

**LA CLIMATOLOGIE EST MORTE!
VIVE LA CLIMATOLOGIE!
REFLEXIONES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

POR

JUAN JOSÉ SANZ DONAIRE

Introducción escéptica

El título del artículo pretende parafrasear el conocido grito que es frecuente en las cortes europeas a la muerte de un rey y el advenimiento de otro. Y alguno de los lectores se preguntará cuál es el sentido que tiene la mencionada expresión aplicada a la climatología. Los que me conocen desde hace tiempo saben de mis dudas respecto del concepto de las cosas, lo que me ha llevado en multitud de ocasiones al silencio en la publicación, en contraste con una cada vez más acerba crítica a muchas de las palabras o expresiones que utilizamos, a mi entender separadas de una noción o concepto definido. Lamentablemente este pesimismo académico, lejos de despejarse, se agrava con el paso del tiempo¹.

Siempre he intentado ser reflexivo con referencia a multitud de términos que no están claros. Unos ejemplos de ello pueden representar palabras que hoy son de uso general en el lenguaje académico geográfico como *georrefenciado*, cuando lo más lógico es utilizar, en todo caso,

¹ En el presente artículo se van a emplear diferentes personas como sujeto de muchas frases: la primera persona del singular se aplicará para los casos más personales, la primera del plural para los que precisan un tratamiento más amplio, y se reservan otras expresiones para los más impersonales.

Juan José Sanz Donaire. Facultad de Geografía e Historia. Universidad Complutense. Madrid.

Estudios Geográficos
Tomo LX, n.º 236, julio-septiembre 1999

georreferido, si al menos se pretende mantener una construcción lógica y más castellana, o, salvando las barreras del tiempo, rescatar el vocablo que se usó en otro momento, *localizado (geográficamente)* o *coordinado*. Pero, volviendo a la oposición a ciertas corrientes de pensamiento actual, y basándome en un bien entendido *constructivismo*, pienso que es necesario argumentar paso a paso, desde unos cimientos sólidos, para que el edificio mental sea consistente, y perdure más allá del tiempo que uno ha invertido en su razonamiento. Y soy consciente de que, la «necesidad de publicación» que hoy invade a nuestra sociedad por motivos que en el ámbito académico están suficientemente claros y no expondré, ha conducido, como decía felizmente nuestro valorado rector Gustavo Villapalos, a una Universidad *republicana* porque *republica*. Se ha bajado el nivel de muchas de las notas o artículos para aumentar en el número, prevaleciendo *el tener que decir algo* por encima del *tener algo que decir*. Los artículos no van precedidos por un título, sino que ostentan rimbombantes y estudiados *titulares*, como si de la prensa se tratara. ¡Y a esto se le denomina progreso o avance en la comunicación! ¡Cuán lejos se hallan los momentos en los que se podía afirmar que «el buen paño en el arca se vende»!

En el prólogo a una obra eminentemente práctica emanada de nuestros compañeros geólogos en las lides geomorfológicas (Centeno *et alii*, 1994) ya ponía de manifiesto ciertas reticencias respecto de lo que se puede conocer o no. Hoy tendría que hacer mío el discurso inicial del Fausto de Goethe cuando afirma, con lamentación, que, después de haber estudiado profusamente filosofía, derecho y medicina, al tiempo que teología, con gran ahinco, nota que es tan listo como antes y se da cuenta de que no se puede conocer nada² (Goethe, 1961, p. 13). La explicitación de lo que llevo dicho se manifestará en la climatología, de la que, anticipo, no podré decir gran cosa.

*El cambio climático a examen: de «las inclinaciones»
al sistema climático*

Con el fin de conocer lo que es el *cambio climático*, ya en cierto foro celebrado en Madrid en la prestigiosa Fundación Areces, allá por mayo

² «Habe nun. ach! Philosophie,/Juristerei und Medizin/und leider auch Theologie/durchaus studiert, mit heissem Bemüh'n./Da steh ich nun. ich armer Tor!/und bin so klug als wie zuvor;/... Und sehe, dass wir nichts wissen können!»

de 1996, expresé que era previo saber lo que se entiende por clima y que, una vez acotado éste, podría saberse si hay cambio climático o no. Y a la primera tarea voy a dedicar ahora algún esfuerzo. Para ello he recabado la ayuda de diversas fuentes en las que beber lo que se entiende por clima. En lo posible se ha realizado una exposición cronológica, que permite vislumbrar la variación un tanto errática del concepto a lo largo del tiempo, porque lo antiguo puede afectar a las definiciones posteriores, que no al contrario.

Sin duda las primeras definiciones corresponden a los griegos, de quienes somos deudores de la propia palabra: probablemente sea Eudoxo de Cnido (Abel, 1974) quien habla por primera vez de *tà klímata* con el significado de «las inclinaciones». La diversa inclinación de los rayos solares sobre la superficie de una Tierra ya definida como esférica, unida al ángulo del eje de rotación terráqueo respecto de la eclíptica, produce la natural variación en la inclinación de los rayos solares respecto del horizonte para un observador localizado a una determinada latitud (Dicks, 1955). Gran calculador de las latitudes fue Píteas de Masalia, pues al comienzo de las investigaciones geográficas la palabra *klíma* también significó latitud, en la medida en que se determinaba mediante la inclinación de los rayos solares y el uso del gnomon, ya porque se medía la altura de la estrella Polar sobre el horizonte. Próximamente se produce una tripartición de la Tierra en cada uno de sus hemisferios, boreal y austral, cuya yuxtaposición en la esfera terráquea delimita cinco *zonas*³ climáticas⁴. Los círculos menores de los Trópicos y los Círculos Polares, los únicos con nombre propio, permiten la diferenciación zonal en: a) zona fría boreal: con inclinaciones de los rayos desde $-23^{\circ}27'$ hasta $46^{\circ}54'$; b) zona templada boreal: desde 0° a 90° ; c) zona tórrida: desde $43^{\circ}6'$ a 90° ; d) zona templada austral: desde 0° a 90° y e) zona fría austral: desde $-23^{\circ}27'$ hasta $46^{\circ}54'$.

Debe tenerse en cuenta que originalmente fue éste el sentido de la palabra clima; y, por ejemplo, así lo expresa en incontables ocasiones la Geografía de Estrabón, tardío y máximo exponente de la cultura griega, quien la escribió ya en pleno tránsito a la era cristiana. En numerosas

³ Aquí sí está bien empleada la palabra zona, que deriva del griego ζώνη, que significa cinturón o faja.

⁴ Sorprende que los griegos que suponían que la Tierra era esférica pero sólo se hallaba habitada en su hemisferio boreal, y, más en concreto, en la «isla de tierra con figura de clávide» rodeada por el Océano, mantuvieran la idea de la totalidad del globo por razones apriorísticas: por la necesidad de simetría —esto es, belleza— en la Naturaleza.

ocasiones Estrabón se refiere a la máxima duración del día, medido en «horas equinocciales»⁵, como modo de expresión del clima. Con ello se entremezclan los sentidos de los climas y de las fajas o cinturones latitudinales, las ζώναι., estudiadas con ayuda de la astronomía y geometría (I 1, 20; véase también II 1, 20). Sólo en ciertos pasajes se puede extraer la conclusión de que las zonas o los climas se pueden definir a través de lo celeste, en especial, por la aparición, y el modo en que lo hacen, de determinadas constelaciones, lo que, en definitiva, no deja de ser otro modo de referirse a la consideración de otras estrellas, que no al Sol. No obstante en algunas pocas ocasiones el ilustre griego da a entender que el clima constituye una de las características definitorias de la región (y desde un punto de vista eminentemente utilitarista, en I 1, 16)⁶. Otras establece la relación entre las inclinaciones y otros fenómenos meteorológicos, como hoy los llamaríamos⁷ (I 1, 13 y 2); la relación con los vientos (II 5, 10), apelando incluso a la autoridad de Homero (I 2, 20). La latitud se puede determinar con ayuda de las inclinaciones, a simple vista, por medio de la observación de los frutos y de la atmósfera (II 1, 35). Y todavía ahonda más en la relación latitud-clima en el fragmento II 5, 34-43, esto es, hasta el final del segundo libro. En sentido lato las inclinaciones afectan a los fenómenos naturales, al desarrollo de los animales y las plantas, «al exceso de calor, la falta del mismo, y el término medio» (II 3, 1; pp. 178 y s.; y también en II 3, 7). Como tendré ocasión de mostrar más adelante ésta constituye una manera de pensar en el clima que se ha mantenido hasta nuestros días. Desde al menos el siglo v antes de nuestra era se había labrado la idea de la influencia de las «latitudes» en todo tipo de vida (incluyendo los géneros de vida o βίοι) (García Blanco, 1991, p. 141). Estas ideas las retoma Estrabón de Posidonio, quien probablemente las beba a su vez de Panecio (Gissinger, 1924). Dedicó especialmente el capítulo 5 del Libro Segundo a entrar en profundidad en «los climas», asumiendo un paralelismo entre las zonas del cielo y su

⁵ Es muy llamativo que los griegos ya tuvieran, fruto de su experiencia una noción tan clara de que las horas (partes del día) eran diferentes según cambie la duración de los días, por lo que se referían a un tiempo medio, el de los equinoccios, cuando en toda la Tierra, independientemente de su latitud, la luz solar y la oscuridad nocturna son de igual duración.

⁶ «Porque se podrá gobernar mejor cada lugar si se conoce la amplitud y la ubicación de la región y las diferencias que posee, así en el clima como en sí misma» (Estrabón, 1980, pág. 19).

⁷ En época romana se llamaba meteorología a lo que hoy denominaríamos cosmología.

transposición a la Tierra. Sin embargo, emplea la expresión en el mismo sentido que se utiliza en la actualidad en II, 5, 26 al comentar el clima templado de Europa⁸ o el del Mediterráneo (II 5, 18).

Aunque pueda resultar prematuro, pues se van a considerar otras definiciones posteriores, pienso que ya es conveniente reflexionar sobre el cambio climático. Definido el clima como anteriormente, toda desviación de los valores observados como normales se podría considerar un cambio climático. Este vendría impuesto, entonces, por los movimientos «menores» de la Tierra como astro, a saber, por la precesión de los equinoccios y por la nutación. Como no se ignora, ya Milánkovich, en 1930, realizó la suma de las tres curvas que daban origen a las variaciones climáticas: la oblicuidad de la eclíptica (con un valor medio de $23^{\circ}27'$, el actual, y en disminución a razón de $0,00013^{\circ}$ anuales, pero con variación desde $24,5$ a $21,1^{\circ}$, es un ciclo de 40.000 años), la precesión de los solsticios y equinoccios (también conocida por variación de la longitud del perihelio, debido a la excentricidad de la posición del Sol respecto de la Tierra, es un ciclo de 21.000 años) y la elipticidad de la órbita terrestre (de 90.000 a 100.000 años con una media redondeada de 96.000 años). Pero queda claro de lo anteriormente expuesto que la suma de los tres ciclos presenta un orden de magnitud temporal que podemos calificar de geológico. Y los cambios experimentados por el clima a esta escala de tiempo son conocidos y aceptados desde el siglo pasado con el nacimiento de la Prehistoria y el avance de la Geología. Estas variaciones son hoy innegables. Aún y así, debe tenerse en cuenta que los cambios producidos por estas causas astronómicas sólo afectan a la distribución estacional y geográfica, o regional, de la radiación solar incidente, mientras que se supone que los totales anuales se mantienen constantes: la excentricidad supone un 30% de variación de unos lugares a otros, pero el valor total anual sigue siendo el mismo.

Como puede intuirse, los griegos no dispusieron de aparatos de medida suficientemente precisos como para poner de manifiesto las variaciones menores. Sin embargo ahora me interesa poner de relieve que en la misma noción griega del clima, original —esto es, desde su origen—, existe variabilidad. Pero esta variación está perfectamente delimitada, acotada, por lo que se puede investigar cuándo y cómo se transgrede la mencionada «variabilidad natural».

⁸ Véase igualmente la nota 76 de la p. 265 de Estrabón, 1980.

Unánimemente entre los geógrafos se considera a Alejandro de Humboldt padre de nuestra «nueva» disciplina. En su amplia obra se encuentran referencias al clima, especialmente en su *Cosmos*: «La expresión clima en su sentido más genérico designa todas las variaciones de la atmósfera que afectan marcadamente a nuestros órganos». Con ello se convierte en un exponente más de la corriente ambientalista según la cual el hombre se ve afectado por la naturaleza. Sin embargo, «la palabra clima designa en primer lugar una condición específica del circuito atmosférico; pero esta condición depende de la perpetua interacción entre una superficie marina, en continuo y profundo movimiento y surcada por corrientes de temperatura muy contrastada, y la tierra, seca e irradiante de calor, tierra desmembrada en múltiples formas, a veces coloreada, otras desnuda o cubierta de bosques y hierbas» (tomo I, p. 304). Mucho se ha insistido en la reiteración humboldtiana sobre las relaciones entre la superficie terrestre y las propiedades de la atmósfera.

Julius Hann (1882, p. 1) expresa: «por clima entendemos el conjunto de los fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto cualquiera de la Tierra. Lo que denominamos situación del tiempo [*«Witterung»*] es sólo una fase, un acto individual en la sucesión de los fenómenos cuyo transcurrir completo y más o menos semejante año tras año conforma el clima de un lugar. El clima es la totalidad de «las situaciones del tiempo» de un largo o corto período temporal, tal y como, de promedio, suelen hacer aparición en esta época del año».

Max Sorre (1943) también osa una definición de clima: «la serie de los estados de la atmósfera por encima de un lugar en su sucesión habitual» (pp. 13-14), esto es, los tipos de tiempo. La definición propicia un acercamiento a la realidad meteorológica, consustancialmente variable. Pédélaborde lleva esta definición a sus máximas consecuencias en su tesis sobre el clima de la cuenca de París (1957), clima al que caracteriza por la frecuencia, duración y sucesión de los distintos tipos de tiempo que tienen lugar en ese ámbito. El clima sería, en sus propias palabras, la película o secuencia de tiempos. Ello nos abocaría a definir qué es el tiempo [atmosférico], lo que tampoco resulta fácil. No obstante se presume que el área de estudio debe ser isótropa, y definida a través de los restantes componentes del paisaje, pues sólo así existirá concordancia entre los tipos de tiempo y los tipos de situaciones sinópticas. Ha comenzado el estrecho maridaje entre climatología y meteorología.

El conocido climatólogo austríaco Wladimir Köppen (1906, 1948) expresa también una cierta concesión a los tipos o situaciones de tiempo en su definición del clima como «estado medio y proceso ordinario del tiempo de un lugar determinado»⁹. A lo que añade (1923): «al concepto de clima nos conduce una doble abstracción: un compendio, por una parte, de las situaciones individuales de tiempo y, por otra, de los elementos meteorológicos individuales para dar una imagen general.» Todavía en época reciente Jesús García Fernández mantiene la misma concepción del clima como de una serie de tipos de tiempo que se suceden de modo más o menos rítmico en el decurso del año.

Posteriormente Sekiguti (1951, p. 29) ofrece una definición muy dentro de la conocida climatogeografía. «Climatología es la ciencia que analiza las diferencias geográficas de las condiciones atmosféricas sintéticas, esto es, de las condiciones climáticas que contemplan el término localidad como variable... La teoría de la climatología debiera ser la teoría de la distribución o la teoría que tiene en cuenta las áreas». En otras definiciones como la de Alissow, Drosdow y Rubinstein (1956, p. 6) ya se incluye la etiología climática, la climatología sinóptica: «Por clima de un lugar dado se entiende la media de muchos años de sus situaciones de tiempo características, media que está causada por la radiación solar, por la especificidad de la cubierta y por la circulación atmosférica unida a ellas». Pero el esqueleto de la concepción climática sigue estando en la llamada «climatología separativa», por lo que Schneider-Carius (1961) ofrece esta definición de clima: «el clima es la recopilación para un lugar de los estados y procesos meteorológicos a lo largo de un tiempo que tiene que ser lo suficientemente dilatado como para representar todos los fenómenos atmosféricos que designan este lugar en su distribución de frecuencias característica». Debe resaltarse que con ello se mantiene la idea de las medias, aunque ya en diversas ocasiones Knoch (1924-1942) había instado a la caracterización del espectro total de datos, con medidas de centralidad y extremas.

Es relativamente frecuente entre los autores anglosajones la poca dedicación otorgada en sus manuales a las definiciones. Como botón de muestra se opta por citar la ausencia en el conocido manual de Glenn Trewartha (1968), independientemente de que entre a fondo sobre el

⁹ La traducción de 1948 no es especialmente fidedigna, pues el original alemán dice «gewöhnlicher Verlauf der Witterungen = transcurso habitual de las situaciones meteorológicas». El entrecomillado posterior está extraído de la edición de 1923.

tema de la clasificación climática (pp. 237 y ss), alegando los problemas filosóficos, educativos y científicos, a nuestro entender de un modo magistral. El caso tal vez más paradigmático sea el de los autores Hans Neuberger y John Cahir (1969) que reconocen que la definición del clima es tanto fútil como innecesaria: «fútil porque ninguna definición simple podría incluir todas las ramificaciones posibles; innecesaria porque cada cual posee una noción satisfactoria de lo que es el clima» (p. 3). A ello agregan que si se admite la definición del clima como «promedio del tiempo atmosférico experimentado en un lugar determinado durante un determinado período de tiempo» no se gana nada, sino trasponer el problema a lo que sea el «tiempo medio», independientemente de que con temperaturas medias iguales se puede tener climas diferentes. Por ello no debe sorprender que el conocido manual de Barry y Chorley (1972) no entre en el concepto de clima hasta la página 349, en la que afirma sin gran originalidad, que «es frecuente considerar al clima de un determinado lugar como el valor promedio del tiempo que en él reina, pero se desprecia una parte vital de la información climática si no se tienen en cuenta la oscilación y la frecuencia de los casos extremos». A continuación agregan ciertos comentarios sobre el modo de influir los valores extremos en la media, recurriendo luego a la serie de 30 ó 35 años (p. 350).

Pédélaborde (1970) define el clima en dos ocasiones al comienzo de su estudio científico del mismo como «un conjunto de tendencias estables que resultan de las condiciones permanentes durante un largo período (30 años, al menos, por definición)» (p. 8) y como «una combinación de elementos [meteorológicos]; una combinación de tendencias *dominantes y permanentes* (esto es, de los elementos más generales) de la atmósfera por encima de un lugar» (p. 19). Lo destacado en cursiva es original del autor. Debe manifestarse que, frente a lo que señalaban los autores anglosajones, los franceses hacen fuerte hincapié en la definición («una definición que se acepta sin reservas implica una orientación del método», reza la misma página), lo que parece a todas luces más lógico que la postura «más utilitarista», pero ciertamente insensata, de los anglosajones. En segundo lugar, que las combinaciones son dominantes y permanentes. Esta definición parece excluir la noción de variabilidad que tantas veces ha suscitado el propio autor, quien repasa las definiciones que tradicionalmente ha dado por buenas la escuela francesa, quien sigue a su eminente E. De Martonne, aunque critica que este prócer

no haya recogido toda la idea del Hann original, para quien deben estudiarse la totalidad de los fenómenos meteorológicos. Lo que no parece lógico es que tilde de abstracción artificial y de irreal a toda «media», lo que es de todos ya sabido, porque en la clasificación, como en la definición, se están buscando datos genéricos, que no particulares, despreciando estos últimos. Si se busca la generalización, sólo se podrá alcanzar si se prescinde de los datos iniciales con peculiaridades. Tampoco parece muy afortunado calificar de estática a una media, pues, aunque lo sea, es esa condición la que se ha ido buscando en ella y por ello se ha calculado: es una medida de centralidad que pretende resumir en un único valor la variabilidad (que se supone influida por el «ruido» de los errores como la toma de datos y otros). Se decanta luego por la definición de Max Sorre, en la que confluyen todas las bondades: tratado de los estados de la atmósfera (o los tipos de tiempo, en la terminología de Pédélaborde), en toda su serie (pero, díganme, ¿cómo se describe y se caracteriza una serie? ¿No es acaso por sus medidas de centralidad y de dispersión, entre otras? O al menos y en sucesivas aproximaciones, en las medidas de centralidad y de dispersión, al comienzo, para irse complicando paulatinamente, en estadios ulteriores); y en su sucesión (importancia del ritmo y de la duración). Independientemente de otras cuestiones pienso que el autor francés ha reivindicado que se juegue con todos los datos y no con los que se podrían calcularse a partir de los datos originales. Sólo que la elaboración se hace de un modo diferente: a partir de las imágenes creadas de los mapas del tiempo. Frente a la solución analítica (porque se aplica el análisis matemático), ahora se aboga por la solución gráfica (mapas sinópticos). Y, aunque se cite en el texto que el método sintético es más geográfico, pues mantiene los complejos verdaderos y es al tiempo explicativo, creo que lo que subyace es la expresión gráfica, en este caso, cartográfica, como la más genuinamente adecuada al geógrafo.

Pierre Pagny (1973) ofrece esta definición (p. 5): «el clima puede concebirse como un estado de la atmósfera que se traduce de modo original teniendo en cuenta la posición en latitud del lugar considerado y la naturaleza del substrato (continentes, océanos). Sin embargo los autores divergen en la propia noción de estado de la atmósfera». Una vez más se plantea el problema de la indefinición. El mismo autor (Pagny, 1976) expresa de forma cartesiana la dicotomía en la que se mantuvo durante décadas el estudio de la climatología en Francia (pp. 12 a 16), donde existían dos escuelas contrapuestas: los partidarios de entender el cli-

ma como el estadio medio de la atmósfera *en un punto de la superficie terrestre* (sucesores de Emmanuel De Martonne) y los partidarios de los estados de la atmósfera *por encima de un lugar* (seguidores de Pierre Pédélaborde). La principal diferencia estriba en la inclusión de la alta atmósfera para explicar el comportamiento en superficie. En la práctica se resuelve en la oposición entre los partidarios de las medias y los que incluyen la cartografía sinóptica, pero incluso inmediatamente surgieron concepciones sincréticas, pues la oposición es más académica que real. De lo que no cabe la menor duda es de que la climatología se ha ido ampliando en sus supuestos y métodos merced a la incorporación sucesiva de técnicas aeroespaciales, agregando la tercera dimensión a la cartografía.

Un autor de la categoría de Hubert Lamb (1975, edición corregida y puesta al día en 1988) escribía que aunque se había logrado un gran progreso en la utilización de modelos matemáticos para investigar el clima, los «estudios climáticos parecen avanzar mayormente gracias a los modelos más simples del estado medio del clima, que explora las relaciones entre los balances medios de radiación y de calor transmitido por los vientos medios y las corrientes oceánicas medias, tratando los efectos de la convección y de la turbulencia también en términos de medias» (p. 217). No obstante agrega que «los modernos métodos de análisis espectral de las series temporales, merced a los ordenadores, ha renovado el interés por la búsqueda de componentes cuasiperiódicos en las series largas de observaciones meteorológicas y relacionadas con el tiempo» (p. 229).

En la obra climatogeográfica más importante en lengua alemana (Joachim Blüthgen y Wolfgang Weischet, 1980), tras enumerar ciertas definiciones anteriores, se alcanza una propia, enmarcada en los fines geográficos: «el clima geográfico es el compendio, típico para un lugar, un paisaje o para un espacio mayor, de los elementos que influyen en la superficie terrestre o próximos a ella y de los procesos meteorológicos durante un largo lapso de tiempo en su distribución característica de frecuencias» (p. 5). Una vez más se suscita el alcance de palabras tales como «característica», «compendio» y «típico». En el primer caso estimo oportuno que se refiere a la propia literalidad de la expresión: *característico* es lo que da carácter, por muy vago que pueda parecer el término en su desarrollo ulterior. Otro tanto se puede argumentar del adjetivo *típico*. El *compendio* o resumen es, sin embargo, más difícil de entender.

El compilador Shukin y el redactor Spiridónov (1980, pp. 192-193) realizan en el diccionario cuatrilingüe de términos fisicogeográficos una excelente labor al ofrecer la siguiente definición del clima: «régimen pluri-anual del tiempo atmosférico en una y otra región de la Tierra, en condiciones geográficas determinadas. La noción de clima va por los caminos de la elaboración estadística de los resultados de la observación meteorológica en períodos plurianuales. El clima es resultado de procesos físicos (climatogeneratrices), que ocurren permanentemente en la atmósfera y en la capa energética (aflujo, transformación, devolución y traslado de las formas de energía térmica, cinética y otras, evaporación, condensación y transporte de humedad, etc..)» a continuación se pasa a describir la influencia de los diferentes factores geográficos (latitud geográfica, altura sobre el nivel del mar...). Debe destacarse las dos palabras iniciales en las que se comprime la práctica totalidad del término: régimen es tanto como variación temporal, acotada luego a períodos de muchos años, aunque sin especificar más.

En las obras americanas, como la de John Oliver (1981), todavía a comienzos de la novena década se comenta que «la climatología trata de las condiciones atmosféricas a lo largo de un amplio período de tiempo y, por lo tanto, se suele definir inadecuadamente como “el tiempo atmosférico medio”» (pp. 1 y 2). Para obviar el problema de que el estudio de la climatología también es el de los extremos y las variaciones de los parámetros, cuya parte esencial es el cambio dinámico, se ofrece finalmente la «descripción» más nítida del clima en tanto que «agregado del tiempo atmosférico en una localidad dada, y durante un tiempo determinado». Lo que en la bibliografía francesa constituía un grave problema de enfrentamiento de dos concepciones, la analítica y la sinóptica, aquí se sincretiza para dar lugar a un todo armónico (p. 5).

En su diccionario enciclopédico de Geografía Física (Goudie, 1985) afirma el editor, autor también de la voz «clima» (*op. cit.*, p. 82) que el clima son las características atmosféricas a largo plazo (literalmente «longterm») de un área específica, características que normalmente se representan por medio de datos numéricos de los elementos meteorológicos, tales como temperatura, presión, viento, precipitación y humedad. Los datos se suelen usar para calcular las medias diarias, mensuales, estacionales y anuales, al igual que medidas de dispersión y de frecuencia. He aquí que en las palabras que realmente tienen que definir (esto es, ponerlo límites) al clima existe una gran imprecisión. ¿A qué se

considera un largo plazo? Porque pienso que resulta engañoso que tras la (in)definición anterior se hable de medias diarias, mensuales, estacionales y anuales. Todo parece indicar que, aunque se refieran los datos a un corto período de tiempo (como el de un día, un mes, una estación e incluso un año), lo que resulta ser de largo plazo es la toma de datos, el período de tiempo sobre el que se basan las medidas de centralidad y de dispersión. La razón de que la toma de datos sea suficientemente larga es la de evitar que la variabilidad de los datos reales pueda influir notablemente en la media, como valor más característico de la serie climática. El problema se plantea ahora en la *cantidad de tiempo y qué tiempo* en concreto debe medirse, para hallar las cifras que representen la variación de la variable.

Un salto aparentemente cualitativo se realizó al incorporar la noción de sistema climático a las «indefiniciones» del clima. Así John Lockwood (1985, pp. 1-4), tras definir lo que son los sistemas y sus tipos (aislados, cerrados y abiertos), afirma que una característica de los sistemas abiertos es el equilibrio estable (*steady-state equilibrium*), lo que implica que los elementos generales del sistema parecen permanecer estables durante un largo período de tiempo, aunque en detalle puedan existir cambios menores. También se agrega que los sistemas naturales se pueden calificar de a) cíclicos, b) autoconsumentes o decadentes, y c) fluctuantes aleatorios, siendo estos últimos los que varían de un modo irregular y al azar, asegurando al final que la mayor parte de los sistemas abiertos presentan algún grado de falta de predecibilidad a escalas pequeñas de tiempo y de espacio¹⁰. Por fin se aventura a introducir el concepto del sistema climático como aquél cuyas propiedades y procesos son responsables del [indefinido] clima (propiedades térmicas —temperaturas del aire, del agua, de la tierra y del hielo—; propiedades cinéticas —corrientes de viento y oceánicas, movimientos verticales y movimientos de las masas de hielo—; propiedades acuosas —humedad atmosférica, nubosidad, contenido en agua de las nubes, niveles de las aguas subterráneas y de los lagos y contenido en agua de la nieve y del hielo marino y continental—; propiedades estáticas —presión y densidad de la atmósfera y del océano, composición del aire, salinidad del

¹⁰ Incluso en la p. 255 se dice que al analizar los cambios climáticos de los últimos 150 años se pone de manifiesto que los cambios habidos a escala de meses y años también se deben esperar a escala de centurias y milenios. Con ello el problema de la variabilidad meteorológico-climática sigue sin estar definida, aunque existe.

océano—) y las fronteras geométricas y constantes físicas del sistema. Llamo la atención sobre el hecho de haber hurtado el concepto de clima, por el que se manifiesta poco interés, y haberlo sustituido por otro in-concepto, el de sistema climático. Mis nociones de lengua son reducidas pero pienso que en esta última expresión «sistema» es lo sustantivo y «climático», lo adjetivo. Y también parece claro que climático es el adjetivo de clima; indefinido éste, corre la misma suerte el adjetivo correspondiente, amén de las expresiones que lo incluyan. Por ello, complicar la noción de algo ya indefinido resulta aún más complicado. Por otra parte los años 80 fueron sin duda en los que, como predijeron Chorley y Kennedy en su ya clásico estudio de los sistemas en Geografía Física, se expandiría el nuevo modo de pensar, sistémico, a las distintas ramas geográficas. Y, a veces, tengo la impresión de que el avance no es otro que el redescubrimiento de la unidad de la naturaleza. En definitiva: tras una etapa de análisis (del griego ἀνάλυσις y éste de la partícula ἀνά = hacia arriba y del verbo λύω = desatar) o de ciencia (del latín *scientia*, y ésta de *scio* = cortar), en la que se propone como paradigma el reduccionismo científico, se ha pasado a una etapa de síntesis, también llamada holística. Lamento insistir, una vez más, en los orígenes de las palabras, en lo que significan etimológicamente, pero, ante las indefiniciones, me parece una de las pocas maneras sensatas y coherentes de proceder. La ciencia no puede ser su contrario: la ciencia no puede ser sino separativa, pues, ante la gran cantidad de elementos que se conjugan en el menor de los procesos describibles, una de las pocas maneras de avanzar, que ha sido probada repetidamente como eficaz, es la de separar los elementos que se conjugan en él. Comprendo que todos los excesos son malos, porque implican un «ab-uso», esto es un *mal uso*. Sin duda el proceder científico que se aparta excesivamente de la unidad de la naturaleza debe ser corregido, si bien no mediante otro exceso en el que sólo se tienen en cuenta las interacciones de los componentes, sin saber prácticamente nada de los mismos. Los avances de la ciencia, sin embargo, han estado sembrados de estos dos modos de proceder, en alternancias pendulares.

El INM publicó un conocido Vocabulario (Ascaso y Casals, 1986) en el que se mantiene todavía, con mucho sentido, la definición de clima como «conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo de un dominio espacial determinado». Otra vez el problema se traslada a la noción de fluctuación.

Gibbs (1987) retoma la definición de clima: «probabilidad estadística de ocurrencia de los distintos estados de la atmósfera (presión, humedad, temperatura, viento, etc.) sobre una localidad o región dadas durante un período cronológico determinado». A pesar de comentarse que el período de tiempo es determinado, pienso que nada hay más *indeterminado*. Al propio tiempo, la referencia a un lugar o una región es otro de los puntos problemáticos. Como los datos se obtienen puntualmente, la primera de las apreciaciones es totalmente válida, pero la segunda, referente a la región es harto confusa: ello implicaría haber definido previamente la región, o hacerlo —con criterios climáticos, pues no debería ser de otro modo,— *a posteriori*. Aquí quiero resaltar, de momento, sólo las dificultades cronológicas, pues las espaciales nos introducirían en el espinosísimo tema de la variación espacial y su tratamiento cartográfico.

Un avance auténtico se halla en José Peixoto y Abraham Oort (1992), en donde se afirma que «en sentido amplio se ve el clima como estado físico medio del sistema climático. Por ello el clima se puede definir a modo de un conjunto de cantidades promediadas, completadas con estadísticos de momento superior (tales como varianzas, covarianzas, correlaciones, etc.) que caracterizan la estructura y el comportamiento de la atmósfera, hidrosfera y criosfera durante un período de tiempo» (p. 1). No obstante a continuación (p. 4) se citan también la litosfera y la biosfera. Con ello se pretende incorporar el estudio de los sistemas simples no lineales que ya desarrolló inicialmente Lorenz en los años 60, y que han dado lugar a un auténtico florecimiento de trabajos de los matemáticos y físicos aplicados. Pero, a menudo, se vuelve, con matices a las definiciones clásicas: «el clima se puede considerar el ‘tiempo promedio’, completado con algunas medidas de la variabilidad de sus elementos *e información acerca de la aparición de sucesos extremos...* dejando aparte los detalles de las fluctuaciones diarias en el estado de la atmósfera. Por el contrario, en el clima se incluyen los distintos estadísticos producidos de la consideración de un conjunto o de una secuencia de estados instantáneos, de tal modo que el clima es independiente y está libre de las fluctuaciones estadísticas que caracterizarían toda realidad individual» (p. 9). La cursiva es nuestra, pero pretende considerar la importancia de las definiciones. ¿Qué se entiende por información? ¿Se van a tener en cuenta, —en cuyo caso ¿cómo?— los sucesos extremos, que por definición probabilística habrán de tener

muy poca incidencia en el promedio? Se está negando la esencia misma del concepto de clima antes expuesto. A pesar de lo que en estas páginas iniciales del libro se pregona, en el capítulo 2, al hablar de los sistemas estocásticos en donde se definen las variables de estado a través de las medias (p. 13), o en el capítulo 5 dedicado a los datos y a su tratamiento, se obvia la consideración de los casos extremos, pues sólo aparecen los sumatorios, las varianzas, covarianzas... (pp. 70-90) ¿No sería más apropiado expresar, abiertamente, y de una vez por todas, que el clima es el tratamiento estadístico completo de los valores que adquieren las propiedades de la atmósfera, tratamiento comenzado por la estadística descriptiva, en la que se incluyen el número de sucesos, la media, media geométrica, mediana, moda, valores máximo y mínimo, rango de la variable, desviación típica, error típico, rango intercuartílico, coeficiente de variación, etc.? Pero, a pesar de lo denostado de las medias, cuando se quiere hacer referencia a una serie mediante un único valor, no queda más remedio que hacerlo mediante el uso de una medida de centralidad, pues cualquier otro valor resultaría más inapropiado. Además, como el clima está siempre sujeto a fluctuaciones al azar, tanto en el tiempo como en el espacio, sólo se puede definir el clima «en términos del conjunto de estados internos y en términos de una distribución de probabilidades» (p. 21), y «el intervalo tradicional de 30 años... es todavía un concepto útil» (p. 22). De todo ello se desprende que el cambio climático es la diferencia entre dos estados climáticos del mismo tipo (dos meses de agosto típicos, dos decenios típicos, etc.).

En el manual universitario sobre Climatología (Cuadrat y Pita, 1997) definen esta ciencia como la «que se ocupa del estudio de la distribución de los climas sobre la superficie terrestre y de sus relaciones con los restantes componentes del medio geográfico», lo que obliga a una explicitación de la noción de clima, a la que se dedica buena parte del primer capítulo, con un resultado de yuxtaposición de definiciones y con una conclusión: «el clima sería lo permanente, lo habitual, lo característico de la atmósfera sobre un lugar; en suma, aquellas condiciones atmosféricas susceptibles, por su permanencia, de generar un medio propio», al que se asigna un período «que como mínimo se suele establecer en treinta años» (capítulo redactado por M.^a Fernanda Pita, p. 9). Pero en nota se aclara que tal vez la treintena de años «no es sino un valor mínimo estándar establecido por la OMN, pero

que en la mayoría de los casos resulta insuficiente para la realización de los estudios climáticos» (nota 1, pp. 9 y 10). A continuación se agrega que, recientemente, a tenor de la introducción de la teoría general de sistemas, se ha impuesto un nuevo concepto de clima, esta vez como sistema dinámico y abierto, alimentado por la energía solar, e integrado por todas las envolturas planetarias (la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera, la criosfera y la biosfera), con un objetivo último: la modelización matemática de ese sistema y la previsión de su comportamiento futuro (a la que los autores alemanes designan como *climatonomía*, que no como climatología). Lamento no estar totalmente de acuerdo con esta definición, ya que no se ha redefinido el clima, sino que se ha procedido a sustituirlo por el *sistema climático*, que, como ya decíamos anteriormente, no tiene de clima más que la referencia adjetiva; se habla del sistema «relativo al clima», que no del clima propiamente dicho. Y el clima apenas se intuye caracterizado por complejísimas e indefinidas interrelaciones.

La otra obra reciente e igual manual universitario español (Gil Olcina y Olcina Carlos, 1997) realiza una interesante puesta al día de los conceptos de tiempo, clima, climatología y meteorología, si bien plantea (p. 7) que de las dos ciencias mencionadas la primera es cultivada por geógrafos y la segunda por físicos. Esta afirmación no parece poder mantenerse de forma absoluta, máxime cuando los autores, con eminente capacidad de matización de sus afirmaciones, al tocar el espinoso tema del clima y de las series necesarias para su estudio aseveran que «con criterio muy discutible y matizable» deben considerarse «las que abarcan una treintena de años». En lo que no podemos estar de acuerdo es en los cambios de objetivos de los meteorólogos respecto de los geógrafos, se supone que como cultivadores de la climatología, preocupados los primeros por el tiempo y los segundos por «identificar y caracterizar el ritmo o sucesión habitual de los estados de la atmósfera» (p. 7). Al geógrafo que trabaje en su campo le incumbe, ante todo, la descripción de las áreas, delimitadas por diferentes criterios, de la superficie terrestre. Sólo cuando se caracterizan los estados medios *para un lugar o un conjunto de lugares* se hace geografía. De otro modo será un climatólogo, con formación geográfica, o meteorológica, o física, o biológica, o ambientalista (pues es presumible que próximamente también se acerquen a estos problemas los investigadores de otras ramas del saber). La climatología no es geografía si no aterriza o ameriza en un espacio te-

rráqueo concreto. He defendido en numerosas ocasiones que lo estrictamente geográfico es la *regionalización climática* que no el clima en sí, lo que asumen los autores antes mencionados al dedicar el último capítulo de su libro al clima como factor de diferenciación espacial. No obstante debe tenerse en cuenta que los datos termométricos, pluviométricos, etc., se recogen en aparatos instalados en lugares concretos de la superficie terrestre; por ello son desde su cuna terráneos, luego geográficos. La aerología, aunque necesaria para explicar las situaciones a ras del suelo, no es geografía.

Los citados autores recogen con buen criterio muchas de las «novedades» de la climatología/meteorología, de entre las que citamos ahora, los llamados *riesgos climáticos*. Pero, una vez más se produce cierta confusión o al menos imprecisión en los términos. Si, de acuerdo con la mayoría de los autores, incluyéndoles a ellos mismos, el clima, más que el tiempo, está ligado a lo habitual, no puede comprenderse que se admita como riesgo climático los llamados «episodios atmosféricos extraordinarios» (pp. 401, 402, etc.) que luego se especifican, en algunos ejemplos: a) *olas de frío y calor*, que «no suelen exceder los 3 días, aunque excepcionalmente pueden prolongarse una semana y más» (p. 408); b) *diluvios y granizadas*, que, si se asocian a ciclones tropicales «pueden rebasar los 1.000 mm/24 h» (p. 414), y en el caso de los monzones «no son desconocidos registros de precipitación de 500 mm en una jornada» (p. 416); c) *sequía*, que «se relaciona con la falta o escasez temporal de agua en una región por comparación con las condiciones habituales» (p. 423) [que serían, por definición, las climáticas]. La diversidad de definiciones hace casi inoperante este término, lo que suele llevar aparejado una complicación de la terminología mediante la adición de otras expresiones, que debieran ayudar a su definición, y que luego se especificarán: es el caso de «secuencia de sequía o indigencia pluviométrica», sequía climática, hidrológica, agrícola, urbana...

Todavía se complican más las cosas cuando se afirma que «la irregularidad de las precipitaciones que experimenta este dominio [mediterráneo] convierten a la sequía en rasgo condigno de los climas mediterráneos, cuyos regímenes pluviométricos conjugan esporádicos diluvios con duras y prolongadas sequías» (p. 426). Llamo la atención sobre esta frase en la que se resume gran parte del talón de Aquilés de las expresiones en las que aparece el calificativo de «climático»: parece

que, en esta ocasión, la variabilidad intrínseca de lo mediterráneo engloba estos raros episodios, por lo que se convierte en habitual lo que es excepcional. Se ha logrado así la poligonalización, por aumento infinito del número de sus caras, del círculo, pero a costa de que éste deje de ser tal¹¹.

A efectos comparativos véase los trabajos de la escuela de Barcelona, en los que, desde nuestra humilde opinión, se acierta en la nomenclatura de los problemas: se habla de *riesgos meteorológicos* (Barriendos y Martín Vide, 1997) para los fenómenos poco frecuentes¹². También es interesante resaltar que estos autores mantengan la treintena de años (Fig. 1, p. 39) para sus estudios históricos pues, como repiten en varias ocasiones (p. 37; uso de medias móviles de 31 años, etc.) su interés es climático. Sólo cuando se ha tratado estadísticamente los datos por series trigintanales y para una larga serie de datos es posible hablar, propiamente, de *riesgos climáticos* (p. 39), especialmente cuando en un mismo treintenio se acumulan riesgos de distintos meteoros o fenómenos asociados a ellos.

La conclusión más importante de lo que antecede no puede ser otra que la necesidad de clarificar el concepto de clima, pues, de otro modo, las imprecisiones son acumulativas. Y sorprende que en un momento tan avanzado de la historia humana todavía nos hallemos con estas rémoras, que tanto desconciertan a propios como a extraños.

BIBLIOGRAFÍA

- ABEL, K. (1974): *Realenzyklopädie*, Suppl. XIV, pp. 1016-20; véase voz «zone».
- ALISSOW, B. P., DROSDOW, O. A. y RUBINSTEIN, E. S. (1956): *Lehrbuch der Klimatologie*. Trad. Alemana. Berlín, 536 pp.
- ASCASO LIRIA, A. y CASALS MARCÉN, M. (1986): *Vocabulario de términos meteorológicos y Ciencias afines*, INM; Madrid, 410 pp.
- BARRIENDOS, M. y MARTÍN-VIDE, J. (1997): «Los riesgos meteorológicos en Barcelona a través de los registros históricos (ss. XIV-XIX). Primeros resultados sobre su comportamiento climático plurisecular», en MARTÍN-VIDE, J. (ed.): *Avances en Climatología histórica en España*. Barcelona, Oikos-Tau, pp. 23-46.

¹¹ No parece adecuada la frase «cuadratura del círculo» por razones, obvias, de definición de lo que es un círculo y un cuadrado.

¹² Los métodos de trabajo se han basado en la recopilación de información de carácter *meteorológico* de las fuentes históricas siguiendo cuatro criterios preestablecidos para obtener series de datos *climáticos*» (p. 23). Los subrayados son míos: «En síntesis, la dinámica climática deducida del registro de los riesgos meteorológicos en Barcelona...» (p. 41).

- BARRY, R. G. y CHORLEY, R. J. (1972): *Atmósfera, tiempo y clima*. Barcelona, Omega, 395 pp.
- BLÜTHGEN, J. y WEISCHET, W. (1980): *Allgemeine Klimageographie*, Walter de Gruyter, Berlín-Nueva York, 3.ª edición, 887 pp.
- CENTENO, J. DE D. *et alii* (1994): *Geomorfología práctica. Ejercicios de fotointerpretación y planificación geoambiental*. Madrid, Rueda, 66 pp.
- CUADRAT, J. M.ª y PITA, M.ª F. (1997): *Climatología*, Cátedra, Madrid, 496 págs
- DICKS, D. R. (1955): «The *klimata* in the Greek Geography», *Class. Quart.*, 5, pp. 248-255.
- ESTRABÓN (1980): *Geografía. Prolegómenos*. Traducción de Ignacio Granero e introducción de Arturo A. Roig, Madrid, Aguilar, Biblioteca de iniciación al Humanismo, 476 pp.
- GARCÍA BLANCO, J. (1991): *Estrabón: Geografía, Libros I-II*, Introducción general y traducción, junto a J. L. García Ramón, Madrid, Gredos, Biblioteca Clásica Gredos n.º 159, 559 pp.
- GIL OLCINA, A. y OLCINA CANTOS, J. (1997): *Climatología general*, Ariel, Barcelona, 579 pp.
- GISSINGER, F. (1924): *Realenzyklopädie*, Suppl. IV, pp. 521-685, véase voz «Geographie».
- GOETHE, J. W. (1961): *Faust. Der Tragödie erster Teil*, Reclam, Stuttgart, Universal-Bibliothek, n.º 1/1a, 143 pp.
- GOUDIE, A. (edit.) (1985): *The Encyclopaedia Dictionary of Physical Geography*, voz «Climate», Blackwell, Norwich, 528 pp.
- HANN, J. von (1883): *Handbuch der Klimatologie*, Viena, 764 pp.
- HUMBOLDT, Alejandro de (1845-62): *Kosmos*, Stuttgart-Tübingen, 5 vols.
- KNOCH, K. (1924): «Zur Methodik klimatologischer Forschung», *Tätigkeit des Preuß. Meteor. Inst. f. 1924*, pp. 245-249.
- KNOCH, K. (1942): «Weltklimatologie und Heimatklimatologie», *Meteor. Z.*, 59, pp. 245-249.
- KÖPPEN, W. (1948): *Climatología*, México-Buenos Aires, F.C.E., 466 pp.
- LAMB, H. (1988): *Weather, Climate and Human Affairs*, Londres, Routledge, 364 pp.
- LOCKWOOD, J. G. (1985): *World Climatic Systems*, Edward Arnold, 292 pp.
- NEUBERGER, H. y CAHIR, J. (1969): *Principles of Climatology. A Manual in Earth Science*, Nueva York, Rinehart and Winston, 178 pp.
- OLIVER, J. E. (1981): *Climatology: selected applications*. Winston & Sons-Edward Arnold, 260 pp.
- PAGNEY, P. (1973): *La climatologie*, París, Presses Universitaires de France, Colección Que sais-je?, n.º 171, pp.
- PAGNEY, P. (1976): *Les climats de la Terre*, París, Masson, 150 pp.
- PÉDÉLABORDE, P. (1957): *Le climat du bassin parisien. Essai d'une méthode rationnelle de Climatologie physique*. París, Libr. De Médecins, 2 vols, 539 pp. y 116 pl.
- PÉDÉLABORDE, P. (1970): *Introduction à l'étude scientifique du climat*, París, SEDES, 2.ª edición, 244 pp.
- SEKIGUTI, T. (1951): «Introduction to local climatology», *Geophys. Mag.*, 22, 1, Tokyo, pp. 29-33.
- SCHNEIDER-CARIUS, K. (1961): *Das Klima, seine Definition und Darstellung, Zwei Grundsatzfragen der Klimatologie*, Veröff. Geophys. Inst. Univ. Leipzig, 2 ser, 80 pp.
- SHUKIN, I. S. (1980) (compilador): *Chetyrejjaz ýchnyi entsiklopedícheskiv slovar terminov po fizícheskoy geografii (Diccionario enciclopédico cuatrilingüe de términos de Geografía Física)*, Redacción de A. I. Spiridónov, Moscú, Editorial Enciclopedia Soviética, 704 pp.
- SORRE, M. (1943): *Les fondements biologiques de la géographie humaine*, París, Armand Collin, 447 pp.
- TREWARTHA, G. T. (1968): *An introduction to climate*. Nueva York, Mc Graw Hill, 4ª edición, 408 pp.

RESUMEN: Este trabajo expone la necesidad de una definición de clima aceptada por la comunidad científica como paso previo a la noción de cambio climático. Se exponen y comentan distintos conceptos de clima, desde los orígenes griegos de la palabra, en los que se destaca la variabilidad natural, que debiera extenderse igualmente al cambio climático. Dicha variabilidad no está delimitada, por lo que arrastra su indefinición al cambio climático.

PALABRAS CLAVE: clima, cambio climático, definiciones.

ABSTRACT: This paper wants to emphasize upon the need of an agreed definition of climate, which furtherly can be used to define the climatic change, an expression which is based on the previous concept of climate. Different definitions have been compiled, beginning with the classic greek one, where climate denotes a high natural variability, which should also correspond to the derivative concept of climatic change. If the natural variability of climate is not clear, climatic change will suffer the same disease.

KEY WORDS: Climate, climatic change, definitions.

RÉSUMÉ: Ce travail veut poser l'accent sur la nécessité d'une définition acceptée par la communauté des scientifiques du climat, qui peut être basée sur le concept du climat. On a résumé des différentes définitions, qui commencent avec les grecques classiques, où le climat a une haute variabilité naturelle qu'on doit trouver aussi dans le concept dérivé du changement climatique. Si la variabilité naturelle du climat n'est pas clarifiée, le changement du climat le sera moins.

MOTS-CLÉ: climat, changement du climat, définitions.