

LA METEOROLOGIA

INTRODUCCIÓN

Del examen de la historia del conocimiento se advierte una auténtica sucesión en el trono de la atención del hombre en lo que a sectores del conocimiento se refiere. En la actualidad hay una disciplina que, si bien no empuña el cetro, está en la corte, muy próxima al sitial principal. La disciplina que, con términos sencillos, está de moda, es la Meteorología.

La enunciación exige una definición. La definición, como la de todas las disciplinas científicas, es difícil, más aun si debe ser breve, sencilla y clara, al alcance de todos. El objeto, en cambio, parece más accesible.

La Meteorología trata del estudio del tiempo, se responde habitualmente; para otros tiene por objeto el estudio de los cambios de tiempo.

Para los doctores Walter Knoche y Vladimir Borzacov, "la Meteorología es la ciencia que, basada en observaciones directas de los fenómenos meteorológicos, el origen y el desarrollo de los mismos, los procesos del termodinamismo que tienen lugar en la atmósfera terrestre y completada por estudios teóricos pertinentes, trata de encontrar las leyes físicas de la atmósfera que rigen el estado del tiempo. Su utilidad se traduce en múltiples campos de actividad humana, abarcando complejos problemas de índole sociológicos en sus conexiones con el comercio, la economía, etc." ¹.

Esta definición preludia lo que ha de ser este trabajo, cuyo fin es poner de relieve la importancia y la utilidad de la disciplina en cuestión. Pero aún es un tanto ambigua y exige, para su entendimiento, explicar qué son fenómenos meteorológicos.

Fenómenos meteorológicos son: la lluvia, el trueno, la nieve, el viento, los cambios de temperatura, las oscilaciones de la humedad, etc. Pero, he aquí que lluvia, trueno, nieve, etc., son también estudiadas por la Climatología; de allí que sea necesario hacer el distingo de ésta con la Meteorología.

La Climatología, ciencia de los climas, "constituye una rama de la Meteorología en su sentido más lato, que, como ella misma, se basa en la

¹ KNOCHE, W. y BORZACOV, V., *Clima de la República Argentina, Introducción, en Geografía de la República Argentina*, V (Buenos Aires, 1946), 9.

Física Experimental y en la Geografía, pero en la cual el factor geográfico prevalece sobre el factor físico" ².

Ambas disciplinas —Climatología y Meteorología— se encuentran en estrecha dependencia con el hombre. A la Meteorología interesa el conocimiento del tiempo en cuanto es útil al hombre; a la Climatología le interesa el clima en cuanto él pertenece a un lugar poblado de la tierra.

Tiempo y clima son, entonces, objeto de la Meteorología y Climatología, pero como ambos términos se prestan, con frecuencia, a usos indebidos, ya que se los toma como sinónimos no obstante la visible diferencia entre uno y otro, se hace necesaria su explicación.

Dentro de la misma Meteorología y Climatología aún no hay pleno acuerdo respecto de la definición adecuada que debe darse para clima y tiempo. De allí las largas listas de definiciones y críticas a las mismas, de suma sutileza, que nosotros no tomaremos en cuenta porque deseamos dar una noción práctica de lo que uno y otro término significan.

"Tiempo es el estado de la atmósfera durante un lapso relativamente breve en un lugar determinado.

"Clima, en cambio, según una de las definiciones más aceptadas, es el conjunto de estados atmosféricos característicos de un determinado lugar referido a un largo período de tiempo.

"El tiempo es transitorio y los valores que traducen sus manifestaciones mensurables pueden acercarse o alejarse de los que habitualmente llamamos normales o medias.

"El clima es el resultado de largas series estadísticas durante muchos años de observación, en un mismo lugar y reducidos a valores promedios o normales, teniendo en cuenta, además, la amplitud de los valores de los elementos que son propios para ese lugar y la frecuencia con que los mismos se repiten" ³.

El clima, como dice Huntington, dura, el tiempo no dura. El tiempo, según Köppen, cambia pero el clima se mantiene constante. Lo que caracteriza al tiempo son los cambios; al clima, en cambio, lo caracteriza la constancia.

Con estas abstracciones no hemos cumplido nuestro propósito de dar a conocer sencillas nociones al alcance de todos, por lo que hemos de tomar la definición de ambos hechos desde un punto de vista puramente práctico.

Es posible alejarse de nociones abstractas, de relaciones temporales,

² KÖPPEN, Wilhelm, *Climatología*, Trad. del alemán de Pedro R. Hendrichs Pérez, Méjico, [1948], 19.

³ Resumen mensual del tiempo en Cuyo (Mendoza, San Luis y San Juan) y La Rioja, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. 1, Nº 2 (Mendoza, 1949), 67.

de combinaciones numéricas ideales y arbitrarias y palpar concretamente el tiempo. Para ello bastará con la observación atenta de los acontecimientos atmosféricos de un solo día o más si se desea.

Es obra del tiempo el calor intenso de una siesta y la caída violenta de la temperatura en pocos minutos por la irrupción de una masa de aire frío de latitudes polares. Es obra del tiempo la tarde apacible y la tormenta que a las pocas horas sacude el firmamento con vibrantes truenos y zigzagueantes rayos que cruzan el cielo. Es obra del tiempo la mañana cegada por la niebla que desaparece con la intensidad de los rayos solares dejando el aire diáfano y puro. En cambio no es del tiempo el que a través de muchos años la temperatura media del mes de agosto sea de 17°, la lluvia cero y los vientos predominen del norte.

El tiempo se siente, pesa sobre nuestras cabezas porque obstruye nuestra mente o la incita a infatigable actividad. Pesa sobre nuestras cabezas derramando torrentes de agua para solución de nuestros problemas económicos y nos impele a desearlo o sustraernos de sus efectos creando ambientes especiales que conforman, a veces, toda una manera de vivir. Es intempestivo, casi siempre inesperado, se va a veces inadvertida y paulatinamente. El clima, en cambio, es el mullido sedimento de tiempos sobre el cual reposamos bien o mal nuestra existencia, pero siempre conformes porque nos habituamos a él, lo hacemos nuestro y es cuestión de amor propio la defensa de su bondad. Lo sentimos debajo de nosotros, no pasa sobre nuestras cabezas sino que está allí, estático, no dinámico y somos nosotros los que transitamos sobre su lento y uniforme transcurrir inadvertido para bien o para mal de quienes lo transitan.

Cambio del tiempo son las variantes en forma evidente de los elementos meteorológicos tales como temperaturas, presión, humedad, dirección y fuerza del viento, nubosidad, etc. Estos mismos elementos, combinados en distintas proporciones, hacen un día apacible o un temporal iracundo, las tardes poéticas o tempestuosas y las noches tibias y suaves u oscuras y frías. Pero no todos los elementos del tiempo son, a su vez, elementos del clima, sino que sólo pertenecen a éste aquellas condiciones meteorológicas que influyen de un modo directo en la vida orgánica de la naturaleza, en especial en los órganos de nuestro cuerpo. Un ejemplo es la presión atmosférica que tiene tanta importancia en la Meteorología Sinóptica y que sin embargo no significa nada para la Climatología.

La Climatología es la antítesis de la Meteorología Sinóptica. Ésta, que tiene por objeto la predicción del tiempo, constituye el blanco de la mayor cantidad de ataques a la nueva disciplina por inauditas razones que trataré de poner de relieve.

Es habitual, en el común de las gentes, inquirir, en cualquier lugar y hora del día, de quienes suponen debidamente autorizados, sobre las posibilidades futuras del tiempo, sobre cuál será el estado atmosférico futuro. Esta forma inoportuna de preguntar sobre cosas tan complicadas tiene origen en un total desconocimiento del problema. Quienes en tal forma proceden, parten, generalmente, de errores conocidos. Uno de ellos es suponer, en primer término, que las personas responsables de tales predicciones resuelven tan arduos problemas observando, a cielo abierto, la atmósfera celeste y diáfana o agitada y brumosa de la cual obtienen cabalmente resultados concretos de la posterior evolución del tiempo. Otros, partiendo de conceptos inferiores, creen que el especialista procede como lo hacen muchos hombres, especialmente el de campo, que a fuerza de vivir pendiente del tiempo por razones vitales, ha construído algunas fórmulas empíricas que le permiten predecir con cierta anticipación uno de los tantos fenómenos meteorológicos para el lugar exclusivo en que durante muchos años ha efectuado observaciones. Elevando un poco de categoría las apreciaciones comunes del problema, nos encontramos con los que poseen algunas nociones de tiempo y clima y que por lo tanto intuyen algo más sobre la importancia y complicaciones de la predicción. Tales personas aumentan sus exigencias y extienden sus preguntas, sobre el tiempo posible quince días después o solicitan, concretamente, una predicción con indicación de día y hora, entre tales o cuales calles. Estas exigencias exceden los límites de la disciplina meteorológica, por el momento, y tal vez las humanas, desde que, dados los medios con que se cuenta en la actualidad, no es posible fundar pronósticos, al menos con seriedad, que vayan más allá de las veinticuatro horas o posibilidad dentro de las cuarenta y ocho horas. En cuanto a la precisión en el espacio, la misma sobrepasa los límites de lo humanamente posible, desde que lo que se analiza son grandes procesos que abarcan, cuando menos, grandes áreas y que debido a la extraordinaria movilidad es imposible ubicarlos dentro de límites tan estrechos. En medio de esta confusión, a nadie se le ocurre pensar cuáles son los medios, métodos y elementos que intervienen en un pronóstico del tiempo, y sólo lograríamos producir hilaridad si manifestáramos que en la confección de un pronóstico del tiempo para la ciudad de Mendoza o la zona de Puente del Inca, por ejemplo, intervienen, habitualmente, miles de personas y es indispensable la colaboración de países limítrofes como Chile, Uruguay, Brasil y aun de barcos en navegación, aviones en vuelo y, en último término, que en regiones donde ninguno de estos medios son posibles, como en nuestra Antártida, grupos de hombres ofrendan su vida para tales fines.

Muchas consideraciones más al respecto podrían hacerse y es lógico

que esto ocurra con la Meteorología, disciplina nueva, aún en formación y que, por imposición de las circunstancias, está de moda. Todos hablan de ella, los periódicos arrecian con sus noticias que si las obtienen de fuentes responsables resultan demasiado parcas, poco periodísticas, por lo que extraen del texto un concepto y con artificios del ramo redactan un título retumbante que suene sensacionalmente o dan curso a informaciones improcedentes que a menudo producen alarma general.

No descartamos la labor paciente y abnegada de los auténticos aficionados y de la literatura al respecto, que no pocas veces ha marcado rumbos a la misma ciencia, pero sí queremos ponernos en guardia contra los que suponen que un solo hombre, sin más medio que su buena o mala voluntad, puede resolver tales problemas. Pensar de esta manera significa desconocer lo actuado durante siglos por numerosos sabios que han ido jalonando un camino infinito y cuyos antecedentes más remotos pueden bucearse en los albores de la humanidad.

Para contrarrestar los efectos de las malas apreciaciones, con el objeto de contribuir a la difusión de elementales conceptos de la disciplina meteorológica y climatológica —que permanecen ignorados por la mayoría, no obstante su importancia— trataremos de mostrar, mediante una breve reseña histórica, cuán ardua y meritoria ha sido la lucha para llegar a constituir esa ciencia, la complejidad del problema, la cantidad de elementos, hombres, instrumentos, etc., y finalmente, la importancia de la misma, la seriedad con que debe ser tratada y la necesidad de difundir los verdaderos principios de la Meteorología.

HISTORIA

La Meteorología, cuya historia no difiere en mucho de la de otras ciencias, “está en la actualidad pasando por la época de transición convirtiéndose de ciencia descriptiva en ciencia exacta”⁴. Al efectuar el estudio de este proceso tendremos en cuenta no sólo las conquistas meramente especulativas de la Meteorología, sobre cuyos postulados se levantó el complejo andamiaje del conocimiento del tiempo, sino también las ciencias auxiliares a cuyo progreso estuvo, y está hoy, supeditada nuestra disciplina. También tendremos en cuenta el perfeccionamiento del instrumental que posibilitó las construcciones teóricas y el progreso de la Climatología.

En realidad “el clima es una de las cosas de que más se habla en todo

⁴ PETERSSEN, Sverre, *Introducción a la Meteorología*, Trad. del alemán por Otto Schneider, Buenos Aires, [1947], 323.

el mundo. Probablemente siempre se habló mucho de él, ya que nada afecta tanto como él a la humanidad. Comenzó el hombre pidiendo ayuda a la luna y las estrellas” y buceó en todos los órdenes de la naturaleza, pero no conforme con ello traspuso el orden natural conocido y buscó explicaciones de índole metafísica. Así nos encontramos con los primeros escritos de los hebreos en los que se nota la creencia en una respuesta a las súplicas personales, pero aceptando la idea de que el tiempo se rige por una deidad benevolente, cuya lluvia cae normalmente sobre justos e injustos, sobre judíos y gentiles pero manteniendo al mismo tiempo el concepto de que las consecuencias podrían ser detenidas o cambiadas como resultado de las súplicas, del mismo modo que al hechicero africano se le atribuía el poder de regular los cambios del tiempo de modo que respondiese a las necesidades de su propia tribu ⁵.

En el antiguo oriente, 3000 años antes de J. C., los chinos “eran capaces de predecir la llegada de las estaciones por las estrellas”. Mientras que los caldeos y babilonios también se preocuparon del fenómeno y crearon “esquemas de predicción del tiempo y la fertilidad”, ambos fenómenos estrechamente vinculados, como se verá más adelante. Encontraron bases para sus razonamientos en la “aparición de los truenos en relación con las fases de la luna” ⁶. En épocas más recientes, durante la dinastía de Shang Lau, los chinos habían acrecentado su acervo científico y sus “observaciones les permitieron efectuar pronósticos y cálculos de ciertos fenómenos como las lluvias y los vientos” ⁷. No es posible abrir, hoy, juicios sobre esas predicciones, pero sí es digna de hacer notar la importancia que ya asignaron a la estadística.

Árabes y egipcios escribieron importantes obras sobre la ciencia que estudiamos y muy especialmente fueron los primeros que prestaron atención a la altura de la atmósfera, la cual, valiéndose de la duración del crepúsculo, fijaron en 92 Km. ⁸.

El pueblo genial de la humanidad, con su acendrado amor a la mitología que tanto vitalizó su espíritu, no podía dejar que los fenómenos naturales, que el rugiente trueno, el arrasador viento, tuvieran una explicación homérica. “Creyeron más en sus dioses y diosas que en sus estrellas propicias; Zeus, por ejemplo, en recompensa por una ofrenda apropiada, desencadenaba un viento favorable. Atenea hacía hinchar las velas de sus

5 KIMBLE, G. H. y BUSH, R., *El clima*, Trad. del inglés por Clara Y. de Campana, Buenos Aires, [1944], 1-2-9.

6 *Ibidem*.

7 CONSTANTINO, Carlos E., *Meteorología Descriptiva*, Buenos Aires, [1943], 12.

8 *Ibidem*.

favoritos y Poseidón, mediante la invocación conveniente, levantaba remolinos contra el enemigo”⁹.

En Homero se encuentran referencias concretas acerca de deducciones meteorológicas de la época. En la Rapsodia V de la Odisea nos dice: “El Poderoso sacude la tierra . . . al encenderse su ira desencadenó una tempestad y amontonó las nubes y soliviantó el mar . . . y soplaron a la vez el Euro y el Noto, el violento Céfiro y el impetuoso Borias”¹⁰. He aquí una magnífica caracterización de dos importantes vientos “el violento Céfiro y el impetuoso Borias”.

También ellos tuvieron almanaques con indicaciones de vientos, circunstancia que prueba la realización de observaciones meteorológicas.

Ya hicimos referencia a la recurrencia a potencias divinas como productoras de fenómenos meteorológicos del cual es otro ejemplo el libro de *Job*, en que se insiste sobre la influencia divina. Pero en el siglo V a. de J. C. nos encontramos con las lucubraciones de los materialistas. “Aristófanes, dramaturgo satírico, en su comedia *Las nubes*, representa una discusión entre un filósofo escéptico y un simple campesino sobre la posibilidad de que el trueno fuera producido por Zeus, o resultado de un choque de nubes en un remolino de aire”¹¹.

Al margen del mito y de la poesía, los griegos hicieron observaciones más o menos regulares de ciertos fenómenos atmosféricos y los aplicaron a la protección de sus marinos, antecedente concreto de nuestros modernos sistemas de protección a la navegación marítima, siglo V a. de J. C., con lo que surgió la necesidad de informarles sobre las condiciones reinantes, “utilizando el único medio de comunicación a distancia entonces conocido, las señales ópticas”. Las parapegmatas de la época de Metón son expresión de dicha inquietud¹² y anteceden a nuestros actuales códigos meteorológicos internacionales perfeccionados al amparo de la radiotelegrafía.

Según Petterssen¹³ la Meteorología comienza con Hipócrates, autor del primer tratado de climatología médica en la que entrevió la conexión de los elementos del clima y la Medicina, la cual, no obstante su importancia, aún no es conocida en toda su amplitud.

Aristóteles escribe el primer tratado de Meteorología basado en observaciones personales. Sus escritos sobre vientos, en los cuales también define

9 KIMBLE, G. H., y BUSH, R., *Op. cit.*, 8.

10 SUAREZ, Jorge H., *Los navegantes y la Meteorología, Breve reseña histórica hasta 1911*, en “Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima”, Año III, Nº 8, 1949, 8.

11 KIMBLE, G. H. y BUSH, R., *Op. cit.*, 9.

12 SUAREZ, Jorge H., *Op. cit.*, 8.

13 PETERSSSEN, Sverre, *Op. cit.*, 323.

la atmósfera, aún ilustraban al siglo XVII. En su *Meteorológica* al hablar de la tierra y los cielos, lo hace también de la lluvia, el rocío, el arco iris y los fenómenos similares, usualmente en términos académicos y expone puntos de vista que aún nos asombran.

Entre Aristóteles y el siglo XVII, la predicción astrológica, que concebida como un arte, era sólo entendida por peritos; un arte sin observaciones sobre el tema, acerca del cual el sacerdote tenía la voz superior, y el *cancionero del tiempo*, fueron la máxima expresión de la ciencia del tiempo. Los autores del *cancionero del tiempo* debieron ser gente sencilla, inculta, pastores, campesinos, pescadores, etc., que mediante la observación determinaban el orden de fenómenos perceptibles que antecedían a otro fenómeno importante y luego los fijaban en un proverbio de fácil retención, o en una copla rimada o una paradoja.

No fué extraña a la época una literatura meteorológica, obra, en especial, de historiadores. Horacio, continuando con aquella antigua tradición mitológica, llegó al convencimiento, “cuando se desencadenó sobre él, en medio de un cielo límpido y sin nubes, una tempestad de truenos”, que era la obra personal de Júpiter ¹⁴. Plinio, en su *Historia Natural*, prestó especial atención a los vientos navegables.

En la India, 350 años a. de J. C. más o menos, ya se medía la lluvia y se conocía la veleta, con la que se observaba la dirección de los vientos y probablemente también apreciaron su intensidad con algún instrumento, del cual no nos han llegado noticias. En el siglo IX las veletas proliferan y se constituyen en elementos de adorno. En nuestros días ha recrudecido esta costumbre y ornadas de las más variadas formas, hasta perder todo ese espíritu sugerente de que estaban rodeadas, crujen en el mástil de infinitos edificios, casi con exclusividad en los de un estilo determinado, en respuesta a un orden de ideas cuya conexión cuesta distinguir.

Guillermo de Conches, que representa una época en el siglo XII en que comienza a cobrar valor la observación personal y la deducción se torna cada vez más evidente, expresa que la “densidad atmosférica y la humedad decrecen progresivamente con la altura” de lo cual infiere que el sol “influye más en el aire más denso, de baja altura, que en los estratos elevados”. Estableció que el sistema de los vientos en nuestro planeta estaban en relación con las corrientes oceánicas. Vislumbró la posibilidad de un amplio sistema de circulación y estaba dispuesto a asignarle una causa puramente física ¹⁵.

¹⁴ KIMBLE, G. H. y BUSH, R., *Op. cit.*, 11-12.

¹⁵ *Ibidem*, 13-16.

En el Medioevo era generalmente aceptado el dogma de fe en la explicación de los fenómenos meteorológicos. Santo Tomás dice al respecto "es un dogma de fe que los demonios pueden producir vientos, tormentas y lluvias de fuego desde el cielo".

En el año 1436 Gutenberg inventó el primer gran aliado de la Meteorología y por ende de la Climatología, la imprenta, con la que tomó impulso la práctica de anotar el tiempo, y popularizó el uso de almanaques y calendarios.

Galileo abre una de las etapas más importantes de la Meteorología al crear el termoscopio, al que luego se le agregó una escala, arbitraria como todas, convirtiéndose así en un instrumento de medición. Esta etapa a la cual hacemos referencia puede ser llamada la era del instrumental.

Posiblemente el primer instrumento con elemento sensible basado en una sustancia reactiva, fué el usado por el Cardenal de Cusa. Consistía en un ovillo de lana con el que se determinaban las variaciones de humedad a base de las variaciones de peso del ovillo. Prácticamente era un higrómetro cuyo principio, en la actualidad, se fundamenta en la condición higroscópica de los cabellos ¹⁶.

La introducción del punto de congelación y del punto de ebullición del agua como referencia para la escala termométrica por Huyghens, data del año 1665. Entre los años 1710 y 1736 se inventan las distintas escalas conocidas: Farenheit, Réamur y Centígrada de Celsius.

El adelanto efectivo de la disciplina no podía realizarse aún, necesitaba de la cabal comprensión del problema de la presión atmosférica y de los procesos físicos de la misma y para ello eran insuficientes el termómetro y el higrómetro, la veleta y el pluviómetro, era menester la invención del barómetro, que si bien era imprescindible adquirió más valor que el real. Se le consideró la "bola mágica" del clima, tanto que todavía hoy quedan restos de tanta fama.

El barómetro permitió poseer el concepto de la presión atmosférica, cuando Torricelli descubrió que la atmósfera podía soportar una columna de mercurio de unos 760 mm. en determinadas condiciones.

El barómetro, el primitivo termómetro y los trabajos del mismo Galileo y sus discípulos dieron un impulso notable a la ciencia en embrión. El nombre de Perier está íntimamente vinculado a estas experiencias.

En 1653, el gran duque de Toscana, no sólo estableció estaciones meteorológicas en su país, sino que también intentó establecer un sistema internacional de observaciones.

16 PETERSSEN, Sverre, *Op. cit.*, 325.

Los vientos llamaron desde temprano la atención de los hombres y pronto se construyeron aparatos indicadores, aunque la teoría al respecto marchó lentamente hasta el año 1624 en que recibió un marcado impulso con la ley de rotación de los vientos con el sol, formulada por Francisco Baco de Verulan.

La primera descripción de los vientos alisios y de los monzones observados entre los trópicos, fué obra de Halley, que indicó, en parte, las razones físicas de los mismos y "estableció que los alisios se producen como consecuencia de la diferencia de temperatura entre el ecuador y los polos, y los monzones, debido al excesivo calentamiento y enfriamiento de la tierra con el mar" ¹⁷. No paró allí su obra sino que años más tarde demostró el efecto de la rotación de la tierra sobre la dirección de los alisios.

Entre los años 1750 y 1790 se realizan verdaderos aportes al estudio de la Meteorología. La obra de Franklin impulsa los estudios relativos a electricidad atmosférica, De Saussure inventa el higrómetro de haz de cabellos, utilizado en la actualidad, y el estudio de los vientos, que hasta la fecha se había reducido a unas pocas explicaciones teóricas, cobra importancia con la contribución del anemómetro de Woltman. Al estudio de los gases de Boyle se unen, en 1793, los estudios y la Ley de Dalton, de significativa importancia para la física atmosférica.

Las observaciones meteorológicas de la superficie del globo no agotan, en modo alguno, nuestro objeto de conocimiento. La conciencia de este problema obligó a los investigadores a procurar el modo de alcanzar el límite superior de la atmósfera, para lo cual no vacilaron en la aventura de lanzarse al espacio en frágiles embarcaciones accionadas por la misma masa de aire.

Con este fin, en 1803, Charles realizó en París la primera ascensión en un globo aerostático emprendida exclusivamente para fines científicos.

El cielo, que siempre fué objeto de observación por los hombres, no podía dejar de ser estudiado en uno de los elementos más importantes: las nubes.

La primera clasificación de las mismas es obra del naturalista francés Lamarck. En su *Anuario meteorológico para el año X (1802)* indica que se limitaría a "describir sucintamente las formas principales cuya consideración es necesaria para describir los fenómenos meteorológicos". Clasificó a las nubes en cinco tipos fundamentales y varias subdivisiones ¹⁸. Además,

¹⁷ CONSTANTINO, Carlos E., *Op. cit.*, 13.

¹⁸ COULOMB, J. y LOISEL, J., *La física de las nubes*, Traducción del francés por Adolfo Farengo del Corro, Buenos Aires, [1949], 13 - 16.

Lamarck, conviene señalar, es un precursor de nuestras oficinas centrales de previsión del tiempo por cuanto ya en el año 1808 propuso “la fundación de un establecimiento central de correspondencia meteorológica, a fin de llegar al conocimiento y a la previsión de los meteoros”¹⁹.

Un año después que Lamarck, 1803, Howard en su obra titulada *On the modifications of clouds* empleando nomenclatura latina y figuras ilustrativas para “hacerla más accesible a los sabios de las diversas naciones”, incluyó en ella cuatro de los cinco tipos fundamentales de Lamark. Esta clasificación era sólo morfológica y comprendía tres formas simples y fundamentales, dos formas derivadas intermedias y dos formas derivadas compuestas. No obstante estos esfuerzos no fué la observación sistemática del cielo motivo de mayor preocupación durante la primera mitad del siglo XIX, sino que ocupó un lugar secundario en el pensamiento de los meteorólogos. Sólo a fines de este siglo renace el gusto por este tipo, de observaciones, que se mantendrá latente hasta nuestros días, y que nos ha dejado en su larga trayectoria un *Atlas Internacional* (1896) primero publicado, del cual fueron autores Hildebrandsson, Riggencach y Teisserenc de Bort²⁰.

Los hombres de mar no pudieron prescindir de la Meteorología, y no se limitaron a esperar lo que ésta podía brindarles, sino que pusieron su hombro en pro de la disciplina, y los aportes marítimos, podemos decir, fueron ilimitados, especialmente a partir de la aplicación de la máquina de vapor a los buques, lo cual aumentó la preocupación por la Meteorología y la Climatología.

Otros valiosos adelantos se llevaron a cabo en la primera mitad del siglo pasado, entre los cuales mencionaremos el pirheliómetro y la definición de la constante solar por Pouillet, la construcción del psicrómetro de August. Además, conectada con la presión atmosférica, Pigddenton llegó a la conclusión de que los vientos ciclónicos se movían en forma de espiral hacia los centros de baja presión. Sobre este punto, Reddfield, en América, llegó a las conclusiones siguientes: “el ciclón está constituido por una considerable masa de aire, dotada de un rápido movimiento de rotación en dirección opuesta al sentido de rotación de las agujas de un reloj, pero que tiene en el centro una región de calma”. Dove amplió esta definición estableciendo que en el hemisferio sur dicho sentido de rotación era el de las agujas del reloj²¹. Además, este investigador, en el año 1840, más o menos, formuló su teoría de las tempestades, según la cual éstas tienen origen en masas de

19 RECLUS, Eliseo, *Nueva Geografía Universal, La Tierra y los Hombres*, Versión española del Ilmo. Sr. D. Martín Ferreiro, II (Madrid, 1892), 619.

20 COULOMB, J. y LOISEL, J., *Op. cit.*, 13-16.

21 CONSTANTINO, Carlos E., *Op. cit.*, 13 - 14.

aire polar que se confrontan con masas ecuatoriales ²². Entre los años 1842 y 1847, Mateo F. Maury reunió 26 millones de informes y publicó su *Carta de vientos y corrientes en los océanos*, cuya importancia podrá apreciar el lector, y que permitió reducir a unos 150 días la travesía entre Inglaterra y Australia que antes solía durar unos 250 para la ida y el regreso.

Otro antecedente de los modernos códigos meteorológicos fué ideado por Reid en el año 1847. Este sistema fué de tipo visual y consistía en dos esferas que se izaban en un mástil, mediante las cuales se suministraban informes a los marinos sobre la presión barométrica ²³.

El 6 de agosto de 1848 entra en acción el telégrafo para fines meteorológicos dando lugar a una verdadera nueva época de la Meteorología, época de auténtico y agigantado progreso. En ese día, el *Daily News* publicó el primer informe meteorológico recibido en aquel país por telégrafo y un año más tarde el mismo diario publicó informes sincrónicos de varias estaciones.

Mientras la disciplina va armando sus cuadros, completando el instrumental, postulando, armando el andamiaje científico indispensable, se van creando innumerables servicios meteorológicos, así España, Austria, Hungría, Inglaterra, Holanda, Portugal, Francia, Suiza, Noruega, Canadá, Dinamarca, Argentina, Méjico, Brasil y Estados Unidos crearon los suyos en el corto período de cuarenta años (1850 a 1890). El de nuestro país, precedido por un observatorio astronómico, fué creado por el presidente Sarmiento en el año 1872. La creación de estos servicios meteorológicos constituyen un significativo reconocimiento universal de la utilidad de la Meteorología.

Las actividades marítimas, la seguridad de los hombres que navegaban, venían exigiendo el progreso de la disciplina desde los primeros viajes de navegación —Colón fué el primero que observó la regularidad de los vientos alisios que lo condujeron a América ²⁴— hasta que en el año 1853 la Conferencia Marítima y el establecimiento de un Departamento Meteorológico de la División de Comercio en Estados Unidos, dió lugar a que el Almirante Fitz Roy, comenzara de inmediato la compilación de un código de instrucciones para la interpretación de las lecturas del barómetro que luego sería desplazado por las modernas cartas del tiempo ²⁵. La construcción de éstas permitió establecer los centros de altas y bajas presiones y su

22 PETERSSEN, Sverre, *Op. cit.*, 326.

23 SUAREZ, Jorge H., *Op. cit.*, 10.

24 LORENTE, José María, *Meteorología*, Barcelona, 1945.

25 KIMBLE y BUSH, *Op. cit.*, 23.

desplazamiento en un cierto período, trabajos en los cuales se destacaron Martín y Webster y el mencionado Fitz Roy ²⁶.

Leverrier, recopilando un número suficiente de datos que le permitieron trazar primitivas cartas del tiempo que contenían lo indispensable para un análisis, logró determinar que era posible seguir el desarrollo de una tormenta a través de sucesivas cartas en que hubieran sido volcados datos de observaciones simultáneas de la misma. Concluyó que era posible determinar por extrapolación el camino futuro de una tormenta con sólo observar los fenómenos en un gran número de estaciones, transmitir los datos con la rapidez necesaria a una oficina central, trazar y analizar los respectivos mapas y procurar identificar en ellos las tormentas de un día al otro. Concretamente formuló el concepto fundamental del procedimiento de diagnosis y prognosis moderno. No obstante, el pronóstico sobre base científica no fué abordado seriamente hasta poco antes de la primera guerra mundial.

Una serie de aportes científicos suceden a esos serios intentos: Ferrel funda su teoría de la circulación general de la atmósfera y Buys Ballot su ley bórica de los vientos, la cual establece una relación entre el viento y la distribución de la presión: "Estando parado en el hemisferio norte, con la espalda al viento, el centro de baja presión se encuentra hacia la mano izquierda, y estando en el sur hacia la mano derecha". Con posterioridad formuló otras teorías sobre física de los gases y del aire, que tienen importancia en química y termodinámica.

En febrero de 1861 Fitz Roy difundió su primer aviso de tormenta a lo que se agregó pronto otro intento de señales ópticas como el experimento de Blac Kwall durante el año 1868 o el *aeroklinoscopio* de Holanda, o las usadas por Portugal desde el primero de enero de 1864 similares a las usadas en Inglaterra. Cada país utilizó, en un principio, sistemas diferentes de comunicación hasta que finalmente se adoptó la fórmula meteorológica internacional que hoy rige.

En el año 1869, Buchan dibujó el primer mapa mundial con la distribución de la presión dando lugar a la iniciación de otra etapa de la Meteorología, en la que brillan los nombres de Selinek en Austria, Mohn en Noruega y, poco después, Hildebrandsson en Suecia. La Meteorología ha tomado el verdadero camino ya, para el gran desenvolvimiento. Entre 1878 y 1889, Jackson, Köppen, van Bebbber y otros publican representaciones cartográficas de las trayectorias de ciclones; Loomis prepara el primer mapa mundial de precipitaciones y se realizan estudios sobre variaciones periódicas y aperiódicas de los distintos elementos meteorológicos. Hertz, Sprung,

26 CONSTANTINO, Carlos E., Op. cit., 14.

Hann, Helmutz, etc. promueven los estudios relativos a termodinámica atmosférica y se publican atlas meteorológicos ²⁷. Algunos años más tarde, con la invención de la radio, proliferan las transmisiones inalámbricas y el 4 de agosto de 1904 se envía el primer mensaje desde un buque en navegación con indicación de presión, temperatura, estado del cielo, viento y marejada.

Estamos ya en los primeros años del siglo presente. El anterior iluminó a la disciplina superando las señales visuales y semáforos de efecto práctico relativo, con la telegrafía, y luego con la radiotelegrafía se abrió un campo de insospechadas posibilidades a todas las actividades humanas, al extremo de que "cuando se propala el 15 de julio de 1911 a 11 horas T. M. G. el primer boletín meteorológico desde la torre de Eiffel ya está vencida la principal dificultad que se oponía al desarrollo de los modernos servicios informativos para los navegantes" ²⁸. El presente siglo, en cambio, se caracteriza por la atención que los meteorólogos y climatólogos ponen para superar las incógnitas de las construcciones teóricas. En este camino encontramos a Teisserenc de Bort y Assman y también a Gold y Humphrey que han logrado indicar las razones que explican la formación de la tropopausa. Por otro lado Bjerknes establece la moderna teoría de los *frentes de discontinuidad* (frentes fríos, cálidos y ocluidos) y el método del *análisis isentrópico* cobra vida con Rosby y sus colaboradores ²⁹. Otros nombres importantes pueden agregarse, los cuales, entre los años 1900 y 1907, trabajaron intensamente sobre movimientos atmosféricos, termodinámica de la atmósfera, etc.

El gran período de la Meteorología se inicia con la primera guerra mundial y se continúa al finalizar la misma y permitir la realización de convenios internacionales para aunar sistemas meteorológicos, siendo innumerables los llevados a cabo hasta la fecha. Regularmente, cada cuatro años, la OMI, Organización Meteorológica Internacional, integrada por los directores de los servicios meteorológicos de todo el mundo, se reúne en distintas naciones con el fin anteriormente citado y enorme es la obra realizada en el presente. Entre los resultados obtenidos hasta la fecha podemos mencionar los de la *Comisión Internacional para el Estudio de las Nubes*, creada en 1921 y cuyos trabajos dieron por resultado en el año 1932, el *Atlas Internacional de las Nubes y Estados del Cielo* ³⁰.

27 PETERSSEN, Sverre, *Op. cit.*, 330.

28 DEREZUNSKY, Bernardo, *Protección Meteorológica a la navegación*, en "Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima", Año III, N° 7, 1948, 25.

29 LORENTE, José María, *Op. cit.*, 26.

30 COULOMB, J. y LOISEL, J., *Op. cit.*, 13-16.

Entre los adelantos de los últimos 25 años, junto al descubrimiento del frente polar, se destaca la teoría ondulatoria de los ciclones, los métodos de pronósticos basados en el concepto de las masas de aire y de los frentes, como así también los adelantos en las teorías de la turbulencia de la transmisión del calor, de la convección, de la radiación, de la condensación, de los procesos de precipitación. En cuanto al instrumental, cabe mencionarse el uso de meteorógrafos adaptados a los aviones y radiometeorógrafos.

La bomba V 2, inventada por los germanos y de tan sombría aplicación en sus principios, no podía dejar de usarse para fines más nobles y pronto se la aplicó a la exploración de la alta atmósfera. "Uno de los lanzamientos más exitosos efectuado por Norte América alcanzó una altura de 175 km.". El instrumental que transportó fué variado y complejo: espectrógrafo, telémetros, barómetros, etc. y equipos para medir densidad de iones en la ionósfera. Durante el vuelo del cohete V 2 del 7 de marzo de 1947, se han obtenido presiones y temperaturas de la atmósfera hasta 120 Km. de altura ³¹.

El radar, uno de los más grandes descubrimientos modernos también ha sido aplicado en el campo de la Meteorología para determinar algunos fenómenos meteorológicos en forma exacta y para lo cual ya ha dado pruebas de alto rendimiento, aunque ni se sospecha cuánto puede rendir al respecto; pero está a la vista que con un esmerado estudio de los resultados y los beneficios irán en aumento ³².

En 1910, la Organización Meteorológica Internacional adoptó las señales a usarse, las que recientemente fueron modificadas constituyendo el Código Meteorológico Internacional en vigencia para todos los países del mundo desde el 1 de enero de 1949 a las 00.00.

La finalidad de ese Código es cursar mensajes de estados meteorológicos observados simultáneamente, con similares o iguales instrumentos, igual sistema y escala, a una misma hora en los más diversos lugares del mundo y transmitir a la brevedad posible, dentro del menor número de cifras, la mayor cantidad de datos, a las oficinas centrales, en un lenguaje único que tanto le sea posible descifrar a un japonés como a un inglés o un americano.

El actual Código procede de las reuniones efectuadas en París (julio de 1946). Toronto (agosto de 1947) y Washington (1947). Todo el sistema comprende varias fórmulas según el tipo del sector del conocimiento

31 DI CANDIA, José Alberto, *Exploración de la alta atmósfera por medio de cohetes*, en "Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima", Año II, Nº 7, 1948, 4-8.

32 BÜHLER, Oscar M., *Meteorología completada con radar*, en "Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima", Año III, Nº 9, 1949, 6-13.

meteorológico a que esté destinado: observaciones de superficie en los continentes (meteoro), observaciones de superficie en los mares (schip), observaciones de vientos en altura (pilot), etc. El uso de estas fórmulas tiene tanta importancia que durante la última guerra los países que intervinieron en la misma se vieron en la obligación de crear códigos de emergencia a fin de que los mensajes no fueran captados por el enemigo. Éstos suplieron la falta con observatorios montados sobre aviones que volaban permanentemente sobre el terreno de la contienda.

APLICACIONES E IMPORTANCIA

La Meteorología está íntimamente conectada a la "Ecología o disciplina encargada del estudio bio-ambiental de todas las especies dado que todo organismo está sujeto y depende de las condiciones biológicas del ambiente en el cual vive".

La Meteorología está íntimamente relacionada con la Ecología Humana y son muchos los autores que "han recalcado el valor ambiental en la vida del hombre" ³³. Entre ellos Petterssen, en su obra *El paciente y el tiempo* dice que: "El organismo se adapta al medio meteorológico por los tres principales componentes de sus sistemas autónomos, químico, endócrino y nervioso" y dice además "que lo que resulta aparentemente nuevo para el punto de vista antiguo, es que el organismo se mueve en un ritmo definido de aumento y disminución de óxido (oxidación), de aumento y disminución del grado de acidez sanguínea y humoral, de aumento y disminución del metabolismo, de aumento y disminución de la presión sanguínea, todo claramente relacionado entre sí con el medio meteorológico" ³⁴.

Para Fontseré el hombre, que vive en el seno de la atmósfera, absorbe por sus pulmones y la piel el elemento indispensable para la existencia: el oxígeno. Los mecanismos fundamentales para la vida y la misma naturaleza de la sangre dependen necesariamente del medio. Las combustiones y los procesos químicos en general dependen de la relación del hombre con la atmósfera y es necesario una temperatura constante, para mantener la cual debe regularla por medio de su funcionamiento interno, por un lado, y por el contacto con el ambiente por otro, proceso en el cual intervienen reacciones vasomotrices de los capilares subcutáneos, secreción del sudor y en último término recurre a la protección artificial. En cuanto a elementos meteorológicos digamos, que no son ajenos a estos procesos las radiaciones

³³ GALLARDO, Medardo, Conferencia sobre política meteorológica del Estado..., en el Círculo de Aeronáutica, Buenos Aires, 1946, 4.

³⁴ *Ibidem*, 6.

solares (duración, intensidad total, directa, horizontal, intensidades parciales de los rayos ultravioletas e infrarrojo) potencial eléctrico y conductibilidad de la atmósfera, principio y fin de los fenómenos tales como lluvias y nevadas, descargas eléctricas, visibilidad del paisaje, extensión de los mantos de nieve, etc. ³⁵.

Conocida es la obra de Huntington *Civilización y clima* y a ella hemos de recurrir, una vez más, en busca de ejemplos que confirmen la estrecha vinculación de la Ecología con la Meteorología. En su introducción a la edición del año 1942 nos dice el autor que "a pesar del cultivo más cuidadoso e inteligente, un árbol de la más fina especie puede no producir buena fruta. Demasiada o escasa lluvia, calor prolongado o nubosidad constante; heladas cuando empieza a florecer o vientos molestos y granizos; todos estos factores pueden resultar desastrosos. El mejor árbol sin agua vale menos que el peor árbol con temperaturas y lluvias propicias. Su salud se ve arruinada y no puede producir fruta.

"El fruto que conocemos con el nombre de civilización, depende también de estas mismas condiciones? A mí me parece que sí". Agrega Huntington que "aparte de la herencia biológica, los factores principales en la determinación de la salud son el clima, el alimento, las enfermedades parasitarias y un estadio de la cultura popular, que corresponde al cultivo en el árbol".

"El clima ocupa el primer puesto, no por que sea el más importante, sino solamente porque es el más fundamental. Es fundamental a causa de su vital influencia en la cantidad y calidad del alimento del hombre y de la mayoría de sus otros recursos" ³⁶.

La vinculación del clima con la fertilidad es innegable, un ejemplo lo constituyen los efectos deprimentes del calor de los trópicos. "Aún en temperaturas templadas la caída en el porcentaje de las concepciones puede llegar al cincuenta por ciento, durante el rigor del verano" ³⁷.

La vida, en sentido biológico y la conservación de la vitalidad, están en íntima relación, como hemos visto, con la Climatología y Meteorología. Así, por ejemplo, para Mills, "el descenso de la vitalidad de los tejidos que tiene lugar en el calor tropical es un elemento de especial importancia en uno de los más graves flagelos de la humanidad: la tuberculosis" ³⁸.

35 FONTSERÉ, Eduardo, *Elementos de Meteorología*, Barcelona, MCMXLIII, 318-19.

36 HUNTINGTON, Ellsworth, *Civilización y clima*, Trad. del inglés por Luis Parriaux, Madrid, 1942, 2-3.

37 MILLS, Clarence A., *El clima hace al hombre*, Versión castellana de Celso Enrique Elizalde, Buenos Aires, [1945], 130.

38 *Ibidem*.

Siempre por vía de ejemplo, a fin de refirmar la importancia de la Meteorología en la vida, la vitalidad y la salud, podemos citar uno de los más terribles males que hoy siembran espanto en la humanidad: la poliomielitis y transcribir las conclusiones a que ha arribado una comisión argentina, para su estudio, compuesta de médicos y meteorólogos:

"1. - Existe la posibilidad de que el ambiente total meteorogeofísico influya ya sea a los sujetos o bien al virus, o a ambos a la vez.

"2. - No es probable que los climas locales, microclimas o climas privados tengan influencia en la eclosión de una epidemia, pero sí, tal vez, en el desarrollo de una epidemia en marcha.

"3. - El único factor o mejor dicho conjunto de factores que se encuentra presente en todas las regiones donde existe la poliomielitis es el dinamismo atmosférico, es decir, pasajes de frentes y cambios de masas de aire; por el contrario donde la enfermedad es escasa (entre los 30° N y S) dichos fenómenos son raros o casi no existen. Pero esto no tiene sino el carácter de una simple enunciación, sin pretender por ahora extraer conclusiones de ello.

"También dentro de los factores que pueden tener influencia ya sea sobre el virus o sobre los sujetos no debe excluirse el estado coloidal del aire, la radiación solar, la fotopericidad, la distribución de ozono, etc." ³⁹.

Así como la vitalidad, la salud y el rendimiento guardan relación con el clima y el tiempo, para Mills "el cuerpo humano es una máquina a combustión interna; quema el alimento en las células y es ayudado en esa operación por el núcleo tetraetil sin golpe (núcleo que se agrega a la nafta de los automóviles para hacer más completa la combustión, sin producir golpes en el motor), en forma de vitaminas del complejo B. Pero no es tan eficiente como uno mismo cree serlo. El hombre ha creado una máquina que puede convertir en rendimiento un mayor porcentaje de la energía del combustible que el cuerpo: la máquina Diesel es capaz de rendir hasta un 37 % de la energía de su combustible, mientras su cuerpo apenas produce del 20 al 25 %. Eso significa que se debe eliminar del cuerpo tres o cuatro veces tanto calor como el que se utiliza en el proceso vital. Y uno debe desprenderse de ese calor sobrante, rápidamente, pues si se amontona en los tejidos produce fiebre y hasta la muerte por exceso de calor, a menos que reciba ayuda. Uno posee un mecanismo intrincado y altamente eficaz para librarse de ese calor superfluo por medio de la piel, durante períodos más o menos breves. Ahora bien: si durante dos semanas o más, su cuerpo encuentra

39 ROSSI BELGRANO, C., KNOCH W., CENDOYE, J. A.; GALMARINI, A. G., *El factor meteoroclimático en la poliomielitis*, en "Revista Argentina de Higiene Social y Medicina Preventiva", Año I, Nº 5, Buenos Aires, 1943, 1 - 14.

dificultades para desembarazarse del calor, automáticamente reduce su ritmo de combustión interna, lo cual produce una pérdida menor de calor. Es esta manera tan pobre de quemar los alimentos lo que hace su vida menos intensa y que sus niños crezcan más lentamente, cuando se encuentran ante un calor externo muy prolongado.

“Prácticamente, todas las fases de su vitalidad dependen de la energía que se obtiene quemando los alimentos que se come, así que cualquiera reducción en esa manera de quemar imprime a su vida un bajo nivel de intensidad. Eso hace inevitable que se retarde el desarrollo y la existencia sea menos activa en los calores tropicales. Por lo tanto no puede asentarse sobre bases científicas la creencia de una madurez tropical precoz”⁴⁰.

La comprensión cabal del problema ha despertado interés por la Meteorología en las instituciones privadas y oficiales, en el deseo de vincular los agentes meteorológicos y climatológicos a la solución de los problemas médicos. Ya en las facultades de medicina se dictan cursos que incluyen el estudio de la climatología relacionada con la medicina.

Recientemente, el doctor Alexander Symeonidis, del Instituto Nacional del Cáncer, de Estados Unidos, ha creído encontrar cierta vinculación entre el referido mal y los factores geográficos. “Creo, —dijo el citado médico, ante un grupo de patólogos reunidos recientemente en Oxford (Inglaterra)— que si se llegan a establecer esas vinculaciones podrán descubrirse las causas del cáncer humano y, naturalmente, adelantaremos mucho en la tarea de descubrir los medios para impedirlo y curarlo”⁴¹.

A no dudarlo, que de existir tales vinculaciones, el factor meteoroclimático, dada su estrechísima relación con la Geografía, ha de jugar un importante papel; más aun cuando a la Geografía no le es posible explicar la inmensa mayoría de sus fenómenos —físicos y humanos— sin los factores tiempo-clima.

Mills, que va quizá demasiado lejos en la influencia del tiempo y el clima en la vida, indica “que una verdadera salud se acompaña necesariamente de una abundancia de energía y que este exceso de energía hace, por lo general, más personales a los jovencitos y dificulta la disciplina que los padres tratan de imponer”⁴². Pero, para este autor, no sólo la personalidad está íntimamente vinculada a los factores en cuestión sino que también la moral tiene que ver con ellos. Así “la influencia de los climas en las restricciones humanas suele dar origen a situaciones sorprendentes. Los de las altas

40 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 65-66.

41 LOS ANDES, *Se realizan estudios sobre la influencia geográfica en el Cáncer*, Mendoza, 3 - X - 50.

42 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 69.

presiones del norte, salidos de plenos rigores invernales, que llegan a los calores lánguidos de la Florida austral o de la región del Caribe, muchas veces deben afrontar una brusca caída de sus códigos morales. La laxitud de las relaciones sexuales, tan común entre la población que los rodea, agrega más leña al fuego". La razón, está en el cambio de la vitalidad. "Los peores males de las migraciones mundiales han sido relacionados con esas diferencias climatológicas en las restricciones emocionales" ⁴³.

Con lo dicho bastaría para determinar la importancia de la Meteorología como auxiliar de la medicina y de la vida humana, vegetal y animal; pero seguiremos apoyando lo informado.

Nadie ignora que la vida del hombre depende de multitud de elementos que toma ya del reino vegetal, ya del animal, ya de los minerales, etc., los cuales están en estrecha dependencia con los elementos meteorológicos y como ha sido dicho, la Ecología humana está íntimamente vinculada al clima, aun cuando el hombre tiene posibilidad de transformar el medio, como no la poseen los animales, las plantas, etc., que no tienen dicha posibilidad o la poseen en forma muy restringida. Por esa razón es mayor la importancia de la Meteorología en la Ecología agrícola y zoológica. Para comprender el valor de esta vinculación, basta leer algunos fundamentos del proyecto de *Ley de Creación del Servicio de Meteorología Agrícola* presentado por el Poder Ejecutivo de nuestro país al Congreso de la Nación en el año 1941:

"La distribución geográfica racional de nuestra agricultura, de acuerdo con el régimen climático, constituye un problema de vasta trascendencia. Pero tal distribución no será posible hacerla mientras no se delimiten y caractericen, en su significación verdaderamente agrícola, los climas regionales y locales, los climas de pagos y todas aquellas regiones suficientemente diferenciadas o diferenciables que imprimen fuertemente su sello en la adaptabilidad de las plantas cultivadas, en su desarrollo y rendimiento y en las probabilidades económicas de la explotación" ⁴⁴.

Es digna de destacar, por la claridad de los conceptos y por la importancia de las conclusiones, la nota del Consejo Nacional de Meteorología, Geofísica e Hidrología con que eleva al Ministerio de Agricultura de la Nación el citado proyecto de Ley. Dichas conclusiones son las siguientes:

"... es una verdadera necesidad de orden público, orientar, encauzar y defender las grandes industrias madres del país, con medidas de gobierno fundadas en las características geográficas y, particularmente, en el conoci-

⁴³ *Ibidem*, 73.

⁴⁴ DIRECCION DE METEOROLOGIA, GEOFISICA E HIDROLOGIA, *Plan de Organización del Servicio de Meteorología Agrícola*, Buenos Aires, 1942, 8-9.

miento del régimen climático, caracterizado regional y agrometeorológicamente.

“La explotación ganadera le está también supeditada, no tanto por su acción directa, sino en cuanto influye en el estado de las praderas y de los cultivos forrajeros, debiendo mencionarse también la relación del clima con la aparición y virulencia de las enfermedades y parásitos del ganado”⁴⁵.

En cuanto a Ecología animal, para apoyar algunos de los conceptos ya observados en lo relativo a Ecología vegetal, traeremos un ejemplo bien remoto y que parece ser el más aislado respecto de la atmósfera: la vida de los peces en el mar y la pesca.

En la pesca, según Bandrés, son muchos los elementos meteorológicos que influyen. En primer lugar mencionaremos la “heliofanía o cantidad de radiación solar recibida por la superficie del mar y que depende, en primer lugar, de la latitud, en segundo lugar, de la época del año, y en tercer lugar, del estado del tiempo (nubosidad, vapor de agua contenido en el aire)”⁴⁶.

La energía solar influye de manera primordial en la vida vegetal, regulando la acción clorofílica o fotosintética, permitiendo la formación de principios orgánicos utilizables en la alimentación animal a partir de las sales minerales y los gases disueltos en el agua. Favorece la formación del fitoplankton, dependiendo la cantidad de especies formadas de éste de la cantidad de luz recibida, según fué demostrado por diferentes expediciones oceanográficas, que en los mares cálidos (tropicales) son mucho más abundantes que en los fríos (polares).

Ejerce su influencia sobre la vida animal en forma tal que la carencia de ésta llega a producir cambios fundamentales en la conformación exterior y organización interior de estos seres para adaptarse al medio ambiente, por ejemplo los peces luminiscentes. Regula además la profundidad a que viven, como es el caso de la caballa (*scomber scombrus*) que en días claros y mar sereno se encuentra a menos profundidad y aproximadamente a 20 millas de la costa.

Tampoco son ajenas a estas influencias la presión y los vientos. Las variaciones de la presión atmosférica de las diferentes zonas (de alta y baja presión) originan los centros ciclónicos y anticiclónicos con el consiguiente desplazamiento de las aeromasas.

El efecto del viento sobre las corrientes oceánicas es doble. La fuerza que ejerce sobre la superficie del agua origina vientos bajos y de deriva,

⁴⁵ Ibidem.

⁴⁶ BANDRÉS, Julio C., *Influencia de los factores meteorológicos sobre la producción pesquera*, en “Boletín Informativo de la División Meteorología Marítima”, Año III, Nº 9, Buenos Aires, 1949, 15.

altera la distribución de la densidad, siendo éste uno de los factores que contribuyen a la formación de las corrientes marinas. Las corrientes desempeñan un papel importante en la biología marina, ya que actúan directamente en los desplazamientos del fito y zooplankton, en el transporte de desoves y de alevinos, produce el oxigenamiento de las capas más profundas del agua, diluye y dispersa los productos resultantes del metabolismo y otros elementos indispensables (nitritos, nitratos, fosfatos, calcio, etc.) para la vida vegetal y animal. Además influye en las migraciones. Las temperaturas del aire influyen de manera capital ya que regulan todas las actividades biológicas, es decir, reproducción, desarrollo y movimiento de la comunidad marítima ⁴⁷.

La aplicación de la Meteorología se extiende a la previsión de verdaderas catástrofes en la agricultura mediante la anticipación de pronósticos, tales como los de heladas, fenómeno para el cual se han encontrado ya en el campo de la técnica merced al asesoramiento y a las bases sentadas por la Meteorología, eficacísimos métodos de combate. Lo mismo ocurre con la propagación de plagas de toda naturaleza que afectan la vida vegetal y animal incidiendo, por tanto, en la economía, en perjuicio, finalmente, de la vida humana.

En el orden económico conviene citar algunos ejemplos que certifican plenamente lo expuesto hasta aquí. El ganado Hereford sufre enormemente el calor y una vaca rinde en el trópico las tres cuartas partes de leche que producen otras en las regiones templadas. El efecto enervante del calor es la razón por la cual un cerdo crece la mitad, en el mismo tiempo, en los climas tropicales que en los climas fríos ⁴⁸. En la alta montaña los cerdos se convierten en grandes caminadores en su primer intento de transitar a esas alturas. Tal ocurre con los que son transportados en automotores hasta la frontera argentina-chilena para pasar luego, a pie, hasta muy entrado el territorio de Chile. La causa que los favorece, sin duda, es el frío reinante.

El problema de la carne tiene importancia porque el desarrollo de los animales depende de la naturaleza de los pastos, los cuales en los trópicos no se dan de buena calidad, de allí su tardanza en crecer. Luego como crecen tarde van tarde al mercado y por lo tanto la carne es dura. Su dureza exige una mayor cocción y la mayor cocción destruye sus vitaminas con las consecuencias que es de esperar para quienes la ingieren ⁴⁹.

La industria no escapa a las influencias del tiempo y el clima. Así por ejemplo, en la de la sal se trabaja con cantidades variables de obreros y

47 BANDRÉS, Julio C., *Op. cit.*, 15.

48 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 32.

49 *Ibidem*, 37-38.

se contraen diversos compromisos de elaboración, pero la molienda depende en gran parte de la menor y mayor cantidad de agua caída y de la intensidad de los chaparrones en lugares donde no se cuenta con otros medios técnicos que suplan la eficiencia de tales meteoros.

Volviendo a las previsiones del tiempo y su relación con la economía diremos que sólo la previsión adecuada puede evitar que las crecientes arrastren el ganado, que los incendios, tan frecuentes en las épocas de sequías y altas temperaturas, se propaguen ayudados por los vientos. Sólo la previsión adecuada nos permitirá el transporte de nuestras maderas jangadas. Sólo la previsión adecuada permite la realización de grandes espectáculos deportivos, en los cuales se insumen millones de pesos anuales y hace posible el desarrollo de grandes empresas deportivas sin pérdidas de vidas, como ocurre en las altas montañas, sin contar con que el rendimiento de cada atleta está íntimamente vinculado al tiempo y el clima.

La ingeniería no pudo ni podrá nunca prescindir de estas disciplinas porque sólo ellas podrán suministrarle los datos necesarios sobre caudales de los ríos, posibilidades de precipitaciones, evaporación en los embalses, etc.

Si el hombre, al construir las viviendas naturales, ha tenido presente la influencia del clima fundamentándose en sus conocimientos directos, especialmente sobre vientos, como ocurre en la región estudiada por el Prof. Zamorano en su trabajo sobre Luján (Mendoza) ⁵⁰ en la cual los pobladores han construido sus casas con las galerías orientadas al norte para evitar la acción de los vientos fríos del sud y protegidos sus flancos con murallas para escapar a la acción de las brisas de valle y de montaña dejando abierta sólo la parte que da al norte por ser éste el sector de vientos de menor frecuencia, ¿qué no hará el arquitecto moderno con sus monumentales construcciones apiñadas que han creado el problema de la aereación, iluminación, etc.?

Otra actividad humana íntimamente vinculada a la Meteorología y Climatología es la navegación. De la reseña histórica se desprende el enorme interés que los marinos de todos los tiempos tuvieron por su progreso. Este interés está justificado plenamente porque si bien la vida del marino depende en mucho de su embarcación y de su habilidad para conducirlo, también es cierto que su enemigo más importante es el tiempo, al que desafía cuando la envergadura de su navío lo permite o elude cuando sus posibilidades de éxito en la lucha contra los meteoros peligran. Y no ha de creerse que la solución está entonces en la construcción de navíos muy resistentes; porque

⁵⁰ ZAMORANO, Mariano, *Población y vivienda natural en el departamento de Luján (Mendoza)*, Comunicación preliminar presentada a la XIV. Semana de la Geografía realizada en Buenos Aires, 1950, inédita.

fin de suministrar informes a su flota aérea y a su marina de guerra ⁵³. Por lo demás, "los planes de fuga de los acorazados alemanes Gneisenau y Scharhorst, que estaban en el fondeadero de Brest y escaparon por el Canal Inglés, a no dudarlo se basaron en los informes enviados por los aeroplanos y buques de exploración en el Océano Atlántico. Con un período de mal tiempo y niebla mar afuera, se realizó el pasaje del canal en tal forma que prácticamente los ingleses pudieron hacer muy poco cuando los localizaron a través de una abertura de la niebla. Enjambres de aviones germanos de combate estaban apostados, listos para el caso de que la niebla se levantara" ⁵⁴. La predicción precisa fué el factor primordial en la operación.

En el orden de la guerra —y aun fuera de ella— la eficacia de los hombres empeñados en la lucha depende en gran parte del clima, por lo mismo que éste tiene mucha importancia en la dieta, ya que la calidad y la clase de comida ingerida está en relación directa con el clima y el tiempo, y la comida ingerida en relación directa con las vitaminas, y éstas con la energía humana. A través de todo ello, como ya se explicó, las temperaturas del ambiente regulan el ritmo de la vida y la vitalidad de todos los seres vivientes.

A la luz de la historia, dos empresas guerreras similares certifican lo expuesto; hacemos referencia a lo acontecido a los alemanes en su ataque a Rusia en la última guerra mundial y lo acontecido a Napoleón en idéntica empresa. Apenas pisó éste suelo ruso y su ejército se vió envuelto en la primera ola de intenso calor de ese verano fatal, los hombres murieron de insolación por centenares, y se dice que un tercio de su caballería se perdió en los primeros diez días.

"En aquel verano, el calor diezmó más a los soldados de Napoleón que las fuerzas rusas. Debilitados por el largo verano, se produjo finalmente la derrota en el campo de batalla y comenzó su malhadada retirada al Niemen. Fué entonces cuando, transcurrido el mes de noviembre, llegaron los fríos entumecedores de Rusia para completar la destrucción de su Gran Ejército, haciendo de la retirada de sus tropas andrajosas una peregrinación lastimosa, de la que solamente sobrevivió un puñado de hombres. El calor intenso fué quien principió la ruina de su aventura y el frío le dió después los últimos toques" ⁵⁵.

El último aspecto que hemos de considerar —sin que ello implique la pretensión de creer que han sido agotadas todas las relaciones posibles de la Meteorología con los problemas de la vida —es el relativo a la sociedad.

53 MOULIN, Roger, *La Atmósfera Inquiete*, Buenos Aires, [1946], 7.

54 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 254.

55 MILLS, Clarence A., *Op. cit.*, 41-63, 268-69.

En general, la vida de toda sociedad, depende de cuatro fuentes de influencias: del ambiente físico, de las condiciones biológicas, de las condiciones psicológicas de los individuos o de la propia organización de esos individuos ⁵⁶. A nosotros nos interesan las condiciones del ambiente físico o bases físicas de la sociedad.

Los factores de la naturaleza externa de la sociedad que constituyen las bases físicas de la misma y que influyen en la vida humana, por tanto en la existencia social y, consiguientemente, en el desarrollo histórico (o sea en la civilización y la cultura) son resultados directos o indirectos de distintos factores. Esos factores son: cósmicos, geográficos, climáticos, fauna y flora ⁵⁷. A nosotros nos interesan los factores climáticos y su antecedente inmediato, el tiempo.

Estudiar la influencia del tiempo y el clima en la sociedad separada de las demás condiciones físicas es sin duda antinatural, es violentar el orden natural de las cosas, por cuanto, como se podrá observar a través de lo expuesto, las condiciones físicas están íntimamente conectadas y todas juntas pertenecen a un complejo inseparable, a un enorme engranaje con una totalidad, con una fisonomía propia y distinta de los caracteres particulares de los elementos que lo integran. Por lo tanto, no hemos de separar las condiciones climáticas de las demás condiciones físicas sino que simplemente hemos de prestarle mayor atención que a las condiciones cósmicas, geográficas, etc., más aun cuando las objeciones son comunes a unas y otras.

El tema de las bases físicas de la sociedad es territorio de añejas y enconadas polémicas. Mucho se ha dicho al respecto desde los tiempos más remotos asignando papel preponderante a las temperaturas, precipitaciones, etc. pero para no ir demasiado lejos y citar dos nombres importantes, recordaremos a Montesquieu con su *Espíritu de las Leyes* y a Hipólito Taine con su *Filosofía del Arte* y, para aproximarnos un poco más en el espacio, recordaremos a Domingo Faustino Sarmiento en cuyo *Facundo* resuenan las teorías que se han sometido más dócilmente al factor físico.

Esta tendencia a explicar por una sola causa principal una serie de manifestaciones, o *monismo causal* como se le ha llamado, conocida en la Filosofía de la Historia por *tendencia sociogeográfica*, no se ajusta, precisamente, a nuestra manera de ver las cosas como un gran complejo en el cual el clima (factor geográfico) es sólo una ínfima parte sin que por esto carezca de importancia. Es, precisamente, esta importancia la que queremos mostrar sin pretender asignarle carácter determinante.

56 ORGAZ, Raúl A., *Apuntes de Sociología*.

57 RECASENS SICHES, *Lecciones de Sociología*, Buenos Aires, 1948, 375.

Es necesario reconocer que las condiciones climáticas, como todas las condiciones físicas, influyen más en aquellos hechos humanos relacionados con necesidades perentorias como la alimentación, vestido, abrigo, aseo, transporte, etc., que en las formas humanas superiores tales como la organización de la familia, grandes estructuras sociales, formas políticas, creencias religiosas, ensayos de conocimiento, obras de arte, etc. ⁵⁸ y en general en toda forma superior de cultura donde la influencia climática es escasa, accidental, indirecta y remota. Las condiciones climáticas influyen en la distribución de la población, en la densidad, la salud, la economía, etc. Así, por ejemplo, la densidad de la población depende, entre otras cosas, de la cantidad de alimentos producidos y éstos, como ya se vió, del clima y el tiempo. De la misma manera puede hablarse de la economía. La actividad social depende en gran parte de la suma de energías físicas individuales y éstas están en íntima relación con el clima y el tiempo. La actividad social sigue la línea del menor esfuerzo y tiempo y clima son, sin duda, elementos que facilitan u obstaculizan el esfuerzo humano.

La importancia del tiempo y el clima en la vida social es, entonces, manifiesta y la ponen en evidencia no sólo los ejemplos citados sino también la intensidad de las mismas polémicas al respecto.

Como bien lo ha indicado Recasens Siches, no es posible la economía humana donde no hay un grado de humedad indispensable, pues sin él no se dan las plantas y los animales necesarios en volumen suficiente. Los cambios climáticos bruscos en sentido desfavorable para la salud, la comodidad, la economía y el trabajo, determinan a veces grandes corrientes migratorias. Las oscilaciones del tiempo ejercen sobre la conducta de los hombres efectos tales como la demencia que se presenta más aguda durante las tormentas y declina con la bonanza ⁵⁹.

Muchos más ejemplos podrían citarse para concluir que tiempo y clima son elementos que influyen altamente en la vida social como importante condición de la misma pero entendemos que basta con lo expuesto.

Si lo tratado hasta el momento no fuera suficiente para demostrar la importancia de la Meteorología como ciencia al servicio de la vida humana, rogamos al lector quiera dispensarnos el favor de meditar un instante sobre los siguientes hechos:

¿Es posible que tantos hombres, a través de tanto tiempo, hayan desafiado tantas adversidades, como la muerte entre los hielos polares, el viaje sin fin en globos libres, el descenso a las profundidades del mar, la vida en

58 *Ibidem*, 378.

59 *Ibidem*.

las altas cumbres o en las regiones polares y que todas las naciones del mundo hayan movido, hasta el presente, ejércitos de investigadores e invertido fabulosas sumas de dinero por una disciplina de relativa importancia?

NECESIDAD DE DIFUNDIR LOS CONOCIMIENTOS METEOROLÓGICOS

Para concluir diremos que sólo el desconocimiento cabal de la nueva ciencia ha conducido a su negación, mal que ha alcanzado a círculos tan elevados que se hace necesario difundir los principios más elementales de la joven disciplina, de esa ciencia y ese arte que, como la medicina, diagnostica y pronostica pero que a veces no puede curar, recibiendo por ello innumerables ataques.

A eso tiende este modesto trabajo, a la difusión, a esa difusión que falta y cuyos responsables no es hora de buscar sino de instar a la obra para que un día —el más próximo posible— infinitas actividades se encaminen por el verdadero rumbo y desaparezcan los profetas y detractores que han contribuido a desorientar a quienes más de cerca alcanzan el tiempo y el clima. Es ésta una labor indispensable por cuanto, como bien lo ha dicho Sir Napier Shaw, “la misma existencia de la raza humana depende de su capacidad de ajustar su conducta a las exigencias del clima y del estado del tiempo, cualquier ignorancia evitable de las condiciones meteorológicas, se hace inexcusable”.

Prof. RICARDO G. CAPITANELLI