

INTRODUCCIÓN

1. **La Meteorología como ciencia.** — El hombre vive sobre la superficie de un gran cuerpo sólido, esférico, llamado *Tierra*, envuelto por un medio gaseoso, transparente, llamado *aire*. Las extensas hondonadas y los profundos surcos de la Tierra están ocupados por un líquido, llamado *agua*.

Tres son, pues, las materias que forman nuestro planeta: la *roca*, que constituye su parte sólida; el *agua*, que representa su parte líquida, y el *aire*, que forma su envoltura gaseosa.

La disposición actual de esas tres materias se debe a la *gravedad*, o sea la fuerza de atracción que actúa sobre los cuerpos. La tendencia de esta fuerza, es acomodar las materias alrededor de un núcleo central, conforme a su densidad. Por esta razón, el centro de la Tierra está ocupado por los elementos más pesados —como *hierro, níquel y cromo*—, llamándose, en consecuencia, *barisfera*¹. Los constituyentes más livianos rodean a este núcleo como cáscaras concéntricas, de densidades decrecientes, formando: en primer lugar, la *litosfera*², capa rocosa; luego la *hidrosfera*³, envoltura líquida, compuesta por la gran masa de agua de los mares y océanos, que cubren las tres cuartas partes de la superficie de la Tierra; y por último, sobre los continentes y mares, la envoltura gaseosa, formada por el *aire*, llamada *atmósfera*⁴ (figura 1).

La ciencia que se ocupa del “estado” de la at-

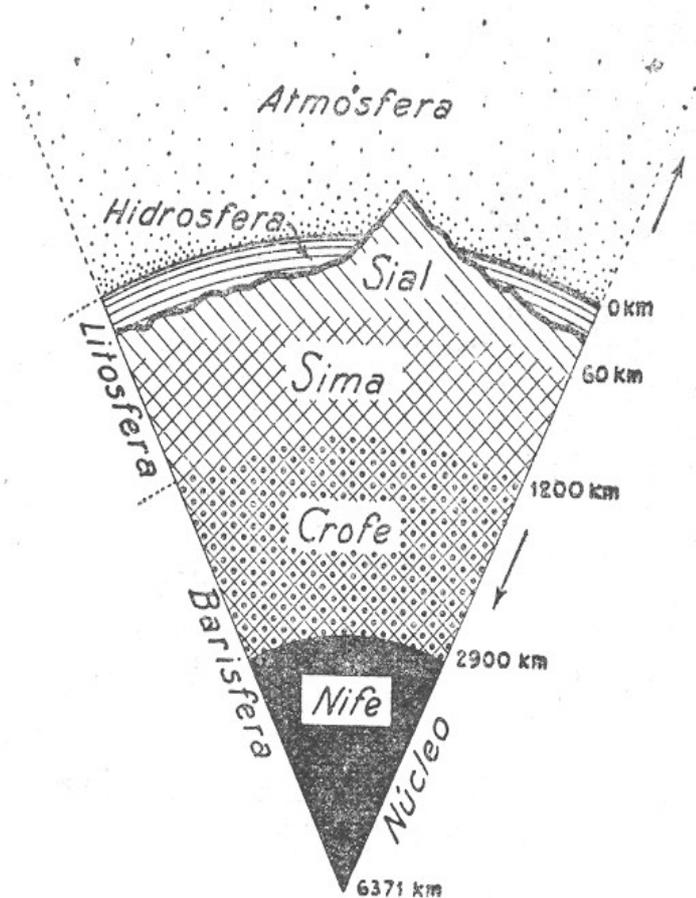


FIG. 1. — Corte a través del globo terrestre, según Suess. *Sial* representa compuestos de silicio y aluminio; *Sima*, de silicio y magnesio; *Crofe*, de cromo y hierro, y *Nife*, de níquel y hierro.

¹ *Baros* = pesado.

² *Lithos* = piedra.

³ *Hydor* = agua.

⁴ *Atmos* = flúido gaseoso.

mósfera y que investiga las causas de los "cambios" que se operan en la misma, se llama *Meteorología*¹.

LA METEOROLOGÍA es, pues, la CIENCIA DE LA ATMÓSFERA.

2. Ciencias auxiliares de la Meteorología. — Toda modificación, muchas veces violenta, que observamos en el estado de la atmósfera, está precedida de una variación de la cantidad de *calor solar* llegada a la superficie de la Tierra. Pero, a toda fuerza perturbadora, la Naturaleza opone otra, que mitiga sus efectos. En este caso es la *fuerza de gravedad* que tiende a restablecer el equilibrio perdido.

El calor solar representa, así, la "fuerza revolucionaria", y la gravedad, la "fuerza conservadora", en las modificaciones que se operan en el estado de nuestra atmósfera. La debida valoración de estas dos fuerzas y la descripción acertada de la lucha que sostienen, constituyen la preocupación de la ciencia meteorológica.

Al estimar la influencia del calor solar, debe considerarse que el aire se calienta por intermedio del suelo. La calidad de la superficie de la Tierra es, por esta razón, de importancia capital.

En efecto, la tierra —islas y continentes— se calienta y enfría rápidamente, produciendo grandes diferencias en la temperatura del aire. En cambio en los mares, debido al comportamiento térmico pasivo del agua, se produce poca variación en ella. Además, las aguas superficiales de los mares están en continuo movimiento: aguas calientes fluyen de la región tropical hacia las polares, y en compensación, aguas heladas remontan desde las regiones polares hacia la región ecuatorial, influyendo en el estado térmico de las masas aéreas que se deslizan por sobre ellas. La pasividad térmica de los mares mitiga, de este modo, la violenta lucha que sostienen el calor solar y la fuerza de gravedad.

Por estas razones, la ciencia meteorológica busca apoyo en ciencias afines, empeñadas en el estudio físico de la Tierra y de sus mares: en la *Geofísica*² y en la *Oceanografía*³, y en último término, en la *Física Solar*, ya que el Sol es la fuente de energía de todo movimiento sobre nuestra Tierra: de su envoltura aérea en forma de vientos, y de sus aguas oceánicas en forma de corrientes marinas. Además, sin la energía solar no habría vida.

La ciencia meteorológica debe establecer relaciones con otras ciencias, porque la Naturaleza es una sola: su división en distintas ramas o aspectos es obra del hombre. Para comprender cualquiera de sus manifestaciones, es necesario tener presente el "todo", el conjunto maravilloso que ella representa.

¹ *Meteoros* = elevado en el aire, y *logos* = ciencia, enseñanza.

² *Ge* = Tierra.

³ *Océano* = mar dilatado.

3. Finalidad de la Meteorología. — Los fenómenos atmosféricos llaman nuestra atención: a veces por su belleza, otras, por su potencia, o porque afectan nuestra salud, dificultan nuestro trabajo o dañan nuestros intereses materiales.

Nos encanta el cielo azul, radiante de sol, y seguimos con nostalgia las nubecitas blancas, inocentes viajeras del espacio. Nos deleitamos con los colores del cielo crepuscular, y nos extasiamos ante las bellezas de una noche estrellada. ¿Hay algo más hermoso que el arco iris, como tendido por una mano divina después de una tormenta?

No menos impresionante es la fuerza de los fenómenos atmosféricos. ¡Cuán grande es la potencia del viento pampero, cuando cruza nuestros llanos, en desenfundada carrera! ¡Cuánta furia indómita hay en los ciclones tropicales, y cuán temible es el rayo, látigo celestial!...

¿Qué no podría decirse de la importancia económica de los fenómenos atmosféricos? Nuestros alimentos son frutos de la tierra, y necesitan luz, calor y humedad para su crecimiento y maduración. La falta o el exceso de cualquiera de estos elementos los perjudica, disminuyendo así el rendimiento de la cosecha. El hombre de campo sólo habla de lluvia. Lluvias excesivas dañan todos los cultivos; las inundaciones sustraen grandes extensiones de tierra a su dominio. Sequías largas e intensas son precursoras de miseria para muchos. La cosecha más promisoría puede ser destruída, en pocos minutos, por una granizada, y los frutales más prometedores, quemados por una helada tardía.

También el organismo humano siente la influencia del tiempo. Es necesario cuidarlo de sus inclemencias; sólo así se desarrolla con normalidad y se puede esperar de él el máximo rendimiento físico e intelectual. Además, no todas las regiones de la Tierra son igualmente aptas para la vida: tanto el exceso de frío como el exceso de calor o falta de agua, ahuyentan al hombre. Hasta poder curativo tiene el aire puro, junto con las radiaciones solares que lo atraviesan, porque intensifican la actividad de nuestros órganos.

Aun en la historia de la humanidad ha influído el tiempo. La "Armada Invencible", de Felipe II, fué destruída, al comenzar el invierno de 1587, frente a las costas inglesas, por un fuerte y persistente temporal, iniciándose con ello la decadencia del poder español. El prematuro y durísimo "invierno ruso" venció, en 1812, al ejército de Napoleón, declinando desde ese momento el poderío del gran corso. Y más inclemente fué todavía el invierno de 1942, el "primer enemigo" ante el cual debieron replegarse los hasta entonces victoriosos ejércitos germanos. Y para terminar, recordemos, con el profundo respeto que merece, el fenómeno atmosférico de mayor magnitud que registra la historia humana: el Diluvio. Su significado y consecuencias son ya de orden eterno.

CON EL SUDOR DE TU ROSTRO GANARÁS EL PAN, HASTA QUE VUELVAS A LA TIERRA... dice el Antiguo Testamento ¹.

El hombre posee un discernimiento claro y penetrante, que le permite comprender los fenómenos del mundo físico con facilidad; por consiguiente, el conocimiento que adquiere de la Naturaleza es cada vez más vasto y perfecto. Debe ser un mandato de su conciencia emplear este conocimiento en mitigar el esfuerzo que tiene que realizar para conseguir el sustento diario.

¹ Génesis, capítulo III, versículo 19.

La **Meteorología** es la ciencia de la atmósfera. Su finalidad debe ser: emancipar en lo posible, al hombre y a su trabajo, de las inclemencias del tiempo. El primer paso hacia este fin, de lejana realización todavía, por cierto, es la PREVISIÓN DEL TIEMPO, en todos sus aspectos.

4. Subdivisión de la ciencia meteorológica. — En la ciencia meteorológica se pueden distinguir *seis ramas* principales, bien definidas:

- a) Meteorología instrumental;
- b) Meteorología de observación;
- c) Meteorología física;
- d) Meteorología matemática;
- e) Meteorología sinóptica;
- f) Meteorología geográfica.

La *Meteorología instrumental* idea los aparatos para la observación y registro de los elementos meteorológicos; describe su construcción, indica su verificación y corrección, y enseña su manejo y conservación.

La *Meteorología de observación* instruye sobre la manera de observar y registrar los elementos meteorológicos y los fenómenos atmosféricos, e indica el modo de computarlos para fines de información y de investigación.

Muy pocos experimentos meteorológicos se pueden realizar en el laboratorio en condiciones similares a las de la Naturaleza. Por esta razón, los resultados obtenidos en los laboratorios deben ser tomados con cautela. Siempre serán preferibles las observaciones directas de los fenómenos atmosféricos, a sus imitaciones.

La *Meteorología física*, llamada también "Meteorología general" o "Física de la atmósfera", describe y explica los fenómenos atmosféricos y sus continuas variaciones, basándose en las leyes físicas ya conocidas.

La *Meteorología matemática* explica estos mismos fenómenos por medio de deducciones fisicomatemáticas rigurosas. Ella representa la culminación de la ciencia meteorológica.

La *Meteorología sinóptica*¹ trata de descubrir las reglas y las leyes que gobiernan la evolución del tiempo, y cuyo conocimiento puede redundar en beneficio de su previsión, analizando para este fin estados atmosféricos sucesivos de una gran parte de la Tierra. Es la "ciencia del pronóstico del tiempo".

Y por último, la *Meteorología geográfica* trata de esclarecer las relaciones que existen entre los fenómenos atmosféricos, tal como se desarrollan en un determinado lugar o región, y las condiciones topográficas y geográficas del mismo. Sus resultados forman la ciencia climatológica².

La **Climatología** puede ser considerada como una ciencia propia. Sus límites respecto a la Meteorología, sin embargo, son difíciles de señalar. Ambas ciencias investigan los mismos fenómenos atmosféricos, aunque con distinto criterio.

La Meteorología es una ciencia "analítica"; la Climatología, "sintética".

La Meteorología busca en sus investigaciones, los "elementos diferenciales"; la Climatología, los "elementos constantes".

¹ *Synoptos* = visible, o sea que presenta lo esencial con la mayor claridad.

² *Klinein* = inclinar, y *logos* = ciencia; *climatología* = ciencia "de aquello" que depende de la inclinación de los rayos solares.

La Meteorología investiga las "causas" de los fenómenos atmosféricos; la Climatología, sus "características" y "frecuencia".

La Meteorología puede ser considerada como un "detalle" de la Climatología; la Climatología, como un vasto "resumen" de la Meteorología.

Las definiciones que se suelen dar de la Climatología dependen del criterio con que se establecen. Muy difundida es la definición de J. Hann: "Por clima se entiende la totalidad de los fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado de la Tierra". Esta definición representa un *concepto físico*. El fisiólogo define el clima teniendo en cuenta su influencia sobre el organismo humano, es decir, con *concepto biológico*. Así, según A. Loewy: "El clima es la totalidad de los estados atmosféricos y terrestres, característicos de un lugar, capaces de influir directamente en nuestra salud".

Naturalmente, cada actividad del hombre tiene sus necesidades específicas. El *agricultor* anhela conocer las condiciones atmosféricas que reinan cerca del suelo, donde nacen las plantas, y su repercusión posterior sobre el desarrollo de las mismas. Le interesan sobremanera los fenómenos que dañan los cultivos. Él es, también, quien exige el "pronóstico del tiempo a largo plazo". El *médico* ansía conocer la influencia de los distintos elementos meteorológicos y estados atmosféricos sobre el organismo humano, porque desea evitar los nocivos y aprovechar los benéficos. El *aviador* quiere conocer la influencia de los elementos meteorológicos sobre el avión y su tripulación, y sus efectos sobre el vuelo. El *navegante* antepone el conocimiento del "viento" a toda otra información referente al tiempo, porque éste es el factor que más puede influir en su viaje. El *constructor*, por su parte, se interesa por conocer la influencia de los elementos meteorológicos en la obra que ejecuta.

Conforme con las necesidades de las diversas actividades humanas, se han formado así **ciencias meteorológicas específicas**: Meteorología agrícola, Meteorología forestal, Hidrometeorología, Meteorología militar, Meteorología náutica o marítima, Meteorología de aviación, Meteorología técnica, Meteorología jurídica, y Meteorología médica, llamada también Bioclimatología¹, una de cuyas ramas es la Climatología².

5. Valor científico de la Meteorología. — A pesar de las dificultades con que lucha la Meteorología, varias de sus ramas han alcanzado ya un desarrollo respetable. Considerar a la Meteorología como una ciencia "reciente", es un error. Decir que ella se encuentra todavía "en pañales", una simpleza.

Tampoco corresponde comparar el acierto en el pronóstico del tiempo, establecido en la mayoría de los casos con premura y sin disponer de todos los elementos de juicio necesarios, con la exactitud de la predicción de los eclipses solares y lunares. Nada de común tienen estas dos predicciones. El pronóstico del tiempo sólo sería comparable con la previsión de las "manchas solares", formidables convulsiones de la atmósfera solar, muy semejantes a nuestras tempestades. Pero nadie consiguió todavía pronosticar su aparición con la exactitud debida.

Contrariamente a las demás ciencias, la Meteorología goza todavía

¹ *bios* = vida.

² *therapeuo* = curativo.

de escasa consideración entre el público, debido, probablemente, a la poca difusión de sus resultados y beneficios. Lo que en las escuelas se enseña del "tiempo" y del "clima", no guarda proporción con la amplitud de la enseñanza de las demás ramas de las Ciencias Naturales. Sólo en contados países se da ya a la enseñanza de la Meteorología el lugar que merece.

Los pueblos latinos han participado poco, hasta hoy, en las investigaciones meteorológicas y climatológicas, como si, para ellos, el "tiempo" no fuese un factor tan importante como para los pueblos nórdicos. La explicación es algo sencilla. Cuanto más cerca se vive del llamado "nivel de condensación", o sea a la altura en que se forman y disipan las nubes, más variados e intensos suelen ser los fenómenos atmosféricos que se observan, y mayor su influjo en la vida del hombre. Escandinavia por su ubicación nórdica, y Austria por sus elevadas montañas, son, por esta razón, los países que más investigadores han dado a la ciencia meteorológica.

Uno de los continentes más favorecidos por la Naturaleza es el continente sudamericano. En sus dilatadas regiones y altas montañas se encuentran muchos climas, y por sus vastas llanuras los fenómenos atmosféricos se desarrollan con una grandiosidad y regularidad admirables. No hay lugar más apropiado para estudios meteorológicos y climatológicos que nuestro continente. Bajo un manto de singular belleza la Naturaleza guarda todavía muchos tesoros para sus hijos dispuestos a encontrarlos. El interés creciente que demuestra nuestra juventud por esta bella ciencia es un signo promisorio de futuros triunfos.

6. Índice bibliográfico. — El presente texto está ajustado a las necesidades de la enseñanza media y especial. Su extensión no puede sobrepasar ciertos límites. Por esta razón han sido tratados en él, con la sencillez y brevedad debidas, únicamente los fenómenos atmosféricos principales, describiendo de una manera sucinta el encadenamiento que existe entre ellos. Si alguien desee adquirir conocimientos más amplios, le aconsejamos recurrir a las obras que especificamos a continuación.

A) PUBLICACIONES PERIÓDICAS.

Revista Meteorológica. Publicación trimestral. Montevideo. Desde 1941. Órgano de los investigadores sudamericanos.

Meteoros. Revista de Meteorología y Geofísica del Servicio Meteorológico Nacional. Publicación trimestral. Buenos Aires. Desde 1951.

La Météorologie. Publicación mensual. París. Desde 1925.

La Meteorologia Pratica. Perugia. Desde 1920.

Rivista di Meteorologia Aeronautica. Roma. Desde 1939.

Geofisica Pura e Applicata. Milán. Desde 1938.

Monthly Weather Review. Washington. Desde 1873.

Bulletin of the American Meteorological Society. Worcester, Mass. Desde 1920.

The Meteorological Magazine. Londres. Desde 1866.

Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. Londres. Desde 1875.

The Journal of Meteorology. Nueva York. Desde 1944.

Meteorologische Zeitschrift. Braunschweig. Desde 1866.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie. Berlín. Desde 1873.

Das Wetter. Zeitschrift für angewandte Meteorologie. Leipzig. Desde 1884.

Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre. Leipzig. Desde 1904.

Gerlands Beiträge zur Geophysik. Leipzig. Desde 1887.

B) TRATADOS.

- HANN-SÜRING: *Lehrbuch der Meteorologie*, dos tomos, 5ª ed. Leipzig, 1939.
 SIR NAPIER SHAW: *Manual of Meteorology*, cuatro tomos, 2ª ed. Cambridge, 1936.
 HANN-KNOCH: *Handbuch der Klimatologie*, tres tomos, 4ª ed. Stuttgart, 1932.
 KÖPPEN und GEIGER: *Handbuch der Klimatologie*, cinco tomos, en alemán e inglés. Berlín. En aparición desde 1930.
 GUTENBERG, B.: *Handbuch der Geophysik*. Diez tomos. Berlín, en aparición desde 1929.
 KLEINSCHMIDT, S. P.: *Handbuch der meteorologischen Instrumente und ihrer Auswertung*. Berlín, 1934.
 CHROMOW, S. P.: *Einführung in die synoptische Wetteranalyse*. Traducción del ruso. Viena, 1940.

Todos estos tratados traen una amplia referencia bibliográfica.

C) OBRAS MENORES.

De los 500 textos y obras especiales de Meteorología, los más importantes e interesantes son:

- ABERCROMBY, R.: *Weather*. Londres, 1934.
 ALBRIGHT, J. G.: *Physical Meteorology*. Nueva York, 1939.
 ANGOT, A.: *Traité élémentaire de Météorologie pratique*. 2ª ed. París, 1923.
 BERGET, A.: *L'air*. París, 1927.
 BERRY, BOLLAY and BEERS: *Handbook of Meteorology*. Nueva York, 1945.
 BJERKNES, V., BJERKNES, J., SOLBERG, H. et BERGERON, T.: *Hydrodynamique physique avec applications à la Météorologie*. París, 1934.
 BRANDS, G. J.: *Meteorology. A Practical Course in Weather*. New York, 1944.
 BRAVARI LAZO, V.: *Meteorología sinóptico-dinámica y Previsión del tiempo*. Santiago de Chile, 1943.
 BROOKS, C. E. P.: *The Weather*. Londres, 1937.
 BRUNT, D.: *Physical and Dynamical Meteorology*. 2ª ed. Cambridge, 1939.
 BYERS, H. R.: *Synoptic and Aeronautical Meteorology*. Nueva York y Londres, 1937.
 CARRASCO, P.: *Meteorología*, México, 1945.
 CLAYTON, H. H.: *World Weather*. Nueva York, 1923.
 CONSTANTINO, C.: *Meteorología descriptiva*. Buenos Aires, 1943.
 COYECQUE, M.: *Nociones de Meteorología general y náutica*. Barcelona, 1928.
 CRESTANI, G.: *Climatología*. Turín, 1931.
 DEDEBANT, G. et VIAUT, A.: *Manuel de Météorologie du Pilote*. 3ª ed. París, 1939.
 DÍAS, E. y MORAGUEZ, M.: *Manual de Meteorología*. Buenos Aires, 1944.
 EREDIA, F.: *Gli strumenti di Meteorologia ed Aerologia*. Roma, 1936.
 EREDIA, F.: *Meteorologia pratica superiore*. Roma, 1938.
 EREDIA, F.: *Lezioni di Meteorologia e di Aerologia*. Roma, 1941.
 FONTSERÉ, E.: *Elementos de Meteorología*. Barcelona, 1943.
 GENERAL DELCAMBRE: *Cours de Météorologie*. París, 1926.
 GENTILE, R.: *Meteorologia*. Roma, 1947.
 GREGG, W. R.: *Aeronautical Meteorology*. 2ª ed. Nueva York, 1930.
 HARRISON, L. P.: *Meteorology*. Nueva York, 1942.
 HAYNES, B. C.: *Techniques of Observing the Weather*. Nueva York, 1947.
 HERNÁNDEZ ROBREDO, L.: *Meteorología, Física y Climatología Agrícolas*. Madrid, 1952.
 HEWSON, E. W. and LONGLEY, R. W.: *Theoretical and Applied Meteorology*. New York, 1944.
 HOLMBOE, FORSYTHE and GUSTIN: *Dinamic Meteorology*. Nueva York, 1945.

- HUMPHREYS, W. J.: *Physics of the Air*. 3ª ed. Nueva York, 1940.
- JORDANOFF, A.: *Through the Overcast*. Nueva York y Londres, 1938.
- KLEIN y SANSON: *Meteorología y Física agrícola*. Barcelona, 1928.
- LORENTE, J. M.: *Meteorología*. Colección Labor, tomo xxxiv. Barcelona, 1939.
- MORANDI, BERGEIRO, LAGARMILLA, LABANDERA, GALIMBERTI y VIEIRA: *Manual de Meteorología*. Instituto de Investigaciones Superiores. Montevideo, 1945.
- PETTERSSEN, S.: *Weather Analysis and Forecasting*. Nueva York, 1940.
- PETTERSSEN, S.: *Introducción a la Meteorología*. Traducción del inglés. Buenos Aires, 1947.
- PITA, P. y LORENTE, J. M.: *Meteorología aeronáutica*. Madrid, 1942.
- SAMPAIO FERRAZ: *Meteorología brasileira*. Río de Janeiro, 1935.
- SMITH, J. W.: *Agricultural Meteorology*. Nueva York, 1920.
- SUTCLIFFE, R. C.: *Meteorology for Aviators*. Londres, 1939.
- SUTTON, G.: *Micrometeorology*. Nueva York, 1952.
- TAYLOR, G. F.: *Aeronautical Meteorology*. Nueva York, 1938.
- TREWARTHE, G. T.: *An Introduction to Weather and Climate*. Nueva York y Londres, 1937.
- VERCELLI, FR.: *L'aria nella Natura e nella vita*. Turín, 1933.
- WARD, R. D. C.: *Climate, Considered Especially in Relation to Man*. Nueva York, 1918.