

Para dar una idea de la utilidad práctica de esta clase de pronósticos y de los servicios que prestan diariamente á los Estados Unidos, vamos á citar, tomándolo de un trabajo de un oficial encargado de la inspección anual de las estaciones meteorológicas del *Signal Office*, algunos hechos característicos.

En New-Haven (Connecticut) los habitantes han exigido que la estación telegráfica prestase servicio permanente para recibir lo más pronto posible las probabilidades del tiempo para publicarlas en los periódicos de la mañana.

En Cape-May (New-Jersey) se ha comprobado que, gracias á las predicciones de lluvia y de mal tiempo, se puede evitar todos los años la pérdida de una enorme cantidad de trabajo y de materiales en la construcción de las casas.

El secretario del tribunal de comercio de Nashville (Tennessee) ha declarado que los comerciantes, antes de enviar sus mercancías por los ríos, acuden á la oficina del *Signal Service* para informarse de la altura del agua y de las probabilidades de crecida ó descenso de su nivel, lo cual aumentaría mucho los riesgos y el tipo de los seguros de los géneros que se transportan.

En Lynchburn (Virginia), uno de los grandes centros del cultivo y elaboración del tabaco, los fabricantes consideran las *probabilidades* del tiempo comunicadas por el *Signal Service* como verdaderas *certidumbres*. "Así es que se rigen enteramente por ellas para poner á secar las hojas de tabaco ó para retirarlas. Los fabricantes declaran de unánime acuerdo que de este modo pueden evitar ahora grandes pérdidas de materiales y de mano de obra."

En Memphis (Tennessee) las compañías de ferrocarriles y de transportes consultan los boletines del tiempo para la dirección de las mercancías que pueden sufrir averías á causa de la lluvia y de los cambios bruscos de temperatura. Un fabricante de ladrillos asegura que teniendo en cuenta las probabilidades del tiempo ha podido á veces evitarse en un día pérdidas por valor de 1.000 á 1.500 francos. Las personas dedicadas á la industria del algodón acuden de continuo á la oficina para adquirir informes sobre el tiempo, la temperatura, la cantidad de lluvia caída en los distritos algodoneros.

Gracias á los avisos del *Signal Service*, los habitantes de las orillas del Mississippi pueden evitar en parte, no tan sólo las pérdidas materiales que causan las inundaciones, sino también las que ni el dinero ni la caridad pueden reparar nunca: las vidas de infinidad de seres.

En un pueblo tan eminentemente práctico como el de los Estados Unidos, no es de extrañar que se haya generalizado con rapidez la costumbre de consultar los despachos meteorológicos diarios. Las más pequeñas poblaciones se sirven de ellos, y se ha calculado que bastaría hacer pagar á cada una de ellas la cantidad de 1 fr. 50 como precio del boletín fijado cada día en la administración de correos, para cubrir los gastos del servicio, gastos que, según hemos dicho, ascienden á 1.750.000 francos.

En Europa todavía no estamos á tan brillante altura. Sin embargo, los servicios prestados por los Boletines del tiempo, por las cartas meteorológicas y sobre todo por los avisos de tempestades que se transmiten á los puertos marítimos son ya de entidad, y pecuniariamente hablando, exceden con mucho á las sumas invertidas en organizar y en hacer funcionar el sistema. Desde el punto de vista científico su utilidad es de importancia suma.

Veamos ahora si puede confiarse en prever el tiempo más allá de uno ó dos días, y digamos una palabra acerca de las tentativas hechas para dar avisos á más largo plazo.

## IV

## PRONÓSTICOS DEL TIEMPO Á LARGO PLAZO

El sistema de avisos del tiempo ó previsiones á corto plazo, tal como se practica en Europa y en América, está basado enteramente, según acabamos de ver, en el uso de la telegrafía eléctrica, empleada por una parte en reunir el mayor número posible de observaciones simultáneas y en servirse de ellas para construir cartas sinópticas del tiempo; y por otra, en reexpedir á las estaciones telegramas de previsión redactados en virtud de la discusión de las cartas. Esta discusión está á su vez basada en el hecho de que, en nuestro hemisferio Norte, tanto en América cuanto en Europa, los temporales marchan generalmente de Oeste á Este, y que los vientos se suceden según la ley de rotación de Buys-Ballot. Como la velocidad de transmisión telegráfica es infinitamente mayor que la del movimiento de traslación de las perturbaciones, los avisos pueden llegar á una estación determinada con toda la anticipación equivalente á la diferencia de ambas velocidades, es decir, de uno á dos días antes. Esta es la previsión ó pronóstico á corto plazo. ¿Se puede obtener más? He aquí la respuesta á esta pregunta tal cual la formulaba Scott hace algunos años. "No hace mucho tiempo, dice, que una persona me rogó que preparase para un periódico recién fundado la previsión del tiempo con una semana de anticipación. En vista de mi negativa me hizo observar que el almirante Fitz-Roy había dado avisos con tres días de anticipación, y que en la actualidad debíamos de ser capaces de duplicar este período. Pero aquella persona ignoraba que los pronósticos del almirante no siempre salieron ciertos, y que por lo mismo hubo de interrumpirlos."

Ya hemos visto la razón de esta reserva: las redes meteorológicas de la región Oeste de Europa no saben casi nada acerca del estado del tiempo en el Océano Atlántico. Sería preciso que pudieran hacerse extensivas á todo este Océano, ó por lo menos que estuviesen en comunicación directa por el Sudoeste con las islas Azores, por el Norte con las Feroe, Islandia y Groenlandia, y por el Oeste con las Bermudas y Terranova. En esta última isla y en las Azores se han hecho ya algunas tentativas con tal objeto, pero no han dado resultado. Hace algunos años que el periódico norteamericano *The New-York Herald* envía á sus corresponsales de París y Londres telegramas en que les anuncia las tempestades y borrascas que atraviesan el litoral oriental de la América del Norte, y que al parecer deben llegar á los pocos días al litoral opuesto, es decir, á las costas occidentales europeas. Estos anuncios son indudablemente preciosos y el generoso é inteligente director del *Herald*, M. J. G. Bennet, merece los más calurosos parabienes por su iniciativa. Pero ¿hasta qué punto se puede contar con la exactitud de estos pronósticos á plazo ya notablemente largo? Basándonos en las averiguaciones hechas con este objeto por M. E. Loomis, así como en las del ilustrado director del Instituto danés M. Hoffmeyer, he aquí la respuesta que se puede dar á tan interesante pregunta. Según el meteorologista americano, "cuando las tempestades de la América del Norte pasan al Océano Atlántico, experimentan por lo común grandes cambios en muy pocos días, siendo con frecuencia como absorbidas por otras tempestades que parecen nacer en el mar, de suerte que rara vez se puede seguir una tempestad en todo su paso por el Atlántico." En concepto de Loomis, cuando una de presión se aleja de los Estados Unidos sólo hay 1 probabilidad contra 9 de que llegue

á Inglaterra; de que produzca una tempestad, 1 contra 6, y una brisa fresca, 1 contra 2.

Para comprender la importancia de las previsiones de procedencia americana, M. Hoffmeyer ha estudiado el conjunto de las depresiones observadas por espacio de 21 meses (septiembre á noviembre de 1873 y diciembre de 1874 á marzo de 1876). Las 285 depresiones que durante este período han atravesado la región comprendida entre los 10° de longitud Este y los 60 de longitud Oeste (meridiano de Greenwich), se subdividen del modo siguiente:

23, ó sean 8 por 100, proceden de las regiones árticas (bahía de Baffin, estrecho de Davis);

223, ó sean 44 por 100, proceden de la América del Norte y del Canadá;

25, ó sean 9 por 100, proceden de las regiones tropicales (Azores hasta Terranova);

106, ó sean 37 por 100, proceden del Atlántico por segmentación;

5, ó sean 2 por 100, se han formado en alta mar.

En resumen, el 61 por 100 de los temporales procedían del continente americano y el 39 por 100 se habían formado en el mar.

De estas 285 perturbaciones, 145 ó sea poco más de la mitad pasaban de los 10° longitud O., es decir, habían llegado á Europa; pero de este último número, menos de la mitad (47 por 100) se habían podido observar en América. Así, pues, los avisos de Nueva-York no pueden anunciar más que algo menos de la mitad de las tempestades que llegan á Europa. Por lo que respecta á la dirección de las trayectorias y á los lugares amenazados, la probabilidad de que una perturbación que sale de los Estados Unidos haga sentir sus efectos en las costas de Europa, es de 1 contra 3 para Noruega, 1 contra 4 para las islas Británicas, 1 contra 7 para Francia y 1 contra 11 para la península Ibérica.

Lo que contribuye en gran manera á esta dificultad son las variaciones que las depresiones sufren en su marcha por el continente americano, por el Océano y por el continente europeo. En la primera parte de su trayecto, las áreas de alta presión que las preceden ó las siguen comúnmente, según hemos visto, se desvían fácilmente al Este, de suerte que en América los anticiclones no entorpecen la marcha de las borrascas. La observación ha demostrado que no sucede lo propio en el Atlántico y en Europa; allí las áreas de alta presión manifiestan marcada tendencia á mantenerse estacionadas, resultando de aquí que detienen y repelen á las depresiones en su marcha, obligándolas, ya á segmentarse en depresiones secundarias, ó ya á dar un rodeo más ó menos largo para proseguir su camino hacia el Este. La incertidumbre en que se está de estas modificaciones es lo que ha privado en gran parte de su probabilidad á los pronósticos americanos. Para obviar estas dificultades, M. Hoffmeyer cree que se necesitaría extender la red americana hasta las Bermudas y enlazar con la red europea, por una parte las Azores, y por otra las islas Feroe, la Islandia y la punta meridional de Groenlandia. En su concepto, la casi totalidad de los temporales pasan bastante cerca de una ú otra de estas estaciones para revelar la existencia y la intensidad de la depresión. Reuniendo sus indicaciones en las cartas diarias del tiempo, se tendría la situación meteorológica general en toda la superficie del Atlántico Norte, y el servicio americano podría formular sus pronósticos relativos á Europa con gran probabilidad. El día en que funcionaran regularmente las comunicaciones telegráficas reclamadas por el sabio danés, se daría un gran paso en la vía de la predicción del tiempo á largo plazo. Los gastos que se impondrían las naciones civilizadas para establecer estas comunicaciones

estarían á no dudarlo ampliamente compensados por los beneficios que reportarían al comercio y á la navegación.

Si América está mejor dotada que la Europa occidental por lo que atañe á las predicciones que puede hacer el *Signal Service* de Washington, los Estados del Este y los puertos del Atlántico son los que más se aprovechan de esta situación privilegiada; en cambio, los Estados del Oeste y los puertos del Pacífico sufren como nosotros el inconveniente de no tener aviso de los temporales que llegan ya formados en medio de este Océano. Por consiguiente, para que la red de los Estados Unidos estuviese completa, se necesitaría que en el Pacífico Norte hubiese cierto número de estaciones enlazadas telegráficamente con las costas de California y de México, por ejemplo. Mientras se espera que este desiderátum quede realizado, el *Signal Service* de los Estados Unidos ha tomado la iniciativa, gracias al celo de su director Myer, publicando diariamente observaciones cotidianas que abarcan todo el hemisferio Norte de la Tierra. Unas 500 estaciones, distribuídas con bastante desigualdad por tan dilatada superficie, cambian cada día un despacho con Washington; las observaciones se hacen en el mismo instante físico, á la hora que corresponde á las 7 h. 35 m. de la mañana, tiempo medio del Observatorio de dicha ciudad; por ejemplo: las 12 h. 43 m. en Londres, las 12 horas 55 m. en París, la 1 h. 33 m. en Roma, la 1 h. 49 m. en Viena, las 2 h. 44 m. en San Petersburgo, las 6 h. 36 m. en Calcuta, las 10 h. 2 m. en Yedo. De este modo, las cartas sinópticas que representan el hemisferio Norte proyectado sobre el Ecuador son cartas simultáneas; marcan á la vez las isobaras, las curvas de la temperatura del aire, la fuerza y la dirección del viento, de suerte que el meteorologista abarca de una ojeada el estado real de estos diferentes elementos, ó la verdadera situación atmosférica de una mitad de la Tierra. No hay duda de que en tan preciosos documentos aparecen aún bastantes vacíos; pero no tardará en llegar el momento en que ninguna región algo importante, no tan sólo del hemisferio Norte, sino del globo entero, quede fuera de este cambio de observaciones. Entonces se estará cada vez más cerca de conseguir el objeto práctico de la organización de tan inmensa red, á saber, la previsión del tiempo. Verdad es que para que esto suceda será menester que los meteorologistas, fijando sus miras más altas y más allá de lo que sea la utilidad inmediata, y aprovechando la no interrumpida abundancia de datos, atiendan con preferencia á deducir de éstos las leyes de los movimientos de la atmósfera. Según se ve por el resumen, sobrado incompleto, que dejamos hecho, se han practicado ya investigaciones con tal propósito, y se vislumbra la posibilidad de descubrir entre los fenómenos complejos que tienen asiento en la envoltura fluida del planeta cierto orden de sucesión en el espacio y en el tiempo.

Si esta esperanza llega á realizarse, no será ya una previsión á pocos días de plazo resultante tan sólo de la inmensa superioridad de la rapidez de la electricidad sobre la de los meteoros aéreos, sino una previsión que quizás pueda comprender un año, si no día por día, cuando menos estación por estación. Entonces podrá decirse, tal como planteábamos la cuestión al principio de este capítulo, que en esta ó en la otra región de la Tierra el verano del año próximo será lluvioso ó seco, y el invierno riguroso ó templado. Agregando las previsiones deducidas de los cambios telegráficos diarios, perfeccionados por el conocimiento cada vez más positivo de las leyes de traslación de las áreas de alta ó baja presión, se tendrá entonces un sistema completo de avisos del tiempo, propio para prestar á la civilización los mayores servicios.

Lo que legitima *á priori* la posibilidad de semejante progreso de la meteorología

es la convicción de que los fenómenos naturales en la superficie de un cuerpo sometido como la Tierra ó leyes astronómicas que se pueden considerar como constantes y que en su constitución íntima tan sólo sufren cambios de gran lentitud, están á su vez sujetos á leyes, y á intervalos más ó menos largos pasan por fases, ya que no idénticas, por lo menos muy análogas entre sí. La atmósfera oscila sin cesar, y su movilidad hace muy difícil el que pueda apreciarse el carácter de estas oscilaciones. Pero también propende á recobrar su estado de equilibrio, siendo lícito pensar que estudiando largas series de observaciones que comprendan toda la superficie del globo, se llegue á conocer los máximas y los mínimas de sus oscilaciones así como su periodicidad. Por lo demás, citaremos en apoyo de esta opinión, que quizás le parecerá al lector demasiado optimista, la conclusión siguiente de una conferencia dada hace algunos años por M. Mascart sobre la previsión del tiempo.

“Es preciso considerar, dice, la atmósfera como un *conjunto*, cuyas diversas partes están en dependencia recíproca. Al parecer, el estado medio del globo no ha cambiado de un modo perceptible desde los tiempos históricos, de suerte que los fenómenos deben reproducirse siguiendo ciertos períodos y alternar de una región á otra en un mismo hemisferio y de un hemisferio á otro. Por lo tanto, lo que se necesitaría conocer son las leyes de estas oscilaciones. Para conseguir tan elevado objeto y dar al hombre medios de precaverse de los temibles efectos de las fuerzas naturales, no es pedir demasiado la colaboración efectiva de todas las naciones civilizadas, de todas las marinas del mundo.”

## V

## ENSAYOS DE PREVISIÓN DEL TIEMPO Á LARGO PLAZO

Todos los conatos de cuantos hasta ahora han procurado prever el tiempo con mucha anticipación se han cifrado en encontrar entre los fenómenos naturales á los que se atribuye alguna influencia en la atmósfera terrestre, períodos en que esta influencia pase por un máximo y un mínimo. Conocidos estos períodos, se compulsan los registros meteorológicos, se anotan las observaciones de presión, temperatura, cantidad de lluvia, etc., y se examina si los elementos del tiempo han tenido variaciones concordantes durante los intervalos periódicos en cuestión. Las influencias cósmicas han sido más especialmente objeto de las pesquisas de los investigadores. La creencia popular tan generalizada de la acción de la Luna y de los cambios que acompañan á sus fases ha dado lugar á muchas indagaciones, en las que los unos han pretendido encontrar la confirmación de tales creencias y los otros las han combatido como simples preocupaciones. Podría formarse un abultado volumen con todos los modos de influencia de que se cree dotado á nuestro satélite, si se aceptara todo cuanto la tradición ha reunido, cuanto los autores antiguos y modernos han escrito acerca de este asunto: la *luna roja*, que en la primavera marchita los retoños de las plantas; la luz de la luna llena, que disipa las nubes, según ese refrán tan conocido de los marinos, *la luna se come las nubes*; la influencia de los novilunios en los cambios de tiempo ó más especialmente la acción de cada cuarto sobre la lluvia, sobre la dirección del viento, etc.

Ya se examine la cuestión desde el punto de vista teórico, ó ya se la estudie experimentalmente por la discusión de observaciones que comprendan un intervalo suficientemente largo, es difícil negar que la Luna ejerce en nuestra atmósfera una influencia

positiva. Su luz, ó mejor dicho, su radiación calorífica, aun cuando apenas perceptible en la superficie del suelo, á la cual llega después de haber perdido á su paso por el aire la parte más intensa de esta radiación, ó sea la que comprende los rayos oscuros, ejerce quizás cierta acción en los vapores más elevados de modo que justifique el refrán antes citado: tal era la opinión de J. Herschel, y Arago se inclinaba ostensiblemente á convenir en la exactitud de esta explicación.

Por otra parte, la Luna influye ciertamente en la atmósfera con su masa, y no hay razón para no admitir que haya mareas atmosféricas lunisulares, lo mismo que las hay oceánicas. En este caso, la acción reunida de los astros debe de ocasionar movimientos periódicos análogos á los del mar y que tengan también sus máximas y sus mínimas distribuidos en los mismos intervalos, esto es, grandes mareas en las sizigias, mareas bajas en las cuadraturas, máxima y mínima dependientes de la época, equinoccios ó solsticios, distancias perigeas ó apogeeas. Mas suponiendo que estas causas físicas ejerzan en realidad su acción, la cuestión está en saber si se pueden desentrañar de tantas otras influencias preponderantes ó perturbadoras, si afectan de una manera ostensible el barómetro, si modifican la dirección de los vientos y si por ejemplo se conocen en el número de días lluviosos, cantidad de lluvia caída, etc. Es sabido que Laplace dedujo de ocho años de observaciones barométricas hechas de tres en tres horas por Bouvard la magnitud del flujo lunar atmosférico y la hora de su máximo de la tarde el día de la sizigia, viendo que era de un *decimotavo* de milímetro la magnitud en cuestión, y las *tres* de la tarde el momento de este máximo. Arago ha obtenido un resultado análogo discutiendo veinte años de observaciones de Flaugergue. Ha muy poco, Bouquet de la Grye ha deducido de numerosas observaciones hechas en Brest que la presión barométrica variaba con la declinación del astro. Así, pues, la influencia de la Luna, aunque muy pequeña, debe ser positiva. ¿Es bastante considerable para producir los cambios de tiempo que el público atribuye á los de lunación ó de fases? Esta cuestión tampoco deja de ser delicada. La misma frase, *cambio de tiempo*, es bastante vaga. Hanse considerado las cantidades de lluvia ó el número de los días lluviosos. Las investigaciones hechas desde este último punto de vista por Schubler en Alemania (período de 1781 á 1828), por Pilgram en Viena en 1788, y la discusión de las observaciones de París, han demostrado que el número de días lluviosos es mayor entre el cuarto creciente y el plenilunio que entre el cuarto menguante y el novilunio. En números redondos, la proporción es de 5 á 6. El máximo del número de días lluviosos debe corresponder al segundo octante y el mínimo al cuarto menguante. Sin embargo, los resultados de diez años de observaciones obtenidos en Montpellier por Poitevin en 1777 no concuerdan con aquéllos, pues según éstos, el máximo ocurre en la luna nueva y en el cuarto menguante, y el mínimo en el creciente. Enrique de Parville se ha ocupado de nuevo en estos últimos años de la cuestión de la influencia de la Luna en el tiempo. En su concepto, esta influencia es cierta, y mayor de lo que se había creído agrupando series de observaciones cuyos efectos no podían apreciarse precisamente por el modo de agruparlos. A su parecer, lo que importa estudiar especialmente son las variaciones en declinación de nuestro satélite. Como en las estaciones opuestas la declinación de la Luna es unas veces boreal y otras austral, su acción tiene efecto en sentido contrario en invierno y en verano; esta acción debe consistir en una desviación del itinerario de los temporales, pues subiendo ó bajando la trayectoria de las tempestades con relación al Ecuador, deben resultar para un mismo lugar alternativas de buen ó mal tiempo.