona templada boreal están bajo la inmediata dependencia de las trayectorias de los temporales que nos llegan del Atlántico. Cuando la dirección de estas trayectorias está inclinada de Sudoeste á Nordeste, es decir, cuando los temporales llegan á nuestras costas por el Golfo de Gascuña para pasar de allí á las islas Británicas y á la península escandinava, se nos presentan por su borde oriental; los vientos que predominan son del Sudoeste y los inviernos son sumamente benignos. Por el contrario, si la trayectoria de los temporales corta la Europa de Noroeste á Sudeste ó de Oeste á Este, su borde meridional es el que pasa por nuestros países, y los vientos dominantes de entre Oeste y Norte traen consigo un aire que ha barrido la superficie del Océano á la altura de las Feroe ó de las Orcadas, ocasiona la sequía si reinan en verano, ó un invierno riguroso si es en la estación

(1) Véase cómo define estos cinco tipos principales, citando ejemplos de las épocas en que han predominado:

"TIPOS FRÍOS: A. *Frío y seco*.—Desviación del máximo de la isla de Madera y aproximación del de Asia. Ejemplo: enero de 1838.

"B. *Frío y seco*.—Desviación del máximo de la isla de Madera y alteración del de Asia hacia el Ural. Ejemplo: diciembre de 1879.

"C. *Frío y húmedo*.—Desviación del máximo oceánico hacia el Norte en las islas Británicas y bajas presiones en el Mediterráneo y en Austria. Ejemplo: la primera quincena de diciembre de 1871.

"TIPOS CALUROSOS: D. —Desviación de las altas presiones de la isla de Madera hacia el Oeste, y bajas presiones oceánicas que se extienden al Norte de Europa y aun de Asia. Ejemplos: diciembre de 1868, diciembre de 1880.

"E. —Bajas presiones oceánicas en las islas Británicas, y el máximo de Asia avanzando hacia el Norte de Rusia. Ejemplo: diciembre de 1876." (*Anales de la Oficina central meteorológica para 1881.*)

opuesta. Habiendo observado M. de Tastes, desde julio de 1870, el predominio de este segundo estado de la atmósfera en Francia entre agosto de 1869 y julio de 1870, no titubeó en deducir de él la probabilidad de un invierno muy frío, y acerca de este asunto se expresaba en los siguientes términos: "Casi es inútil decir que la persistencia de la situación actual de las corrientes atmosféricas haría del invierno de 1870 á 1871 uno de los grandes inviernos del siglo., Los hechos vinieron á justificar legítimamente este vaticinio.

Dejaremos aquí la cuestión de la previsión del tiempo á largo plazo, cuya solución está sin duda muy remota, pero que los meteorólogos más expertos y más al corriente de los progresos de la ciencia (1) no consideran hoy como imposible.

CAPÍTULO VI

LOS CLIMAS

I

LOS CLIMAS ASTRONÓMICOS

Lo que ahora tendríamos que decir para terminar el cuadro de los fenómenos meteorológicos y la exposición de sus leyes, consistiría nada menos que en reunir en un solo haz para cada región de la Tierra, todos los datos diseminados, todos los elementos que hemos estudiado separadamente hasta aquí, como presión de la atmósfera, con sus diferentes variaciones mensuales y anuales, temperaturas media y extremas del suelo, del aire, de las aguas durante el día y la noche y las estaciones, higrometría, nubes y nieblas, lluvias y nieves, vientos, tormentas, temporales, etc., etc. Todo este conjunto de fenómenos, que sólo se logra separar unos de otros merced á la observación y al análisis científico, y medirlos aisladamente por medio de procedimientos, métodos é instrumentos apropiados, contribuye sin excepción á formar lo que se ha convenido en llamar *clima*.

En otro tiempo el clima sólo comprendía un elemento variable, la mayor ó menor altura meridiana del Sol en las distintas épocas del año; los astrónomos y los cosmógrafos lo consideran todavía desde este punto de vista, y efectivamente, en este caso nada es tan fácil de definir con el rigor matemático que resulta del punto de vista en que aquéllos se colocan, como los *climas astronómicos*.

En su marcha aparente al Sur y al Norte del Ecuador se acerca el Sol dos veces al año, al trópico de Cáncer en el hemisferio boreal hacia el 20 de junio, y al trópico de

(1) Para dar una idea del valor de estos progresos, bastará poner en parangón los hechos que hemos relatado en los diferentes artículos de este capítulo con las siguientes líneas que Francisco Arago estampó al principio del libro XXIII de su *Astronomía popular*: "Si se pueden explicar los fenómenos de las estaciones en cuanto presentan de general, hay un gran número de casos que modifican accidentalmente las circunstancias meteorológicas en que vivimos. Por esto se ve el astrónomo en la imposibilidad absoluta de anunciar con alguna certeza el tiempo futuro, y no ya con un año, con un mes ó con una semana, sino hasta con un solo día de anticipación., Acabamos de ver que si los meteorólogos no se atreven á pronosticar con seguridad el tiempo que hará con muchos días de anticipación, por lo menos pueden vaticinarlo con creciente probabilidad.

Capricornio en el austral hacia el 21 de diciembre. Trazando los círculos paralelos al Ecuador que limitan las regiones en que llega el astro hasta el cenit en las dos épocas solsticiales y aquellas en que rasa solamente el horizonte á la hora del mediodía, se tienen las cinco zonas ó climas astronómicos de los geógrafos antiguos: la *zona tórrida*, comprendida entre los dos trópicos; las dos *zonas templadas*, una *boreal* y otra *austral*, comprendidas entre cada trópico y el círculo polar del mismo hemisferio, y por último, las dos *zonas glaciales* ártica y antártica alrededor de cada polo.

Esta primera clasificación de los climas era natural. Referíase todo á la acción del Sol, á su presencia más ó menos prolongada en el horizonte de cada lugar, y á la mayor ó menor oblicuidad de sus rayos sobre la tierra. No cabe negar que este es un elemento preponderante del clima, el que se apreciaba mejor en el orden natural del progreso de los conocimientos, y el primero que debía medirse con precisión, por cuanto, en cada lugar, se reducía á la medida de la latitud, ó de la altura del polo sobre el horizonte. De este modo todo resultaba simétrico á uno y otro lado del Ecuador (1), y si todo era tan sencillo, si el clima no sufría más influencia que la de este solo factor, ó sea la altura del Sol y la duración de su presencia sobre el horizonte, claro es que la climatología no sería más que un capítulo de la cosmografía.

II

CONDICIONES DE DIVERSIDAD DE LOS CLIMAS METEOROLÓGICOS

Pero dista mucho de suceder así. Aún considerando únicamente el elemento de la temperatura, sábase que no está distribuída en la Tierra en razón tan sólo de las diferencias de latitud. El trazado de las líneas isotermales que marcan las temperaturas medias del año, las de las estaciones y de los meses, y sobre todo las diferencias que median entre las extremas, nos proporciona datos exactos por este concepto. Estas líneas ni son paralelas al Ecuador, ni paralelas entre sí, y sus inflexiones llevan el sello de múltiples influencias. Como dice Humboldt, "la naturaleza de estas inflexiones, los ángulos bajo los cuales las líneas isotermales, isoqueras é isoquimenas cortan los círculos de latitud, la posición del vértice de su convexidad ó de su concavidad con relación al polo del hemisferio correspondiente, son efectos de causas que modifican más ó menos poderosamente la temperatura en las diferentes latitudes geográficas.

¿Cuáles son estas causas? Varias veces hemos hecho mención de las más importantes; pero vamos á reproducir su enumeración, separándolas, como lo ha hecho el ilustre autor del *Cosmos*, en dos clases, según que tiendan á elevar ó á bajar la temperatura de la región en que ejercen su influencia. La primera clase comprende:

"La proximidad de una costa occidental en la zona templada;

"La configuración particular de los continentes cuyas costas forman muchas penínsulas;

(1) Como la órbita de la Tierra no es un círculo, sino una elipse, las distancias del Sol á nuestro planeta varían constantemente, y por consecuencia la intensidad de su radiación ó de su acción calorífica. La Tierra recibe más calor hacia el 1.º de enero, cuando está en el perihelio, y menos en el afelio, ó sea hacia el 1.º de julio. Por consiguiente, el invierno boreal es menos riguroso que el austral y el verano menos caluroso; pero estas desigualdades están compensadas por la diferencia de duración de las estaciones del mismo nombre en ambos hemisferios, por lo cual se admite que uno y otro reciben el mismo grado de calor en el transcurso del año.