

LA CLIMATOLOGÍA ANALÍTICA: MÉTODO DE ESTUDIO Y VALIDEZ DE LOS RESULTADOS

La preocupación del hombre por el conocimiento del tiempo se remonta a las épocas más antiguas. Sin embargo, hasta el s. xvii, tras los grandes descubrimientos geográficos, la existencia de los primeros aparatos de medida y el desarrollo de la «Nueva Física», la Climatología se basa en conocimientos empíricos deducidos de la observación del cielo; este período marca la transición de la observación visual a la medida instrumental y, por tanto, constituye el primer paso hacia la exactitud. Pero, el conjunto de aparatos que constituyen una estación meteorológica de primera categoría, base fundamental de la ciencia, no se completa hasta el s. xix. Durante la pasada centuria se perfeccionan e inventan nuevos instrumentos de medida, se organizan las redes de estaciones de observación y se desarrolla considerablemente la Física; estos hechos hacen posible el planteamiento y sistematización de las primeras teorías científicas en el campo de las ciencias de la atmósfera. Aunque es cierto que la Climatología constituye una de las ramas del saber más antiguas, también se puede decir de ella que es una ciencia nueva, que tiene sus cimientos en el s. xix. Esta característica adquiere un particular valor si se tiene en cuenta la extraordinaria evolución experimentada durante los primeros decenios del s. xx y, particularmente, en los últimos cuarenta años.

Durante el s. xix y principios del xx, se cuenta ya con series de observaciones y aparecen las primeras clasificaciones climáticas basadas en uno o varios elementos cuantificados, generalmente temperaturas y precipitaciones. Se inician los estudios de Climatología regional, al tiempo que surge la preocupación por dar a la ciencia unos objetivos concretos y unos métodos de trabajo. Desde el último decenio del siglo xix se han enunciado numerosas definiciones acerca del concepto de clima, casi tantas como científicos se han preocupado por

estos problemas. No todas tuvieron la misma fortuna, algunas se fueron imponiendo hasta dejar reducida a las restantes a los trabajos de sus propios autores. Desde estos primeros momentos en los que se intenta la sistematización de la disciplina, se iniciaron dos caminos de investigación —Climatología analítica y Climatología sinóptica—, resultantes de una distinta concepción del clima.

I. DOS FORMAS DE INTERPRETAR EL CLIMA: CLIMATOLOGÍA ANALÍTICA Y CLIMATOLOGÍA SINÓPTICA.

Durante la primera mitad del s. xx, la Climatología se basó fundamentalmente en la definición que J. Hann da de clima: «es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera sobre un punto de la superficie terrestre»¹; definición que utilizó el autor, con ligeras variantes de enunciado, en las sucesivas ediciones de su *Handbuch der Klimatologie*².

De entre los muchos autores que aceptaron la definición de Hann destaca E. de Martonne, por la difusión que alcanzó su obra; éste la recoge en su «*Tratado de Geografía Física*»³, y a través de él se difunde entre los científicos de habla francesa, inglesa y española.

A comienzos del tercer decenio, M. Sorre critica la definición de J. Hann, basándose en que no tiene en cuenta la «sucesión de los fenómenos en el tiempo» y por su «carácter abstracto»⁴. Es cierto que la expresión de J. Hann «*mitleren zustand*», como observa P. Pédelaborde, no es precisa y puede interpretarse como el promedio de todos los estados de la atmósfera, en un sentido estadístico y estático⁵; pero también puede entenderse como el conjunto de caracteres habituales, en el sentido que, más tarde, H. Flohn llamará «singularidades» del clima⁶. Esta concepción no excluiría el desarrollo dinámico, la sucesión de los tiempos y de las estaciones. De las dos interpretaciones, estática y dinámica, que se hicieron del clima prevaleció la primera, y de ahí que la mayor parte de los climatólogos, durante la primera

1. HANN, J.: *Handbuch der Klimatologie*, Viena, 1882, pág. 1.

2. *Id.*, i., 2.^a ed., Stuttgart, 1897; 3.^a ed., Stuttgart, 1908; 4.^a ed., Stuttgart, 1932.

3. MARTONNE, E. DE: *Tratado de Geografía Física*, vol. I, Barcelona, 1964, pág. 123.

4. SORRE, M.: *Introduction du livre 1.^{er} du traité de M. Piéry et collab.*, Paris, 1934, pág. 3.

5. PEDELABORDE, P.: *Le climat du bassin Parisien*, Paris, 1957, pág. 41.

6. LINES, A.: *Singularidades en el curso anual de los fenómenos atmosféricos de España*, Madrid, 1959, págs. 29-33.

mitad del siglo, realizaran descripciones estáticas y, por consiguiente, abstractas de los climas locales, comarcales y regionales.

La interpretación que se ha difundido de la definición de J. Hann ha sido el resultado de una lectura incompleta de su obra. La definición es sólo un punto de partida que el autor precisa para llevar a cabo el estudio climático; su idea de clima queda bien clara cuando dice: «el clima comprende la totalidad de los estados verdaderos de la atmósfera, el conjunto de los tipos de tiempo»⁷.

En contraste con la incorrecta interpretación de la definición de J. Hann, extendida en los manuales de lengua inglesa, francesa y española, sus colegas alemanes interpretaron fielmente el pensamiento del autor. Así, W. Köppen, en la primera parte de su «*Climatología*», dedicada al estudio de la teoría general del clima, lo define como «el estado medio y proceso ordinario del tiempo sobre un lugar determinado»⁸. De esta definición no se deduce la posibilidad de elegir entre dos caminos: estados medios, de una parte, y proceso ordinario del tiempo, de otra, como interpreta P. Pédelaborde⁹, sino que ambos se complementan y, por consiguiente, son necesarios en todo estudio climático. El carácter dinámico que W. Köppen concede al clima es evidente en la definición que el autor ensaya con una preocupación biológica: «clima es la suma total de las condiciones atmosféricas que hacen un lugar de la superficie terrestre más o menos habitable para los seres humanos, animales y plantas». La expresión «suma total de las condiciones atmosféricas» (tipos de tiempo) es suficientemente significativa; no se trata de promedios matemáticos y estáticos, sino de la película del tiempo, lo cual lleva implícito la idea de sucesión y ritmo. Evidentemente, aunque el clima resulta de la sucesión de los tipos de tiempo, son dos conceptos diferentes que se han de medir con distintas escalas. Köppen tiene presente esta diferenciación cuando afirma que «el tiempo cambia pero el clima se mantiene constante»¹⁰. El tiempo, según la precisa definición de A. Baldit, «es el conjunto de valores que, en un momento dado y en un lugar determinado, caracterizan el estado de la atmósfera»¹¹. El tiempo constituye, pues,

7. HANN, J.: *op. cit.*, pág. 1.

8. KÖPPEN, W.: *Climatología*, México-Buenos Aires, 1948, pág. 19. La primera edición alemana, en la que aparece la misma definición, se publicó en Leipzig, en 1906.

9. PEDELABORDE, P.: *op. cit.*, pág. 42.

10. KÖPPEN, W.: *op. cit.*, pág. 20.

11. BALDIT, A.: *Les éléments météorologiques du climat, in Traité de M. Piéry et collab.*, Paris, 1934, vol. I, pág. 11.

una realidad física perfectamente localizada; por el contrario, el clima, como estudio retrospectivo, es el resultado de un esfuerzo de generalización.

Teniendo en cuenta que la mayor parte de los estudios de Climatología realizados durante la primera mitad del siglo parten de las definiciones de J. Hann y W. Köppen, pensamos que la formación de las dos corrientes de investigación en Climatología que con frecuencia adoptan posiciones exclusivistas carecen de bases sólidas y son el resultado de una pura inercia en la investigación. Se puede decir que desde finales del s. XIX existen en Climatología dos tendencias de investigación, las mismas que, con algunas variantes, se mantienen actualmente. Por una parte, la Climatología analítica, también llamada tradicional y separativa, que se basa en la investigación de los estados medios de la atmósfera, y, por otra, la Climatología sinóptica, denominada dinámica y sintética, que apoya su estudio en las situaciones atmosféricas reales, en los tipos de tiempo. La primera de ellas puede ser considerada como la continuación de los primeros trabajos que se realizaron tras la aparición de los aparatos de medida, de ahí que también se la conozca por Climatología tradicional. En cuanto a la segunda, aunque los antecedentes se remontan al s. XIX, hasta después de la segunda guerra mundial no aparece sistematizada, por lo que, en oposición a la anterior, se le podría denominar Nueva Climatología; sin embargo, creemos que esta última expresión debería responder a la tendencia resultante de la integración de las dos vías señaladas, que no sólo no deben excluirse sino complementarse.

II. LA CLIMATOLOGÍA ANALÍTICA

La climatología analítica, concebida «como el conjunto de fenómenos que caracterizan el estado medio de la atmósfera sobre un punto de la superficie terrestre», se ha basado en el supuesto de que cualquier elemento meteorológico —temperatura, precipitación, viento, etcétera— se comporta como si fuese el resultado de dos componentes: una permanente, el valor normal; y otra variable, al parecer aleatoria, la perturbación. Esta diferenciación plantea un grave problema, y puesto que no existe un criterio físico que permite detectar el valor normal, se ha convenido en identificarlo con el de máxima probabilidad, obtenido por el método estadístico. El valor probable de la componente normal es por definición constante; representa la parte permanente del fenómeno. Por el contrario, el valor de la perturbación es nulo, y

constituye la parte aleatoria del mismo. La Climatología analítica, al menos en una primera etapa que se extiende hasta mediados del siglo xx, basa su estudio fundamentalmente en la evolución de la componente normal de los elementos climáticos. Ahora bien, hemos de tener presente que estos elementos no son independientes entre sí, sino que están relacionados por leyes físicas, en muchos casos conocidas, de donde resulta una radical diferencia con la estadística económica o demográfica. Con ésto no pretendemos decir que los hechos económicos o demográficos no estén relacionados, pero resulta evidente que en estos casos no siempre se manifiesta dicha relación o, al menos, no responde a una ley uniforme y constante cuando se desciende a los hechos particulares. De ahí, precisamente, que el fin de la Estadística consista en descubrir en el conjunto la regularidad o la dependencia que faltan en lo individual. La ley estadística pertenece fundamentalmente al orden colectivo y rige el conjunto como tal. En cambio, en Climatología entre dos series estadísticas existe siempre una dependencia funcional término a término, lo que plantea una grave dificultad desconocida en otros campos a los que se aplica la Estadística¹². La Climatología analítica no ha respetado estos principios elementales, en gran parte, por las dificultades que encierra el objeto de estudio; las realidades climáticas son fugitivas y equivalen a estados instantáneos.

En una segunda etapa, iniciada en términos generales a mediados de siglo y caracterizada por una aproximación hacia la Meteorología sinóptica, se incorpora un nuevo supuesto, la idea básica de la existencia de un cierto número de situaciones atmosféricas típicas que se repiten con mayor o menor exactitud en el curso de los años; cada una de estas situaciones (tipos de circulación regional) no se presenta en fechas rigurosamente fijas, aunque sí hacia las mismas épocas del año. Los trabajos realizados de Climatología dinámica y la experiencia sinóptica nos muestran que nunca dos configuraciones báricas son idénticas, y, en el caso de configuraciones semejantes, no siempre determinan los mismos caracteres¹³. Ahora bien, la variedad, distinta según las zonas, no se puede confundir con el caos y, como se ha demostrado en numerosos trabajos, los tipos de tiempo son susceptibles de clasificación.

12. JANSÁ, J. M.: *Curso de Climatología*, Madrid, 1969, pág. 13.

13. ALBENTOSA, L. M.: *Los climas de Cataluña. Estudio de Climatología dinámica*, (Tesis doctoral, mecanografiada), Barcelona, 1973, vol. I, pág. 32.

En una primera época, la Climatología analítica se basó en el estudio aislado del régimen de valores normales de los caracteres del tiempo resultante de la elaboración de series largas, como mínimo de treinta años. Este análisis no sólo enmascara los fenómenos sino que puede llegar a borrarlos. Además, no puede explicar las causas que singularizan los diferentes climas, de ahí que implícitamente admita que las variaciones atmosféricas se suceden de forma caprichosa.

Con la incorporación de los modelos más frecuentes de circulación regional, la Climatología analítica tampoco supera el grado de abstracción que caracterizaba a los primeros estudios; estos modelos se utilizan para explicar todos los fenómenos de los climas y se cae en errores importantes que son resultado de una generalización abusiva de los hechos.

Partiendo de la consideración de los dos supuestos anteriormente analizados, un buen número de los estudios realizados a mediados de siglo, e incluso algunos actuales, se dividen en dos partes. En la primera, se realiza una descripción de las situaciones sinópticas características, definidas por la fluctuación de la fecha de presentación, posición e intensidad. En una segunda parte, se estudian cada uno de los elementos del clima, generalmente, en relación con aquellas situaciones. Hay algunos casos en los que se invierte este orden. Por último, en otros trabajos, como los realizados en España por J. H. Wrobel¹⁴ y P. Kunow¹⁵, tras un estudio estadístico de los elementos, se analizan las situaciones atmosféricas típicas y se utilizan en una tercera parte como base para describir el ritmo anual de los caracteres del clima.

En estrecha relación con la Climatología analítica aparece el problema de las «singularidades» del calendario meteorológico, observadas con mayor o menor exactitud y rigor desde antiguo, pero cuyo estudio sistemático todavía hoy adolece de precisión. No cabe duda de que este método puede resultar interesante para aquellas regiones donde el clima evoluciona con notable regularidad como es el caso de Europa occidental y continental; sin embargo, en los dominios de transición, se producen interferencias de uno u otro sistema de circulación; así ocurre en buena parte de la Península Ibérica, en la zona de cizalladura entre los cinturones de circulación templada y subtropical,

14. WROBEL, J. H.: *Das Klima von Katalonien und der Provinz Castellón auf Grund der spanischen Wetterbeobachtungen der Jahre 1906 bis 1925* (Tesis doctoral), Hamburg, 1940, 97 págs.

15. KUNOW, P.: *El clima de Valencia y Baleares* (Tesis doctoral), Valencia, 1966, 239 págs.

donde, con frecuencia, la sustitución de un tipo de tiempo por otro predomina sobre la evolución¹⁶. Con lo dicho no pretendemos negar que algunos temporales se repiten muchos años y que presentan notables analogías entre sí, unas veces más claras que otras; sin embargo es difícil precisar, como señala A. Linés, la fecha media en que deben comenzar y acabar¹⁷. También cabe distinguir, con ciertos límites, algunas singularidades térmicas. Ahora bien, a estos hechos, en nuestras regiones, les falta la continuidad suficiente para que puedan caracterizar un clima.

Por otra parte, si tenemos presentes los principios fundamentales de la Climatología —análisis de los elementos que determinan el clima, investigación de las causas que los explican y estudio de su acción sobre el medio geográfico— hemos de convenir en que el método analítico no cumple ninguno de los preceptos. En efecto, en los trabajos de Climatología analítica se aíslan algunos de los caracteres de la compleja realidad física que constituye la atmósfera; por lo tanto, la compartimenta y establece una selección de elementos que no siempre son los más representativos. En este sentido, A. Miller al lamentar las deficiencias del método analítico afirma que «no hay necesidad de desarmar el mapa climático en sus partes»¹⁸. Por otro lado, de la descripción de la evolución de los elementos del clima —temperatura, precipitación, etc.— no se pueden deducir las causas que los determinan; como mucho pueden plantear unos problemas cuyas soluciones se han de buscar en la dinámica atmosférica. La selección de unas situaciones típicas, como apuntamos anteriormente, es una solución simplista que, con frecuencia, conduce a error. Sobre el medio geográfico no actúan los elementos de manera aislada sino los estados verdaderos del tiempo. A este respecto R. Blanchard, en su estudio de Geografía Regional acerca de Flandes, muestra que la realidad climática difiere completamente de la definición tradicional basada en los promedios de los elementos climáticos; las temperaturas medias de la región del Flandes marítimo son más elevadas que las del interior, sin embargo, debido a la humedad y al viento, el efecto fisiológico refleja lo contrario¹⁹.

16. ALBENTOSA, L. M.: *Los climas de Cataluña. Estudio de Climatología dinámica* (Resumen de la tesis doctoral), Barcelona, 1975, pág. 31.

17. LINES, A.: *op. cit.*, pág. 30.

18. MILLER, A.: *La piel de la tierra*, Madrid, 1970, pág. 142.

19. BLANCHARD, R.: *La Flandre. Etude géographique de la plaine flamande en France, Belgique et Hollande* (Tesis doctoral), Paris, 1906, pág. 22.

El método analítico puede tener interés en las regiones de clima autónomo —regiones fuente de masas de aire—, donde buena parte de los caracteres del tiempo dependen del balance radioactivo local. Sin embargo, conforme nos alejamos de ellas y nos internamos en las latitudes templadas, dominio fundamental de los movimientos advectivos y por consiguiente de los climas dependientes, las dificultades que presenta el método analítico son tan importantes que con él el climatólogo se ve incapaz de llegar a una definición. En la zona templada la dependencia respecto de las regiones tropicales y árticas es evidente. H. Riehl, T. C. Yeh y N. E. la Seur, en un estudio sinóptico acerca de las variaciones de la circulación, muestran que la mayor parte de las variaciones tienen raras veces su origen o fin en el interior de los westerlies²⁰. Por otra parte, G. C. Simpson, W. Gorczynski y F. Baur, después de comprobar las temperaturas teóricas resultantes de la radiación incidente en unas condiciones de atmósfera en calma con las reales registradas entre los paralelos 40° y 70° del hemisferio norte, llegan a la conclusión de que el balance térmico en la zona templada sólo puede explicarse por los movimientos advectivos de las masas de aire que transportan los caracteres climáticos de las regiones de donde proceden²¹. En Cataluña, esta condición de dependencia exterior por convergencia de influencias adquiere un valor particular, como se deduce del cuadro siguiente referido a la estación de Barcelona²².

| | Horas de sol eficaz | Temperatura media |
|-----------|---------------------|-------------------|
| Febrero | 163,92 | 10,4 °C |
| Noviembre | 150,70 | 13,5 °C |

Claramente se aprecia que no existe una estrecha relación entre los valores de insolación y temperatura. El ejemplo todavía es más significativo si se tiene en cuenta la desigual duración de ambos meses. Estos resultados, que constituirían una anomalía en una región climáticamente autónoma, son normales en la Península Ibérica y reflejan el predominio de las influencias advectivas de componente norte y sur

20. RIEHL, H.; YEH, T. C. and LA SEUR, N. E.: *A study of variations of the general circulation*, Lancaster, 1950, págs. 181-194.

21. CONRAD, V.: *Fundamentals of physical climatology*, Cambridge, 1942, págs. 13-17 y figs. 7 y 9.

22. Los valores corresponden al promedio del periodo 1931-60.

respectivamente y de los tipos de tiempo que reducen más o menos la insolación²³.

De la misma manera, los restantes elementos que se estudian en los trabajos de Climatología analítica —presiones, temperaturas, precipitaciones y vientos— no pueden servir de base para elaborar unas leyes de carácter general; cuando se ha intentado, con la falsa idea de que alguno de los elementos encierra un importante valor de síntesis, se han formulado graves errores. Esta es la causa de la falsa idea que se tuvo durante los primeros decenios del siglo sobre el desarrollo de una circulación de carácter monzónico en la Península Ibérica, problema que ha sido magistralmente tratado por A. López Gómez en su trabajo *El supuesto monzón de la Península Ibérica*²⁴. La tesis tuvo su origen en J. Dantín Cereceda, quien en la primera edición de su *Resumen Fisiográfico de la Península Ibérica* se refiere al desigual comportamiento de la meseta y los mares, lo que origina «pequeños monzones locales: en verano, calentándose grandemente la meseta, soplan vientos al área monzónica del macizo central; en invierno marchan en sentido contrario, de la meseta al mar»²⁵. Con pequeñas maticizaciones de exposición, de tal manera se difundió la idea entre los geógrafos, que puede decirse que quedó incorporada a la mayor parte de los manuales. Para no citar más que a los autores cuyos trabajos alcanzaron una mayor difusión destacaremos a E. de Martonne²⁶, M. Sorre²⁷, W. Köppen²⁸, A. Miller²⁹ y W. Kendrew³⁰.

Aunque la presión es el más sintético de los elementos, puesto que su repartición permite determinar los movimientos de la atmósfera y, por consiguiente, conocer la procedencia de las influencias, normalmente sólo se han utilizado en los trabajos mapas de medias en superficie y éstos representan únicamente la repartición geográfica de las regiones donde las bajas y altas presiones han predominado durante el período. Las figuras isobáricas representadas en los mapas de medias no tienen existencia real y sólo muestran el flujo resultante que, como

23. ALBENTOSA, L. M.: *op. cit.*, vol. II, pág. 5.

24. LÓPEZ GÓMEZ, A.: *El supuesto monzón de la Península Ibérica*, Madrid, 1970, págs. 71-88.

25. DANTÍN CERECEDA, J.: *Resumen Fisiográfico de la Península Ibérica*, Madrid, 1912, págs. 221-222.

26. MARTONNE, E. DE: *op. cit.*, págs. 287-288.

27. SORRE, M.: *Méditerranée. Péninsules Méditerranéennes*, Paris, 1934, pág. 80.

28. KÖPPEN, W.: *op. cit.*, pág. 144.

29. MILLER, A.: *Climatología. El clima y su influencia en el hombre, los animales y las plantas*, Barcelona, 1951, págs. 104-203.

30. KENDREW, W. G.: *The climates of the continents*, Oxford, 1961, págs. 371-372.

las mismas configuraciones, constituye una pura abstracción. Por ello, cuando —dentro de la misma época— algunos meteorólogos españoles como N. Sama³¹, R. Marin³² y V. Sobrini³³ analizaron las situaciones diarias, precisamente, destacaron para la Península Ibérica la variedad de configuraciones atmosféricas y tipos de tiempo. Los mapas de presiones medias, como afirma P. Pédelaborde, encierran tres graves peligros: 1.º muestran una representación estática de unos hechos que son cambiantes; 2.º enmascaran la estructura verdadera de los centros de acción; 3.º presentan corrientes perturbadas que no existen más que como resultado estadístico³⁴.

Generalmente todavía son más erróneas las conclusiones que se deducen de la consideración aislada de las temperaturas, precipitaciones o vientos, excepto en aquellos casos —normalmente precipitaciones— que se estudian en relación con la dinámica atmosférica; en este grupo cabe destacar, entre otros, los trabajos de M. Billaut sobre las lluvias de verano en Aquitania³⁵ y el estudio comparativo de las lluvias de verano en Lyon y Marsella realizado por D. Cavalier³⁶. En este mismo grupo, aunque mucho más completo y documentado, hay que reseñar el estudio realizado por P. Pédelaborde y H. Delannoy sobre los tipos de tiempo y el mecenismo de las lluvias en Argelia³⁷; en este trabajo, para explicar las precipitaciones, no sólo se tienen en cuenta las situaciones b́aricas de superficie, sino también las de altura, realizándose un minucioso análisis del nivel de 500 mb. Por último, consideramos de gran interés metodológico el estudio de F. Couvreur-Laraichi sobre los valores de precipitación, registrados durante un periodo de 25 años (1943-1967) en el litoral del mar de Alborán, en el que el autor muestra la estrecha relación entre dichas precipitaciones, la circulación ciclónica en superficie y la circulación meridiana del aire frío en altura³⁸.

31. SAMA PÉREZ, N.: *Tipos de tiempo*, Madrid, 1913, vol. III, sección 2.ª, págs. 273-300.

32. MARÍN Y SANZ, R.: *Notas sobre previsión del tiempo en España*, Zaragoza, 1938, 12 folios mecanografiados.

33. SOBRINI, V.: *Ensayo de una clasificación de tipos isobáricos. Aplicación a los mapas del Servicio Meteorológico Español en los años 1908-1927*, Madrid, 1929, 28 folios mecanografiados.

34. PEDELABORDE, P.: *op. cit.*, pág. 45.

35. BILLAUT, M.: *Les pluies d'été en Aquitaine et dans l'ouest Méditerranéen Français*, Paris, 1956, págs. 16-31.

36. CAVALIER, D.: *Les pluies d'été à Lyon et à Marseille. Essai d'étude comparative*, Paris, 1956, págs. 31-39.

37. PEDELABORDE, P. et DELANNOY, H.: *Recherches sur les types de temps et le mécanisme des pluies en Algérie*, Paris, 1958, págs. 261-244.

38. COUVREUR-LARAICHI, F.: *Les précipitations dans quelques stations du littoral de la mer d'Alboran*, Rabat, 1972, págs. 85-102.

Ahora bien, aunque estos trabajos tienen como objetivo el estudio de un elemento del clima —las precipitaciones—, no pueden clasificarse en la tendencia denominada de Climatología analítica; en todos ellos el régimen pluviométrico, así como la intensidad y tipo de precipitaciones, se estudian en relación con la dinámica de la atmósfera, es decir, con las situaciones reales (tipos de tiempo). En contraste con los resultados de estos trabajos, es muy dudosa la representatividad de los promedios mensuales, como se ha venido manifestando con frecuencia en la bibliografía meteorológica (Riehl y Schacht, 1947; Olascoaga, 1950; Landsberg, 1951; Riehl, 1954, Pédelaborde, 1957, etc.). Generalmente el histograma de precipitaciones realizado para el mismo mes en distintos años no presenta una distribución normal en torno al valor medio mensual, sino que es fuertemente asimétrico. Se ha de tener presente que un valor mensual, sobre todo en nuestras regiones, presenta una estructura heterogénea, engloba en un mismo parámetro tanto las lluvias finas como los aguaceros y, por ejemplo, en el mediterráneo peninsular, no son extrañas tormentas que descargan 40 ó 50 mm, lo que puede representar un tercio del total anual. Por consiguiente la definición del clima basada en el valor pluviométrico quedaría a merced de que se registraran o no unos chubascos. Las precipitaciones en muchos dominios son particularmente irregulares, tanto en el espacio como en el tiempo. La tormenta que inundó el litoral catalán el 20 de septiembre de 1971 descargó más de 100 mm en el Campo de Tortosa y Llano de Barcelona y, sin embargo, no alcanzaron los 10 mm en las llanuras del Segriá. Estas irregularidades, así como las posibilidades de neutralización o de acumulación de numerosos factores, son las causas de que los diagramas pluviométricos no sean representativos.

Parece evidente que el método analítico es incapaz de llegar a una definición de los climas ni, por supuesto, a establecer las causas verdaderas de los mismos; los promedios de presiones, temperaturas, precipitaciones y vientos, como señalamos anteriormente, no aportan más que el anuncio de unos problemas, cuyas soluciones deben buscarse en el análisis de los mecanismos típicos de la atmósfera y, particularmente, en las variaciones diarias de la circulación ³⁹.

39. ALBENTOSA, L. M.: Prólogo a la edición española de la *Climatología* de F. DURAND-DASTES, Barcelona, 1972, pág. 17.

III. APORTACIONES METODOLÓGICAS PARA MEJORAR EL MÉTODO DE LA CLIMATOLOGÍA ANALÍTICA

Como ya señalamos anteriormente, en el tercer decenio del siglo se iniciaron las críticas sobre la validez del método analítico, las cuales fueron particularmente frecuentes tras las censuras que M. Sorre planteó a la definición de J. Hann, que hasta entonces se utilizaba siempre como punto de partida en los trabajos de Climatología. Esta situación de crisis epistemológica preocupó a geógrafos y meteorólogos que, sobre todo en el periodo comprendido entre el tercer y sexto decenio, intentaron paliar las evidentes deficiencias buscando unas bases que sirvieran de leyes generales. La Climatología, por su carácter abstracto y estático, tenía deficiencias que evidentemente sólo se podían salvar recurriendo al análisis de las situaciones reales, recomponiendo el mapa del tiempo, es decir, utilizando como material de base los mapas sinópticos; sin embargo, tanto los geógrafos como los meteorólogos, aferrados a la tradición, intentaron obtener un mayor provecho de los mismos materiales de base; aparecieron nuevos conceptos, se consiguieron nuevos parámetros, pero se prescindió de un principio elemental, como es el que nunca de una abstracción o de un conjunto de abstracciones, por mucho que se elaboren puede resultar una situación real.

Algunos climatólogos intentaron mejorar la información incorporando técnicas matemáticas, aplicando a la Climatología el método de análisis estadístico. Otros, relacionando algunos elementos meteorológicos en forma de indicadores, concedieron a los parámetros resultantes un valor de síntesis. Finalmente, hubo quien intentó definir los climas a través de la vegetación, considerando a ésta como un reflejo de las condiciones climáticas de la región.

1. *Aplicación de la Estadística a la Climatología*

La Climatología como ciencia retrospectiva basada en el estudio de los fenómenos que tienen lugar en la atmósfera, ha tenido que apoyarse en la cuantificación de dichos fenómenos. En los primeros estudios de su historia, como ya señalábamos anteriormente, este proceso fue muy primario; se limitó a establecer una serie de valores llamados «normales» (medias aritméticas de series lo más largas posible) de frecuencias, intensidades, ocurrencia o no, etc., de los diferentes elementos meteorológicos. Con el desarrollo de las ciencias físicas y matemáticas, pero, sobre todo, con la aplicación de la Estadística, se consiguió un notable enriquecimiento metodológico en Climatología. La

incorporación de estas técnicas resultó particularmente interesante para los estudios de regiones de latitudes medias, donde son importantes las variaciones que experimentan los distintos ritmos —diario, mensual, estacional, etc.— en relación con los frecuentes intercambios energéticos de dirección meridiana. Estas fluctuaciones son las que con mayor fuerza han justificado y reclamado la utilización de métodos que valoren la presencia, intensidad, periodicidad, etc., de los fenómenos y su influencia sobre los distintos elementos meteorológicos; y que, en consecuencia, permitan establecer una serie de leyes o principios de ocurrencia a través de los índices de probabilidad. Por otra parte, estos parámetros tienen un notable interés en Climatología aplicada (agricultura, turismo, construcción, seguros, etc.). Con este fin la Estadística ofrece un amplio abanico de técnicas que hacen posible una cuantificación exhaustiva de los fenómenos meteorológicos, en orden a la obtención de uno o varios parámetros que reflejen el comportamiento de una serie más o menos larga de las características de los individuos que componen la población estadística. A. Baldit, a principios del tercer decenio del siglo, propuso cuatro valores para realizar un completo estudio de un elemento: promedio, valores extremos, variabilidad y frecuencia ⁴⁰. En términos semejantes se expresaron otros autores, de tal manera que, generalizando, se pueden agrupar las técnicas estadísticas incorporadas en dos apartados: 1.º Aquellas que contribuyen a determinar las características de la población a partir de la muestra y que comprenderían los conceptos de tendencia central (media, moda y mediana) y los de dispersión (desviación tipo, distancia semiintercuartílica, amplitud y variancia). 2.º Por otra parte las que, con el cálculo de probabilidades de los parámetros correspondientes a los conceptos anteriores, pueden obtener unos principios generales que expresen el comportamiento de la población.

Este método de trabajo —se ha llegado a hablar de Climatología estadística— ha contado con numerosos y prestigiosos protectores. Así, P. Peguy, defensor a ultranza de la utilización en Climatología de técnicas matemáticas, pretende basar el estudio del clima en el cálculo de frecuencias, llegando a decir que «los métodos clásicos no parecen haber apurado sus perfeccionamientos posibles, aprovechando las técnicas matemáticas» ⁴¹. Y A. Miller, en una obra concebida para sus alumnos de la Universidad de Readin, no pretende más que generalizar en Cli-

40. BALDIT, A.: *Op. cit.*, págs. 16-26.

41. PEGUY, P.: *Precis de Climatologie*, Paris, 1970, pág. 63.

matología el análisis estadístico⁴². También en España encontramos desde muy pronto decididos defensores de la aplicación de la Estadística a la Climatología analítica, como M. Álvarez Castrillón y E. Fontseré. Este último en 1930, cuando todavía no era frecuente la aplicación de la Estadística a la Climatología, afirmaba que «detrás de los millones de cifras que llevan anotados en sus registros los observatorios esparcidos por todo el mundo, se hallan escondidos fenómenos del mayor interés científico y económico, y es precisamente reglamentando la discusión de aquellos datos desde el punto de vista de la Estadística moderna como se ha de lograr que tales fenómenos salgan a la luz, revelándose entonces lo que tengan de sistemático y lo que presenten de actual»⁴³. M. Álvarez Castrillón, desde comienzos del segundo decenio del siglo, aplica las técnicas estadísticas a los estudios que realiza acerca de la humedad, vientos, temperaturas, etc., en el observatorio Fabra o en la estación de Barcelona⁴⁴. Entre los meteorólogos españoles defensores de la aplicación de la Estadística a la Climatología analítica hay que destacar también a J. M. Jansá, aunque sus trabajos son posteriores a los de Álvarez Castrillón y Fontseré. Jansá en su trabajo *La Climatología como ciencia geográfica*, después de destacar la gran variabilidad del tiempo atmosférico, llega a la conclusión —que rechazamos completamente, aunque por razones de espacio no podemos justificar—, de que sólo a través del análisis estadístico del material de observación se puede obtener algún elemento suficientemente permanente para que adquiera categoría geográfica⁴⁵.

Recientemente hemos realizado dos trabajos en los que se aplican las técnicas estadísticas a una serie de 105 años de valores de precipitaciones registradas en la estación de Barcelona. En el primero de ellos se analizan los totales anuales, estableciéndose comparaciones entre los tres periodos internacionales comprendidos⁴⁶. En el segundo

42. MILLER, A.: *op. cit.*, pág. 143.

43. FONTSERÉ, E.: *Discurso de contestación a M. Álvarez Castrillón en el acto de recepción de este último en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Barcelona, 1930, págs. 585-590.

44. Una reseña bibliográfica exhaustiva del autor se puede encontrar en CAMP-MANY, M.: *Bibliografía de la Meteorología catalana*, Notes d'Estudi del Servei Meteorològic de Catalunya, n.º 68, Barcelona, 1937, págs. 399-517.

45. JANSÁ, J. M.: *La Climatología como ciencia geográfica*, Madrid, 1954, págs. 570-571.

46. ALBENTOSA, L. M.: *La aplicación del método estadístico en Climatología: 105 años de precipitaciones en Barcelona*. Revista de Geografía, vol. IX, Barcelona, 1975.

se estudia el régimen mensual y estacional⁴⁷. Como resultado de ambos estudios se plantea la posibilidad de que se haya podido registrar un cambio climático, que se orienta hacia un ligero aumento de las precipitaciones.

Aun admitiendo que estas técnicas han supuesto importantes mejoras en los estudios de Climatología, el análisis de las series continua careciendo de valor sintético. Esto queda suficientemente aclarado con la consideración de las posibilidades de utilización de correlaciones, característica básica de la Climatología matemática. En este sentido es evidente que aunque en una región se elaboren numerosas correlaciones, de ellas nunca se podrá deducir el mecanismo físico que relaciona dos hechos, puesto que cabe la posibilidad de que sean consecuencia de un tercero, y además, es posible que no estén ligados por una relación directa de causalidad. Como dice A. H. Gordon, se tiene la costumbre de pensar que en Climatología, como en Física Atómica o en Astronomía, las relaciones basadas en la interpretación estadística de un gran número de valores representa una descripción aproximada de los hechos que merecen la categoría de leyes⁴⁸. Es cierto que la mayor parte de los problemas que plantea la atmósfera se han de tratar matemáticamente; también es evidente que el análisis matemático contribuye a orientar las investigaciones; sin embargo, no se debe olvidar que la Climatología debe su evolución al desarrollo de la Física, por tanto, la explicación de los climas se ha de basar en la observación y análisis de los fenómenos y sus interrelaciones, es decir en la Física de la Atmósfera.

Finalmente, no se pueden olvidar las dificultades y riesgos propios del método estadístico que, con frecuencia, han quedado reflejados en muchos trabajos en conclusiones erróneas. Aunque la Estadística sea una ciencia fundamentada en las matemáticas, las dificultades aparecen sobre todo en la fase en que menos intervienen, es decir, en el recuento inicial de los informes. La naturaleza de los fenómenos sometidos a investigación puede crear una seria influencia sobre los números recogidos; también importa definir con precisión el carácter del fenómeno estudiado y los procedimientos de medida que se han de utilizar. Los riesgos aparecen, por el contrario, en la fase final, en la de interpretación. Aunque los números no pueden mentir, el estudio poco cien-

47. ALBENTOSA, L. M.: *La aplicación del método estadístico en Climatología. El régimen anual de precipitaciones en Barcelona*, Revista de Geografía, vol. X, Barcelona, 1975.

48. GORDON, A. H.: *Climatologie dynamique*, Ginebra, 1953, pág. 131.

tífico y el análisis incorrecto de las estadísticas conducen sin lugar a dudas a conclusiones erróneas. La interpretación de los resultados es casi siempre difícil; es necesario poseer un juicio agudo y una gran prudencia para formular una generalización. Hace falta sobre todo desconfiar de las conclusiones prematuras. En este sentido, ya en 1930, M. Álvarez Castrillón decía que «era conveniente aplicar los métodos de la Estadística Matemática después de una discusión de los mismos, y, contrastando siempre, además, los resultados con el estudio de los hechos»⁴⁹.

2. *Los índices climáticos*

Las críticas que desde muy pronto se plantearon al método analítico, como ya hemos apuntado, se basaron fundamentalmente en el carácter abstracto de los parámetros utilizados en los estudios. Por ello, resulta evidente que muchos geógrafos, particularmente entre los preocupados por los problemas biogeográficos, intentaran obtener una imagen lo más sintética posible de los climas. Hemos de tener presente que durante la primera mitad de siglo la Geografía es sobre todo una ciencia del paisaje y, más concretamente, del paisaje agrario. Además, al menos en los primeros decenios, todavía se conservan algunas reminiscencias deterministas, basadas con frecuencia en los caracteres del clima. Esto explica el esfuerzo realizado entre el tercer y sexto decenio por encontrar unos valores que sintetizaran los caracteres fundamentales de los climas. Con este fin se han formulado numerosos índices climáticos en los que se relacionan algunos elementos meteorológicos, y que se conocen con el nombre de su autor.

La variedad de las definiciones es importante, pero, en función del material utilizado de base, se pueden agrupar en cinco tipos: 1.º Índices empíricos termopluviométricos, como los de Lang, Agstrom, Setzer, Martonne, Emberger, Dantin-Revenga, Köppen, Birot y en su primera época Thornthwaite. 2.º Índices empíricos basados en valores pluviométricos y de evaporación, como los de Meyer, Transeau, Isokazi, Capot-Rey, Trunible y Wilson. 3.º Índices racionales de evapotranspiración, como los de Thornthwaite, Turc, Penman, Bouchet, Blaney y Criddle. 4.º Índices de tipo tabular, como los de Nuttenson, Köppen, Geiger y las tablas de aridez de la «*Meteorological office*». 5.º Índices en diagramas, como los de Gausson-Bagnouls, Gherzi y Walter-Lieth.

49. ÁLVAREZ CASTRILLÓN, M.: *Estudio estadístico de algunas curvas de frecuencias en el observatorio Fabra*, Barcelona, 1930, págs. 559-584.

Aunque la lista recogida en el párrafo anterior se podría prolongar considerablemente, lo que refleja el esfuerzo realizado para resolver el problema planteado en la Climatología analítica, hemos de convenir en que todos ellos se revelaron ineficaces para ser utilizados en definiciones de climas.

Por otra parte, se ha de tener presente que no siempre los autores de los índices pretendieron utilizarlos como base de definiciones y clasificaciones climáticas, sino que los idearon con otras finalidades. Por ejemplo, el índice de E. de Martonne, sin duda uno de los que más éxito ha tenido, apareció en un trabajo titulado «*Areisme et indice de aridité*»⁵⁰, expresión que refleja con claridad el objetivo del autor. Con este indicador E. de Martonne pretendía únicamente estudiar el drenaje de los continentes, pero nunca definir los climas. Quien aplicó por primera vez este indicador en Climatología fue el alemán P. Hirth⁵¹, incorporándose a continuación a la mayor parte de los estudios climáticos; en la Península Ibérica fue utilizado en el tercer decenio del siglo por M. Sorre⁵². La difusión que alcanzó el índice de aridez de E. de Martonne como base de definiciones y clasificaciones climáticas obligó al autor a realizar una aclaración en la que indicaba que dicho índice no podría aplicarse en el dominio de la biogeografía y que no pretendía servir de principio a una clasificación de los climas⁵³. Precisamente cuando E. de Martonne, en su «*Tratado de Geografía Física*», establece los principios para una tipología de los climas, afirma que «la clasificación de los climas no puede fundarse exclusivamente sobre el régimen térmico ni sobre el régimen higrométrico. Es evidente que uno y otro constituyen los dos elementos esenciales, pero su importancia no es la misma en todas partes»⁵⁴. Basa su clasificación en la temperatura, las precipitaciones (índice de aridez), la vegetación y, para el clima monzónico, en la circulación atmosférica. El índice con fines climáticos sólo tiene para el gran maestro francés un valor indicativo muy general; de hecho, con este concepto sólo construyó mapas a escala 1:100.000.000 o inferiores y referidos al conjunto de continentes.

Otro índice que también alcanzó una gran difusión es el propuesto

50. MARTONNE, E. DE: *Areisme et indice d'aridité*, Paris, 1926, págs. 1395-1398.

51. HIRTH, P.: *Die Isonotiden. Ein Vorschlag zur Einführung eines neuen Klimatologischen Begriffs* (Cita tomada de F. FERNÁNDEZ ALONSO: *Ensayo de revisión de los conceptos*, Madrid, 1957, pág. 16.).

52. SORRE, M.: *La Peninsule Ibérique (En Geografía Universal*, dirigida por P. VIDAL DE LA BLACHE), vol. VII, Paris, 1934, págs. 69-229.

53. MARTONNE, E. DE: *Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité*, Paris, 1941.

54. MARTONNE, E. DE: *Tratado de Geografía Física*, Barcelona, 1964, pág. 247.

por L. Emberger⁵⁵, aunque, al igual que el anterior, tampoco fue ideado para ser aplicado en Climatología, como se deduce del mismo título con que el autor encabeza el trabajo —«*Sur une formule climatique et ses applications en botanique*»— y de su aplicación posterior a una región concreta, la de Marruecos. Emberger —botánico de formación— mantiene que para hallar una expresión sintética del clima hay que concretarse a una unidad fitogeográfica y natural reducida, donde la fórmula pueda alcanzar resultados útiles que generalmente no son ampliables a otras comarcas de condiciones diferentes. Este índice, combinado con la temperatura mínima media del mes más frío, fue aplicado por el autor, en el año 1955, para la clasificación climática de Marruecos en función de la vegetación forestal; y en Francia, P. Duchaufour lo utilizó en su clasificación de los suelos⁵⁶. Sin embargo, De Philippis al emplearlo en la clasificación forestal italiana⁵⁷ no pudo confirmar las coincidencias señaladas por su autor con la vegetación en Marruecos, y considera que los resultados, en exclusiva, son todavía más inexactos que los logrados con las fórmulas más sencillas de Lang y de E. de Martonne. El índice propuesto por L. Emberger fue ideado evidentemente para definir los climas, pero con un objetivo concreto, explicar las grandes unidades fitosociológicas de una región determinada; por consiguiente, constituye un método concebido por un botánico y destinado a los botánicos.

Con objetivos semejantes a los perseguidos por Emberger, el fitogeógrafo francés H. Gaussen elaboró el índice de su nombre⁵⁸. En éste la verdadera novedad consiste en una combinación de escalas que relacionan dos variables —temperatura y precipitaciones— en función de la aridez. El sistema preconiza hipótesis que necesitan la confirmación experimental por medio de un elemento sensible al clima, como es la vegetación. La impresión gráfica de los diagramas pone de manifiesto una gama casi infinita de matices climáticos que hay que clasificar por sus efectos sobre la vida vegetal. Por otra parte, la relación empírica entre las escalas de temperatura y precipitación, en función de la aridez, está supeditada a limitaciones climáticas regionales; y de hecho, al igual

55. EMBERGER, L.: *Sur une formule climatique et ses applications en botanique*, París, 1932, págs. 423-432.

46. DUCHAFOUR, P.: *Précis de Pedologie*, París, 1965.

57. PHILIPPIS, A. DE: *Classificazioni ed indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana*, 1937 (Cita tomada de A. PITA CARPENTER: *Clima y vegetación arbórea. Aplicaciones a la Península Ibérica*, Madrid, 1968, pág. 20.

58. GAUSSEN, H.: *Les ensembles ecologiques de la Peninsule Hispanique*, Madrid, 1957, vol. XXVI.

que el índice de L. Emberger, el de H. Gaussen sólo se ha aplicado a la región mediterránea⁵⁹.

Finalmente hemos de destacar el índice de evapotranspiración potencial formulado por C. W. Thornthwaite a finales del cuarto decenio⁶⁰. Este método empírico fue ideado como base de una clasificación climática y se fundamenta en el principio de que la evapotranspiración potencial depende únicamente del clima; sin embargo, resulta arbitrario pretender que el poder desecante de la atmósfera dependa solamente de la temperatura. Aunque el índice ha alcanzado una gran difusión y todavía hoy es utilizado en numerosos trabajos de Climatología regional, desde muy pronto fue duramente criticado (Cure, 1950; Gentili, 1953; Bahruca, 1954; Aubreville, 1956; Gaussen, 1957, etc.). El primero de los autores citados objeta que la irrigación aumenta la densidad del manto vegetal, con lo que se modifica la evapotranspiración potencial⁶¹. Por su parte, J. Gentili destaca que cada especie vegetal tiene unas necesidades de agua diferentes, de manera que es imposible toda generalización⁶². Por último, F. Bagnouls y H. Gaussen, después de afirmar que los resultados obtenidos con este método son decepcionantes, analizando los mapas de K. Knoch y A. Schulze construidos con el índice de evapotranspiración potencial, destacan algunos errores importantes como que a Lyon y Barcelona corresponde un mismo tipo de clima, al igual que a París y Moscú, o como que Niza queda excluida de la región mediterránea⁶³. No cabe duda de que la idea de comparar por diferencia las precipitaciones y la evapotranspiración potencial es útil en comarcas de características relativamente homogéneas, pero resulta ineficaz como base de clasificación climática a mayor escala, y, por otra parte, no resuelve el problema de estimar la pérdida de agua en los suelos con déficit de humedad, que, concretamente, constituyen la mayor parte de los que sustentan vegetación espontánea en la Península Ibérica.

Después de analizar superficialmente algunos de los índices más utilizados, e insistiendo en lo que decíamos al comienzo del apartado, hemos de convenir en que los índices climáticos no pueden servir de

59. Ibidem: *Carte bioclimatique de la region mediterraneenne*, F.A.O., 1963.

60. THORNTHWAITÉ, C. W.: *An approach toward a rational classification of climate*, Londres, 1948, págs. 55-94.

61. CURE, P.: *La nouvelle classification des climats de Thornthwaite*, Paris, 1950, págs. 99-106.

62. GENTILI, J.: *Une critique de la méthode de Thornthwaite pour la classification des climats*, Paris, 1953, págs. 180-185.

63. BAGNOULS, F. et GAUSSEN, H.: *Les climats biologiques et leur classification*, Paris, 1957, pág. 13.

base para definiciones y clasificaciones de los climas; aunque en todos ellos se relacionan al menos dos parámetros no se alcanza una síntesis de la realidad atmosférica, que por su parte constituye una unidad compleja y nunca se manifiesta compartimentada; además, los parámetros considerados normalmente —temperaturas y precipitaciones—, no sólo no son los únicos caracteres determinantes del tiempo, sino que tampoco son los más importantes ni los más sintéticos; por otra parte, las combinaciones que resultan de su comparación son estáticas, mientras que el tiempo evoluciona continuamente y, como quedó dicho anteriormente, nunca se registran dos situaciones exactamente iguales; finalmente, la forma de relacionar los elementos meteorológicos es siempre empírica, en consecuencia, los índices no pueden ofrecer una representación sintética de los climas.

3. *La utilización de la vegetación como testigo del clima y base de clasificaciones climáticas*

Aunque no son tan numerosos los intentos de definir los climas a través de la vegetación como lo han sido con las técnicas anteriormente apuntadas, no se pueden olvidar algunos ensayos generalmente debidos a botánicos. Estos estudios se realizaron fundamentalmente durante el último decenio del siglo XIX y primeros años del XX, manteniendo su interés hasta comienzos de los años 30. Hemos de tener presente que durante esta época las observaciones meteorológicas continúan siendo escasas y faltan en extensas regiones. Por otra parte, se piensa que la conformación, estructura y composición de las comunidades vegetales constituye una auténtica síntesis de las condiciones ambientales.

Entre las clasificaciones realizadas, ya clásicas y en absoluto olvido, se han de destacar las de E. Mayr, A. Pavari y, sobre todas, la primera de W. Köppen.

Mayr, después de viajar por América del Norte para estudiar las especies americanas de árboles y la utilidad de su transplatación a Alemania, realizó una clasificación basada en la importancia del período vegetativo en el desarrollo de las plantas. Dicho período es definido por la tetraterma correspondiente a los meses de mayo, junio, julio y agosto, que en su país de origen coincide sensiblemente con la época de crecimiento de la vegetación espontánea y en otras regiones del hemisferio norte indica, al menos, la máxima actividad potencial debida a la temperatura. Otra novedad de su clasificación fue establecer la correspondencia entre las zonas climáticas y las grandes formaciones

arbóreas definidas por la asociación forestal dominante, formaciones que resume en seis tipos: *Palmetum*, *Lauretum*, *Castanetum*, *Fagetum*, *Picetum* y *Alpinetum* o *Polaretum*⁶⁴. La clasificación de Mayr estuvo muy en boga entre los selvicultores del primer tercio de siglo.

La introducción de especies exóticas en la repoblación forestal de los montes italianos indujo al selvicultor A. Pavari a estudiar las condiciones ecológicas de su país, a fin de compararlas con las dominantes en las áreas de origen de las especies utilizadas. Las grandes zonas climáticas son definidas por las mismas asociaciones forestales que en la clasificación de Mayr, aunque es distinto el criterio para diferenciarlas; además, en las subdivisiones menores, se establece una jerarquía entre factores hídricos o térmicos según la mayor o menor influencia que tengan sobre la vegetación.

Más completa que las anteriores es la clasificación enunciada por W. Köppen en 1900, la cual tuvo un notable éxito, a pesar de que el mismo autor la abandonaría posteriormente tras sucesivas revisiones. En esta primera clasificación, completamente biogeográfica, Köppen establece 24 subdivisiones a las que denomina con nombres evocadores de especies forestales, plantas cultivadas y animales; así, se refiere a los tipos de climas del *baobab* y de la palmera datilera, del olivo, del pingüino y del *yak*, etc.⁶⁵. Algunos de los términos empleados, los más afortunados, se han mantenido, e incluso todavía hoy aparecen en algunos trabajos; por ejemplo, es frecuente el uso de los límites del olivo para enmarcar el área de clima mediterráneo; S. Llobet, en 1950, llega a decir que «los cultivos de la vid y el olivo tienen un valor mediterráneo en el que todos los geógrafos están de acuerdo»⁶⁶. Además, se ha mantenido la costumbre, sobre todo en los países anglosajones y entre los alemanes, de denominar ciertas regiones climáticas con referencias a la vegetación; así, entre los primeros son frecuentes expresiones como *rain-forest climate* (clima de bosque lluvioso), *tundra climate* (clima de tundra), etc., y entre los alemanes está generalizado el uso de términos como *Graslandklima* (clima de pradera), *Regem-waldklima* (clima de bosque lluvioso). Incluso entre los españoles no es raro llamar a los climas semiáridos «climas esteparios». Es evidente que todos estos términos encierran un notable valor sintético, reflejando unas condi-

64. MAYR, E.: *Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage*, Berlin, 1909.

65. KÖPPEN, W.: *Versuch einer Klassifikation der Klimate vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt*, Geogr. Z., vol. VI, 1900, págs. 593-611 y 657-679.

66. LLOBET, S.: *El límite septentrional de la vid y el olivo en Cataluña*, Zaragoza, 1950, pág. 5.

ciones climáticas claramente singularizadas. Menos afortunadas fueron otras designaciones como la de «clima del pino» y la ya citada «clima del olivo»; la primera especie destaca precisamente por su adaptación a ambientes muy contrastados, y en el caso del olivo no se puede olvidar que se trata de una planta cultivada.

La utilización de la vegetación como base de identificación climática ha sido causa de graves errores. Se ha de tener presente que las mismas formaciones vegetales han podido ser alteradas profundamente por la acción del hombre. Además, en la conformación, estructura y composición de las comunidades vegetales intervienen otros factores físicos, aparte de los climáticos, como los tipos de suelos, la presencia o no de corrientes fluviales y lagos, etc. También hemos de considerar que es difícil descubrir las verdaderas relaciones que existen entre el clima y la vegetación, puesto que muchas plantas son capaces de adaptarse a lugares climatológicamente diferentes; el pino silvestre, por ejemplo, extiende su dominio desde el extremo septentrional de la Península Escandinava hasta los Pirineos, y lo mismo se puede decir del avellano; en consecuencia, resulta difícil distinguir si una planta es específica de un determinado clima, o si se adapta a ese clima y otros semejantes. Tampoco se pueden despreciar los propios caracteres fisiológicos de las especies; por ejemplo, con frecuencia se identifica la encina con el árbol típico mediterráneo y, tras retrocesos que ha sufrido, estamos viendo como su antiguo dominio está siendo invadido por el pino que, por su naturaleza anemófila, tiene ventajas en la expansión sobre la encina que se reproduce por el fruto.

La vegetación no constituye un testigo suficientemente rígido y estable para deducir de su análisis los caracteres de los climas ni de las influencias que los singularizan. La vegetación, al igual que algunos índices climáticos, puede plantear una serie de problemas e incluso puede utilizarse en clasificaciones muy esquemáticas a escala de la tierra, pero las síntesis climáticas que han pretendido hacerse basándose en ella son incompletas. Estos problemas que plantea la utilización de la vegetación en Climatología ya fueron previstos por W. Köppen; en efecto, en su sistema aparecido en 1936 en el «*Handbuch der Klimatologie*»⁶⁷, Köppen se sirve de la vegetación espontánea, como integradora de los factores climáticos, para definir los límites de las grandes zonas y de algunas de las subdivisiones menores. Por ello, su división fundamental en cinco tipos climáticos

67. KÖPPEN, W.: *Climatología*, México, 1948.

encuentra una interpretación fitogeográfica inmediata: los climas A, C y D representan condiciones favorables para el bosque tropical, templado y frío, respectivamente; mientras que los climas B y E son inadecuados para el desarrollo del arbolado por falta de humedad el de uno y de calor el otro⁶⁸. Creemos que, excepto en casos concretos y siempre después de un minucioso estudio, la vegetación sólo debe utilizarse en Climatología a escala de biomas, puesto que sólo en ellos la forma de vida de la vegetación climática climax es uniforme.

En resumen, parece evidente que el método analítico difícilmente puede proporcionar unas definiciones de los climas o sólo en casos muy concretos; pero, todavía es más obvia su incapacidad para explicar las causas de los caracteres que singularizan a éstos. Los valores estadísticos sobre temperaturas o lluvias, los resultados de los indicadores climáticos y el estudio de la vegetación sólo plantean unos problemas cuya solución debe buscarse en el estudio de los mecanismos físicos de la atmósfera y particularmente en las variaciones diarias de su circulación. El clima de una región no es una estructura estática en el sentido en que lo es el relieve; el clima es el resultado de una sucesión de procesos dinámicos continuamente cambiantes. Por último, se ha de tener muy presente, como dice A. Cholley, que «la Geografía Física (de la que una parte es la Climatología), como la Geografía Humana, se propone describir las combinaciones y no los elementos que constituyen las combinaciones»⁶⁹. Y, ¿se puede equiparar algunas de las combinaciones contenidas en los índices climáticos a la compleja realidad atmosférica cotidiana? Evidentemente, no.

LUIS M. ALBENTOSA SÁNCHEZ

68. Esta descripción de factores limitantes es esquemática e incompleta. Por ejemplo, en la falta de arbolado de las regiones de tundra (tipo E) la escasez de radiación solar es fundamental, pero todavía lo es más la presencia de un suelo permanentemente helado («permafrost»), que impide su desarrollo y la absorción de elementos minerales.

69. CHOLLEY, A.: *Guide de l'étudiant en Géographie*, Paris, 1942, pág. 14.

