

Scripta Nova

REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA
Y CIENCIAS SOCIALES

Universidad de Barcelona.
ISSN: 1138-9788
Depósito Legal: B. 21.741-98
Vol. XX, núm. 545
1 de octubre de 2016



Un período fundamental para la climatología española: el “descubrimiento” de la circulación atmosférica en altitud (1950-1980)

Eugenio L. Burriel de Orueta
Departamento de Geografía. Universidad de Valencia
elbo@uv.es

Jorge Olcina Cantos
Instituto Interuniversitario de Geografía. Universidad de Alicante
jorge.olcina@ua.es

Un período fundamental para la climatología española: el “descubrimiento” de la circulación atmosférica en altitud, 1950-1980 (Resumen)

El período que transcurre entre los años 1950 y 1980 resulta decisivo para la consolidación de la climatología española. Los trabajos de una serie de geógrafos españoles (López Gómez, García Fernández, Gil Olcina, Burriel de Orueta, Albentosa Sánchez y Capel Molina) se convertirán en referencias básicas al presentar en nuestro país los avances sobre la circulación atmosférica en las capas altas de la troposfera que se desarrollan después de la 2ª Guerra Mundial en Estados Unidos y otros países europeos. Este trabajo analiza el contexto científico en el que tiene lugar el “descubrimiento” de la circulación atmosférica en altitud por parte de la geografía española y su repercusión para la mejora del conocimiento de los tiempos y climas de nuestro país y para la consolidación de la disciplina climática.

Palabras clave: circulación atmosférica, corrientes en chorro, climatología española, autores de referencia.

A crucial period of the Spanish climatology: the “discovery” of atmospheric circulation in altitude, 1950-1980. (Abstract)

The period between 1950 and 1980 is crucial for the consolidation of the Spanish climatology. The works of a set of spanish geographers (López Gómez, García Fernández, Gil Olcina, Burriel de Orueta, Albentosa Sanchez and Capel Molina) will become basic references, because presented in our country the progress on atmospheric circulation in the upper layers of the troposphere that had been developed after the 2nd World War in the United States and in other European countries. This paper analyzes the scientific context in which the "discovery" of atmospheric circulation in altitude takes

Recibido: 23 de noviembre de 2015

Aceptado: 21 de mayo de 2016

place by spanish geography and its implications for improving the knowledge of climate and weather in our country and the importance for the consolidation of geographic climatology.

Key words: atmospheric circulation, jet streams, Spanish climatology, reference authors.

La reciente publicación en *Scripta Vetera* de un trabajo antiguo pero prácticamente desconocido sobre “Dinámica atmosférica y tipos de tiempo en España”¹ ha motivado la presente reflexión sobre un aspecto fundamental en la evolución de la disciplina climática en nuestro país: la incorporación de nuevas ideas sobre interpretación de la circulación atmosférica general y en especial sobre el papel de la dinámica atmosférica en las capas altas de la troposfera para la correcta interpretación de los tiempos y climas en España. Dicho proceso tiene lugar fundamentalmente en el período comprendido entre 1950 y 1980 cuando una serie de geógrafos españoles realizaron un conjunto de contribuciones sobre esta cuestión, poco conocidas y valoradas, que sientan las bases de una nueva climatología geográfica en España.

Estos años representan un avance fundamental para la disciplina climática en la geografía española: una serie de geógrafos incorporan en sus estudios sobre los tiempos y climas de España nuevas ideas sobre circulación atmosférica, procedentes de trabajos llevados a cabo en Estados Unidos y en diferentes países de Europa (Reino Unido, Alemania, Francia) que permitirán mejorar el conocimiento de los hechos climáticos de nuestro país. En este período se sentaron las bases para el importante desarrollo posterior experimentado en esta rama geográfica, que se ha convertido en una de las más dinámicas de la geografía española. Las aportaciones de López Gómez, García Fernández, Gil Olcina, Burriel de Orueta, Albentosa Sánchez y Capel Molina revisten gran importancia por sus aproximaciones novedosas para la interpretación de los climas de España.

Esta interpretación venía supeditada hasta ese momento por la falta de cartografía meteorológica de las capas altas atmosféricas² y por el peso de los estudios climáticos elaborados desde el ámbito de la meteorología en el seno del Servicio Meteorológico Nacional –actual AEMET- frente a los realizados desde la geografía propiamente dichos. Pero también estaba condicionada por la escasa internacionalización de la ciencia española en general y de la geografía en particular; a ello había que añadir el propio desarrollo de la disciplina geográfica en esos años, marcada básicamente por la realización de estudios bajo el paradigma “regional” clásico y por tanto ajena, salvo contadas excepciones, a las corrientes epistemológicas más modernas que se iban fraguando, básicamente en el mundo anglosajón.

Todo ello no será sino el reflejo de la realidad científica que se vivía en nuestro país después de la contienda civil y posterior posguerra, del propio inicio de la docencia universitaria de la geografía en España, que va tomando cuerpo en esas décadas iniciales de la segunda mitad del siglo XX, y de la carencia de bibliografía internacional que llega con dificultad a nuestro país y con claro sesgo francófono.

¹ Burriel, 2015.

² El primer boletín meteorológico diario editado por el Servicio Meteorológico Nacional que incorpora análisis topográficos de las capas medias y altas (topografías absolutas de 300 y 500 mb y relativa 500/1000 mb.) se publica el 1 de julio de 1964. Este hecho supondrá un cambio importante para los estudios climáticos en España, en particular para los análisis sinópticos orientados a la elaboración de catálogos de tipos de tiempo.

Estas aportaciones en el ámbito de la climatología española no son sólo artículos de investigación y monografías, sino también recopilaciones de apuntes de clase y memorias preparadas en el marco del sistema de oposiciones a cuerpos docentes de esos años. Su consulta actual permite valorar la importancia de las aportaciones que en ellas se realizan y el reconocimiento de que se trata de una etapa fundamental en la evolución de los estudios sobre los tiempos y climas en nuestro país.

Este trabajo muestra el proceso cronológico de incorporación de los conocimientos de la alta atmósfera por parte de la climatología geográfica española. No han sido abundantes las aproximaciones sobre la evolución histórica reciente de la climatología española dentro de la geografía y la valoración de la importancia que tuvo el período cronológico que aquí se aborda. Deben destacarse, al respecto, los excelentes y documentados trabajos de Albentosa Sánchez, elaborados entre finales de los años setenta y los primeros ochenta del pasado siglo y recopilados en un volumen homenaje³ tras su lamentablemente temprana desaparición, las páginas dedicadas a la explicación de la circulación atmosférica general en el manual de los Climas de España de Capel Molina⁴ y las páginas iniciales sobre la evolución de las disciplinas meteorológica y climática en el manual sobre Climatología General, de Gil Olcina y Olcina Cantos⁵. Sin olvidar que, en los trabajos doctorales sobre climatología regional que se elaboran a partir de la década de los años ochenta del siglo XX y en las publicaciones a que darán lugar, la referencia bibliográfica de los estudios que se analizan en el presente artículo es, eso sí, habitual.

El trabajo aporta un análisis crítico, con relato cronológico, de ese proceso de integración del conocimiento de la alta atmósfera, la explicación de las conexiones científicas de la climatología y meteorología españolas en el contexto de unas décadas difíciles en la universidad y en los organismos científicos españoles y los efectos que este “descubrimiento” supondrá para la mejora del estudio de los tiempos y climas de España.

La importancia de la circulación atmosférica de altitud

Las ciencias de la atmósfera experimentaron un gran avance en el siglo XX. La primera gran aportación fue la teoría frontológica y la clasificación de las masas de aire, desarrolladas en el seno de la Escuela noruega de Bergen en las primeras décadas del siglo XX. Luego, el lanzamiento de satélites de finalidad meteorológica proporcionará lo que el geógrafo francés Durand-Dastes denominó “el punto de vista de Sirio”⁶, esto es, la visión de la atmósfera terrestre desde el espacio exterior. Finalmente, tras la 2ª Guerra Mundial tiene lugar el “descubrimiento” de la circulación atmosférica de altitud, marcada por la existencia de unas corrientes de viento a gran velocidad, cuya influencia sería decisiva para explicar los tipos de tiempo en la superficie terrestre y para la caracterización última de las variedades climáticas regionales.

En la actualidad el reconocimiento de la influencia de la circulación atmosférica de altitud es un aspecto plenamente aceptado por la disciplina climática. Muchos de los mecanismos

³ Albentosa Sánchez, 1990, p. 139-228.

⁴ Capel Molina, 1981, p. 167-376.

⁵ Gil Olcina y Olcina Cantos, 1997, p. 1-54.

⁶ Durand-Dastes, 1972, p. 37.

atmosféricos que determinan el clima de un territorio no pudieron ser descifrados hasta que se descubren las corrientes en chorro en la alta troposfera y sus patrones de circulación.

Y esto, que tiene efectos en todo el planeta, resultó muy significativo en latitudes ibéricas; porque en ellas se dan fenómenos meteorológicos que sólo encuentran explicación en la dinámica atmosférica de las capas altas de la troposfera; su desconocimiento hasta bien entrada la década de los años cincuenta del siglo XX llevaba a interpretaciones erróneas de los mismos.

Entre los casos más significativos de interpretaciones “incorrectas” por desconocimiento de la dinámica en altura se pueden señalar: las tormentas de verano, atribuidas tradicionalmente al “calor estival”; las precipitaciones abundantes en el litoral mediterráneo con circulaciones anticiclónicas en superficie; la instalación de bajas presiones “estables” en superficie durante los meses más cálidos del año, que llegaron a interpretarse a modo de “monzón ibérico”⁷; o los anticiclones fríos invernales interpretados como simple acumulación de aire frío en superficie. La bibliografía anglosajona, utilizando una expresión de la geometría aplicada, denominará *principle of steering* (principio motor, principio director) al proceso según el cual la circulación atmosférica de las capas altas de la troposfera influye de manera decisiva en la dinámica meteorológica de superficie y permite explicar el funcionamiento de fenómenos atmosféricos que con la mera referencia a la circulación en superficie carecen de justificación física.

En este contexto, la explicación definitiva de estos mecanismos atmosféricos fue “descubriéndose” por la geografía española entre los años finales de la década de los cincuenta y los primeros años de la década de los setenta del siglo XX, período que ha resultado básico para el desarrollo de estudios posteriores de climatología en nuestro país. Ello, además, en un espacio geográfico muy singular –la península Ibérica y los archipiélagos balear y canario- desde el punto de vista de sus tiempos y climas; porque su propia posición geográfica en la frontera entre latitudes medias y subtropicales, su carácter de península rodeada de mares, la distribución en su interior de cadenas de relieve importantes y el propio carácter macizo del interior peninsular originan efectos singulares en la circulación atmosférica de estas latitudes.

De ahí el interés de la investigación del proceso de incorporación progresiva de nuevas ideas en el campo de la climatología, a partir del análisis de la bibliografía internacional existente y consultada por los geógrafos españoles y de la elaboración de materiales propios sobre el clima de España. Con una visión histórica, este período representa un avance capital para el desarrollo posterior de investigaciones en climatología llevadas a cabo en nuestro país.

El reconocimiento de la existencia de vientos a gran velocidad en las capas altas de la atmósfera, en latitudes medias y altas, se atribuye a varios autores. En 1926, el meteorólogo japonés Wasaburo Oishi habría detectado una corriente en chorro, cerca del monte Fuji mediante el uso de globos sonda cautivos. El trabajo de Oishi pasó casi desapercibido al estar publicado, curiosamente, en esperanto. Se atribuye al piloto estadounidense Wiley Post, primer ser humano en realizar un vuelo alrededor del mundo en solitario en 1933, la invención de un traje presurizado que permitiera volar por encima de 6.000 metros. Un año después, llevó a cabo varios intentos de vuelo transcontinental a gran altitud y observó que la

⁷ López Gómez, 1968.

velocidad de avance de su avión superaba ampliamente a la velocidad teórica del aire a dicha altitud.

También en 1933 el meteorólogo Jacob Bjerknes, a partir del cálculo del viento geostrofico a diferentes niveles, elaboró una serie de cortes de la troposfera sobre Eurasia y llegó a la conclusión de que en los niveles altos de la troposfera debían existir vientos fuertes de componente oeste. Tres años después, Rossby encontró un máximo de velocidad del orden de un 1 m/s. en la corriente marina del Golfo y, por analogía, sospechó la existencia de máximos de velocidad en la troposfera superior. Por aquellas fechas no se pudo comprobar dicho extremo ya que la única carta de altitud disponible era la correspondiente a 3.000 m. (700 hPa)⁸.

Se atribuye al meteorólogo alemán Heinrich Seilkopf el haber acuñado el término *strahlströmung* (*jet stream*) para designar al fenómeno de la presencia de corrientes de viento muy veloces a gran altitud. Durante los primeros meses de 1940 los bombarderos británicos que sobrevolaban Europa a 9.000 m. de altitud informaron de la presencia de vientos que llegaban, en ocasiones, a alcanzar la misma velocidad que los propios aviones. En 1945 los pilotos norteamericanos que operaban en Japón encontraron una corriente en chorro con velocidades de 250 nudos que dificultaba la navegación de los bombarderos B-29. Por entonces los japoneses debían tener conocimiento de su existencia, como prueba el lanzamiento de grandes globos con bombas incendiarias equipados con un equipo barométrico que controlaba su vuelo en la troposfera superior. En esos años la multiplicación de los radiosondeos permitió la elaboración de mapas de 300 hPa en los que se observó la presencia de unos máximos de viento aparentemente sin conexión alguna entre sí y que a veces formaban una estrecha banda que rodeaba todo el hemisferio norte.

Las investigaciones llevadas a cabo por Rossby y sus colaboradores de la Universidad de Chicago, a finales de los años cuarenta, en el marco del experimento *Jet Stream Project*, dieron como resultado la identificación de tres corrientes en chorro o máximos de viento en la troposfera superior: una corriente en chorro asociada a las depresiones de la zona templada que, por estar relacionada con el máximo gradiente de temperatura observado a 500 hPa, se denominó “corriente en chorro del frente polar” y con posterioridad “chorro polar”; una corriente en chorro a 50 o 25 hPa, en la estratosfera, presente durante el invierno y que suele trasladarse a lo largo del Círculo Ártico, que recibió la denominación de “corriente en chorro de la noche polar”; y, por último, un máximo de viento situado entre 25° y 35° de latitud norte, a 200 hPa durante el invierno y 100 hPa en verano, que se denominó “corriente en chorro subtropical”.

El descubrimiento de estas corrientes de viento a gran velocidad en la alta troposfera resultó fundamental no sólo para los estudios de meteorología y climatología, sino también para la navegación aérea transoceánica⁹. Con posterioridad, en 1958, se descubriría una nueva corriente en chorro en latitudes ecuatoriales que encerraba dos peculiaridades: su carácter estacional –sólo funciona con velocidades de chorro en los meses de verano del hemisferio

⁸ Gil y Olcina, 1997, p. 261.

⁹ El uso comercial de la corriente en chorro por la navegación aérea comenzó el 18 de noviembre de 1952 cuando un vuelo de la compañía Pan Am entre Tokio y Honolulu se situó sobre la corriente en chorro polar a una altitud de 7.600 metros y pudo reducir el tiempo de viaje entre estas dos ciudades en más de un tercio, lo que significaba, asimismo, un importante ahorro de combustible.

norte– y su dirección de este a oeste, contraria a las otras corrientes en chorro de latitudes medias y altas¹⁰.

El contexto del descubrimiento de la dinámica atmosférica en capas altas por parte de la geografía española

Los antecedentes

En los años sesenta las obras básicas para el conocimiento de los climas regionales de España se limitan a una serie de manuales en lengua inglesa, y sobre todo francesa, así como algunos trabajos publicados en las dos principales revistas de geografía de entonces: el *Boletín de la Real Sociedad Geográfica y Estudios Geográficos*. A estas dos revistas se uniría, para el conocimiento de aspectos de dinámica atmosférica, la *Revista de Geofísica*, editada también en el seno del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Hasta los años cincuenta del pasado siglo, los conocimientos de climatología que existían en España eran los basados en la corriente “analítica” o “de las medias”, derivada de los trabajos del meteorólogo austriaco Julius von Hann a partir de la edición de su manual de climatología (*Handbuch der Klimatologie*) que había sido publicado en 1883 y tuvo sucesivas ediciones hasta el año 1911.

Esta concepción del clima era la que se incluía, por ejemplo, en el *Resumen fisiográfico de la península Ibérica* de Juan Dantín Cereceda publicado en 1912. En efecto, en el apartado dedicado a analizar el clima de España señala Dantín que “para tener de la Península ideas climatológicas de alguna exactitud, previamente será menester conocer, con la debida precisión, los elementos meteorológicos que en su clima intervienen; a saber: temperaturas, presiones y vientos, humedad atmosférica, insolación, luminosidad, etc. En cada uno de estos elementos, será menester: a) su media anual; b) su media estacional; c) su media diaria y d) su régimen”. No hay mención a la circulación atmosférica como causa del clima en un territorio.

Esta es también la idea de clima que contienen las “geografías de España” editadas por profesores de Enseñanza Media en las primeras décadas del siglo pasado. En su apartado dedicado a la explicación del clima de España se limitan a plasmar el estudio analítico del mismo, con indicación de regímenes térmicos, pluviométricos y análisis de presión y vientos, como aspecto previo a la presentación de los grandes conjuntos climáticos de nuestro territorio. Así, se comprueba en los trabajos de Antonio Blázquez¹¹ o de Rafael Ballester¹². En todo caso en estas “geografías” se señala la existencia de dos “tiempos” principales a lo largo del año: uno invernal frío originado por un anticiclón peninsular y otro estival cálido con baja presión en superficie.

En este contexto resulta, sin embargo, interesante señalar que en su *Geografía de España*, de gran predicamento en nuestro país en los años previos a la guerra civil, Leonardo Martín Echeverría incluye las ideas expresadas por Antonio Blázquez en una conferencia impartida en la Real Sociedad Geográfica en 1891, en la que este autor apunta una posible causa de la

¹⁰ Koteswaram, 1958.

¹¹ Blázquez, 1921.

¹² Ballester, 1916. Esta obra mereció varias ediciones posteriores hasta la última del año 1934.

frecuencia de los vientos del oeste en la península Ibérica¹³. Blázquez señalaba que las tierras ibéricas, por su posición geográfica deberían estar sometidas a un régimen de vientos de contralisios del SW y sin embargo no ocurría así. Ello estaría motivado según él “por la existencia de una corriente aérea, en relación con la marítima del Gulf-Stream”¹⁴.

Un autor de gran relevancia para el desarrollo de la geografía española, y específicamente de la climatología, en esos difíciles años de la década de los cincuenta del pasado siglo, será Herman Lautensach. Éste había realizado desde 1927 aproximaciones a la geografía de Portugal y posteriormente de España, plasmadas en monografías, capítulos de libro¹⁵ y artículos de investigación, que culminarán con la redacción de su *Geografía de España y Portugal*, editada primero en Alemania en 1964 y traducida tres años después al castellano. Para abordar un análisis climático más detallado de la diversidad climática de la península, Lautensach encargó a sus discípulos el estudio del clima de varias regiones españolas. Así Kunow estudiará el clima de Valencia y Baleares¹⁶, Neumann el clima del Sureste peninsular¹⁷, Wrobel el clima de Cataluña y de la provincia de Castellón¹⁸; Schmitt el clima de Castilla La Vieja y Aragón¹⁹ y Müller el clima de Castilla La Nueva²⁰. Todos estos trabajos constituirán referencia obligada en las investigaciones temáticas y trabajos doctorales que se llevarán a cabo con posterioridad por parte de diferentes geógrafos españoles en los ámbitos de estudio analizados en estos trabajos de los discípulos de Lautensach.

El trabajo de Lautensach sobre el ritmo de las estaciones en la Península Ibérica, traducido por Manuel de Terán y publicado en *Estudios Geográficos* en 1956, tendrá amplia repercusión en los estudios sobre el clima de España hasta bien entrados los años ochenta del siglo XX. La descripción de los “tiempos” característicos en cada estación del año y su impronta en los climas peninsulares será un apartado que se incluirá con frecuencia en trabajos posteriores de geógrafos españoles sobre el clima de nuestro país.

Sin embargo, a pesar de sus amplios conocimientos en climatología básica y circulación atmosférica general y sus efectos regionales, los trabajos de Lautensach no incorporan mención alguna a la circulación atmosférica de las capas altas de la troposfera ni a las corrientes en chorro en latitudes medias como mecanismos básicos para la comprensión de los tipos de tiempo y, en definitiva, para la caracterización de los climas de España. Tampoco hace mención alguna a la dinámica en altura en el capítulo dedicado a “El clima” de su *Geografía de España y Portugal*, pese a la meritoria caracterización de los “tipos de tiempo” en verano y en invierno con indicación de las masas de aire más frecuentes en cada estación del año.

¹³ El estudio de “El clima de la Península” está incluido en el tomo 1, p. 58-73. Martín Echeverría consulta como autores de referencia a J. Hann y a E. de Martonne.

Un excelente trabajo sobre este interesante y poco conocido geógrafo y su excelente labor en la difusión de la ciencia geográfica en nuestro país a través de la colección de pequeños manuales editados bajo su coordinación por la editorial Labor, se encuentra en Quirós Linares, 1997.

¹⁴ Martín Echevaría, 1928, tomo I, p. 62.

¹⁵ Lautensach, 1931, p. 426-557.

¹⁶ Kunow, 1966 (edición alemana, 1950).

¹⁷ Neumann, 1960.

¹⁸ Wrobel, 1940.

¹⁹ Schmitt, 1945.

²⁰ Müller, 1933.

Algunos de los mecanismos atmosféricos que Lautensach señala en el apartado que dedica a la climatología dinámica y los tipos de tiempos de las tierras ibéricas se ha comprobado luego que eran erróneos. Es el caso del soplo de vientos alisios en la Península Ibérica en verano o de la formación de “frentes de alisios” en invierno en el área mediterránea. Sin embargo, la inclusión de doce situaciones de tiempo características en la península Ibérica²¹ basadas en el estudio de mapas de tiempo en superficie, que sintetizan y adaptan a la totalidad del territorio ibérico el trabajo realizado por Freymann sobre el clima en Portugal, resulta una aportación excelente que será manejada en trabajos posteriores sobre los climas de España.

En 1949 se publica el tomo I de la *Geografía de España* dirigida por Manuel de Terán y Luis Solé Sabarís, editada por Montaner y Simón²². Es, sin duda, la primera gran obra colectiva y moderna de la geografía académica española y será referencia durante años para el estudio geográfico de nuestro país. Merecerá diversas ediciones y reimpresiones hasta la última publicada en 1986²³. El apartado dedicado al análisis del clima corrió a cargo de Valentín Masachs Alavedra, doctor en geología y catedrático de enseñanza secundaria en Manresa, que se había especializado principalmente en hidrología. No en vano su obra más conocida, “*El régimen de los ríos peninsulares*”²⁴ fue, y sigue siendo, referencia bibliográfica obligatoria en muchos estudios de geografía física y regional.

El apartado sobre el “Clima de España” está incluido dentro del Tomo II (1954) de la mencionada *Geografía de España*²⁵. Es una sección de enorme calidad y rigor académico que sorprende, asimismo, por los contenidos innovadores que incluye Masachs para la época. Hay un capítulo específico dedicado a la explicación de la dinámica atmosférica que inicia con la siguiente afirmación: “las particularidades climáticas de la Península Ibérica son función de la dinámica atmosférica que le afecta”. El autor hace repaso de las masas de aire que acceden a la Península y los frentes que se originan entre ellas: 1) frente polar entre el aire polar marítimo y el tropical marítimo en el océano Atlántico norte; 2) el frente de los alisios, entre el aire tropical marítimo y el tropical continental procedente “de las mesetas argelinas”; y 3) un frente mediterráneo formado entre el aire polar marítimo fresco y el aire polar “recalentado en su permanencia sobre las tibias aguas mediterráneas”²⁶. Para Masachs un centro de acción de gran importancia en la caracterización de los climas de España es el que denomina “centro de acción peninsular” formado en invierno “por enfriamiento profundo de la alta meseta española”; sería el anticiclón térmico invernal que se origina en los meses fríos del año por enfriamiento del aire situado sobre el interior peninsular bajo condiciones de estabilidad atmosférica.

²¹ Lautensach, 1967, p. 59-63 y Fig. 10, (Atlas temático incluido en la obra como Anexo).

²² Esta primera edición de 1949 es reproducción del tomo XI (1949) de la *Geografía Universal*, dirigida por Paul Vidal de la Blache y Lucien Gallois, y editada asimismo por la misma editorial.

²³ Como obra autónoma de geografía de España, al margen de la *Geografía Universal* de Vidal de la Blache y Lucien Gallois, se editaría en 5 volúmenes entre 1952 y 1958, con sucesivas ediciones hasta 1967. Desde 1978 lo edita Ariel y la última edición es de 1986.

²⁴ Masachs, 1948.

²⁵ Este tomo II será también reproducción del tomo XI (1949) de la *Geografía Universal*, dirigida por P. Vidal de la Blache y L. Gallois.

²⁶ Masachs, acertadamente, no confirma con rotundidad la existencia de un frente mediterráneo, incluso señala que algunos autores “más circunspectos” lo denominan “seudofrente mediterráneo” (Masachs, 1954, 38).

Masachs presenta, por último, un interesante catálogo de situaciones atmosféricas características en el clima peninsular, a partir del comentario de mapas sinópticos de superficie²⁷:

- tipo de tiempo de invierno frío y seco, con anticiclón térmico en superficie,
- tipo de tiempo templado y lluvioso, con entrada de borrascas frontales bien por el noroeste o bien por el suroeste,
- tipo de tiempo de verano fresco y seco, con el anticiclón de las Azores en superficie,
- tipo de tiempo de verano cálido y tempestuoso, con depresión estacionaria de origen térmico en el interior,
- tipo de tiempo de verano fresco y lluvioso, con entrada de borrascas frontales,
- tipo de tiempo de otoño con lluvias mediterráneas, con mínimos de presión en el área mediterránea procedentes del Atlántico por vía aquitana,
- tipo de tiempo revuelto de primavera, con entrada de ciclones noratlánticos.

A pesar de incorporar este capítulo sobre dinámica atmosférica, discontinuidades frontales, masas de aire, centros de acción principales y tipos de tiempo, no hay mención alguna a la circulación de las capas altas de la atmósfera o a la existencia de corrientes en chorro²⁸.

Para el ámbito portugués, Orlando Ribeiro elaboraría una *Geografía de Portugal*, que se editaría en castellano en 1955 como complemento de la mencionada *Geografía de España* de Montaner y Simón, coordinada por M. de Terán. Ribeiro, a partir de los estudios previos sobre Portugal que habían sido elaborados por H. Lautensach unos años antes²⁹ (vid. supra), incluiría un apartado sobre las condiciones climáticas con un enfoque básicamente analítico. No obstante, tanto en la aportación de Lautensach como en la de Ribeiro se presenta un catálogo de situaciones atmosféricas características en los tiempos y climas de Portugal³⁰.

La decisiva influencia internacional

Una serie de autores extranjeros marcarán con sus obras la evolución de la climatología española entre los años cincuenta y setenta de la pasada centuria. Son trabajos ampliamente citados en la bibliografía por los geógrafos españoles y que se van conociendo en nuestro país no sin dificultad, debido a las precarias condiciones para llevar a cabo consultas o adquisiciones bibliográficas internacionales en esos años. En ellos se comprobará la

²⁷ Se incluyen situaciones tipo procedentes de análisis de mapas sinópticos de superficie de un período que incluye los años 1949 a 1951 (Masachs, 1954, p. 43-50).

²⁸ La relación bibliográfica del apartado sobre el clima de España que incluye Masachs Alavedra no contiene ninguna obra en lengua inglesa, y así por ejemplo no se citan los trabajos ya publicados entonces por Rossby sobre circulación de la alta atmósfera. Predominan las obras en lengua germana, destacando los trabajos de Lautensach y Zimmerschied, aunque ninguno de estos dos autores habían introducido los estudios de las capas altas atmosféricas en sus trabajos sobre el espacio peninsular.

²⁹ Lautensach, 1932-1937.

³⁰ Daveau, 1992.

importancia del estudio de las masas de aire y de los movimientos de circulación atmosférica en las capas altas como cuestiones principales para entender los rasgos climáticos de un espacio geográfico.

En la segunda mitad de los años cincuenta se editan los trabajos climáticos del geógrafo francés Pierre Pédelaborde, de amplia repercusión en la geografía, y específicamente en la climatología española de esas décadas. En su Tesis de Estado, de 1957, analiza “El clima de la cuenca del París” y dedica un amplio tratamiento a las masas de aire y a la circulación atmosférica regional en dicho espacio geográfico. Destacan, asimismo, otros dos trabajos de Pédelaborde: *La circulation générale de l’atmosphère* (1956), editado con anterioridad a su tesis de Estado, “y muy especialmente *Le tourbillon, principe générale à la base de la climatologie dynamique*” (1957). En ellos recoge desde un punto de vista geográfico los principios de la física del aire que justifican la circulación de los vientos, la formación de centros acción y la dinámica atmosférica regional sobre la superficie terrestre. Estos principios habían sido trabajados y recogidos en publicaciones del ámbito meteorológico en los años treinta y cuarenta del pasado siglo³¹.

En 1957, Pédelaborde publicará un manual de climatología en el que incluirá la explicación física de los movimientos del aire. Este apartado, ampliado, se incluirá unos años después en la popular *Encyclopedie de La Pleiade*, que dedicaría dos volúmenes a la temática geográfica, uno sobre Geografía General y otro sobre descripción regional del mundo. En el volumen de “Geografía General” se incluirá una amplia sección de Geografía Física, escrita por los geógrafos más destacados del ámbito universitario francés del momento (M. Pardé, M. Taillefer, M. Derruau, J. Dresch, Enjalbert, A. Journaux); el propio Pédelaborde será el encargado de redactar el capítulo de “Climatología” (*Les données de la Climatologie*). En estas páginas recopilará los conocimientos sobre circulación atmosférica general y los principios del movimiento del aire (principios del “torbellino”), así como una descripción de los climas mundiales. Pedelaborde sintetiza en esta obra las aportaciones que había ido realizando desde finales de los años cincuenta, además de su mencionada tesis doctoral. Estas publicaciones resultarán de gran predicamento en la geografía española al adaptar, para su comprensión desde la geografía, las ideas, teoremas y principios de la dinámica atmosférica de base física.

Pierre Peguy, otro de los climatólogos franceses de referencia, había publicado un manual de climatología (1961) en el que sentaría las bases de la renovación de la climatología francesa en el marco de la corriente cuantitativa que se extendía esos años por Europa occidental³². En esta obra, tras una descripción de la evolución experimentada por la disciplina climática y por sus métodos de trabajo, dedica un primer apartado a la explicación de los “factores esenciales” del clima que básicamente son la circulación atmosférica y las masas de aire.

En 1962 se publica en castellano la conocida obra *Introducción a la Meteorología* del meteorólogo noruego Sverre Pettersen, que había sido miembro de la famosa “Escuela de Bergen” y había tenido un papel muy destacado como predictor meteorológico en el final de

³¹ El gran mérito de Pédelaborde fue sintetizar y adaptar a la disciplina climática trabajos desarrollados en la primera mitad del siglo XX sobre las causas de la circulación atmosférica general y el movimiento de los vientos por meteorólogos europeos y estadounidenses, como Ghromow, Byers, Rossby, Starr, Prudhomme, Hess, Fomenko y Miller.

³² Douguédroit y Marchand, 2007.

la II Guerra Mundial³³. Se trata de un manual que mantiene aún vigencia en buena parte de sus contenidos para la comprensión de los mecanismos de la dinámica atmosférica terrestre. En él se incluían sendos apartados dedicados a la justificación física de los movimientos de la atmósfera y a la circulación general atmosférica, con una mención específica y detallada sobre las corrientes en chorro.



Figura 1. Portada del trabajo “Le tourbillon, principe générale à la base de la climatologie dynamique”, de Pedelaborde, en *Annales de Géographie*, 1957
Este artículo tuvo una repercusión muy destacada en la climatología española, especialmente como material didáctico en la asignatura de “Climatología General” y en publicaciones posteriores de Gil Olcina.

Pocos años después, en 1971, el geógrafo francés George Viers editará en Presses Universitaires de France su conocido manual de *Climatología*, que pronto sería traducido al castellano (1975) y utilizado como libro de consulta básico en la universidad española. Por su parte, Pierre Pagny publicará también un manual de *Climatología* en la conocida colección

³³ Sverre Pettersen (1898–1974) fue uno de los meteorólogos que formó parte de uno de los tres equipos de meteorólogos encargados de elaborar la predicción atmosférica para la fijación del día del desembarco de las tropas aliadas en Normandía (día-D).

“*Que je sais?*” en 1973 que se convertirá, en su propia edición francesa, en uno de los libros más difundidos sobre esta temática en España, lo que llevará a su traducción al castellano en 1982.

El geógrafo británico Richard J. Chorley y el meteorólogo estadounidense Robert G. Barry publicarán en 1968 la primera edición de su manual de climatología³⁴ que pronto se convertirá en una referencia básica para la docencia y la investigación climática en la geografía española. La distribución de apartados dentro de esta monografía resultaba novedosa porque rompía con la secuencia temática tradicional en este tipo de obras en las que se sucedía el estudio de los elementos del clima, la dinámica atmosférica y la distribución regional de las variedades climáticas. En los primeros capítulos de esta obra se incluía un apartado sobre balance energético planetario y sobre “variación de la presión y la velocidad del viento con la altura” con explicación detallada de las corrientes en chorro y su influencia en la dinámica atmosférica de la troposfera. El estilo didáctico de su texto y la selección cuidada de figuras y gráficos explicativos explican la enorme difusión que tuvo en nuestro país desde inicios de los años setenta que se publicó la primera edición en castellano.

Ese mismo año, el meteorólogo alemán H. Flohn edita otro manual de climatología que sería manejado por la geografía española de esos años³⁵. Flohn destaca la importancia de la dinámica atmosférica, en altitud y superficie, para el establecimiento de tipos climáticos en la superficie terrestre. Y ofrece una clasificación de tipo genético, sobre un continente imaginario, en la que el criterio básico de caracterización de las variedades climáticas es, justamente, los rasgos de la circulación atmosférica regional.

Los estudios sobre dinámica atmosférica en altitud de meteorólogos españoles

Entre los autores españoles que introducirán las nuevas ideas acerca de la circulación atmosférica en las capas altas y la importancia de las corrientes en chorro para la caracterización de los tiempos y climas peninsulares destacan algunos nombres del ámbito de la física y la meteorología: Due Rojo, Biel Lucea, Rodríguez Franco y Jansá Guardiola. Estos autores publicarán, a partir de mediados de los años cincuenta del siglo pasado, varios artículos relativos a estas cuestiones que tendrán amplio eco en la climatología geográfica española.

Es interesante destacar que el manual de referencia en los años previos a la Guerra Civil era la *Meteorología* de José María Llorente³⁶, editada en 1930, que tendrá amplia difusión entre la ciencia de la época; en él se incluía una breve mención a la circulación atmosférica en las capas altas, aunque sin referirse a la presencia de corrientes de viento a gran velocidad (corrientes en chorro). Así, en su apartado sobre “circulación general de la atmósfera”, al hablar de la dinámica atmosférica en latitudes medias señala que en esta región y en superficie “predominan los vientos del sudoeste hasta los 60° de latitud en el hemisferio boreal”, mientras que en altitud existiría una corriente de vientos del oeste generada por “causas mecánicas”: “De los 30° al Polo no puede establecerse otro circuito cerrado, como el existente en el ámbito intertropical, porque la fuerza desviadora es muy grande en esas latitudes e

³⁴ Barry, R.G. and Chorley, R.J. *Atmosphere, weather and climate*, London, Methuen and Co., 1968 (First edition), 318 p. Se tradujo al castellano en 1972 (Barry y Chorley, 1972). Este manual ha conocido nueve ediciones (Routledge, 2010, 9th ed.), con posterioridad, pero no todas ellas traducidas al castellano.

³⁵ Flohn, H. *Le temps et le climat*. L'Univ. Connaissances, Hachette, Paris. 1968. Este ensayo se publicaría en castellano ese mismo año (Flohn, 1968) y, asimismo, en italiano y holandés. En 1969 se editaría en inglés.

³⁶ Lorente, 1930. Conoció una segunda edición en 1939.

inclina tanto el viento que le hace correr con dirección casi del Oeste. Así, por causas mecánicas, se establecen en esas regiones dos corrientes; una polar que viene del Este, y otra tropical que procede del Oeste. Aquí ya no hay corrientes superpuestas, sino que la polar y la tropical se dividen en lenguas que engranan entre sí”³⁷.

La incorporación de las ideas sobre la existencia de corrientes en chorro y su influencia en la dinámica atmosférica de latitudes medias en la meteorología española se producirá unos años después, finalizada la contienda civil. Entre ellos, Ángel Biel Lucea, meteorólogo del Estado en el Servicio Meteorológico Nacional que publicará en 1943 un breve trabajo, ampliamente citado con posterioridad, sobre las masas de aire troposféricas en España y en 1948 un apunte sobre los vientos del oeste en Zaragoza y su variación de dirección con la altura.

Por su parte, Antonio Due Rojo, teólogo y jesuita, director del Observatorio Astronómico y Sismológico de Cartuja (Granada) -una persona con enorme inquietud científica y lector incansable de las novedades de investigación que se iban produciendo en países europeos y en los Estados Unidos y que se publicaban en revistas internacionales que llegaban al CSIC- dedicarían varios trabajos a cuestiones meteorológicas. Entre ellos, una nota en la Revista de Geofísica en 1954 sobre el “río aéreo estratosférico” en la que se comentan los rasgos de la corriente en chorro a partir de los trabajos de meteorólogos americanos.

El meteorólogo Pedro Rodríguez Franco publicará en esos años en la *Revista de Geofísica* una serie de estudios sobre las corrientes en chorro y su influencia en el desencadenamiento de inestabilidad atmosférica en la península Ibérica. Estos trabajos tendrán un amplio seguimiento en los estudios de climatología de España realizados por geógrafos entre los años cincuenta y setenta del siglo pasado.

Por su parte, Jansá Guardiola, considerado el “padre de la climatología mediterránea”³⁸, realizará una serie de trabajos sobre corrientes en chorro, masas de aire y discontinuidades, especialmente centrados en la cuenca del Mediterráneo occidental, que resultarán básicos para entender los tiempos y climas de esta región climática. Estos trabajos tendrán continuidad, en rigor y calidad, en las aportaciones de Jansa Clar desde los años ochenta del pasado siglo.

En este contexto, el meteorólogo Lorente, cuyo manual de Meteorología había sido, como se ha señalado, referencia bibliográfica en los años previos a la Guerra Civil, publicará en 1961 un nuevo manual, con varias ediciones posteriores, ampliamente citado en trabajos geográficos sobre climatología de España. En esta nueva obra Lorente incorporará las ideas sobre dinámica atmosférica y circulación general, explicando el mecanismo de las corrientes en chorro y sus efectos en las perturbaciones de latitudes medias.

Junto a estos autores, otro meteorólogo de gran predicamento en la climatología geográfica española en los años sesenta y setenta del siglo pasado será Mariano Medina. Con su gran capacidad didáctica, publicará una serie de trabajos sobre circulación en la alta atmósfera y

³⁷ Lorente, 1930, p. 131.

³⁸ Miró-Granada, 1998.

efectos dinámicos de las corrientes en chorro con numerosos dibujos y esquemas, que serán muy citados en trabajos posteriores de meteorología sinóptica y climatología geográfica³⁹.

Se trata de autores y trabajos que serán conocidos por los geógrafos españoles que estudian en esos años los tiempos y climas de España, a partir de consultas bibliográficas realizadas en el Instituto J. S. Elcano del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el CSIC era en esa época uno de los centros de recepción de revistas internacionales y de edición de propias revistas, entre las que destacan, para la cuestión analizada, *Estudios Geográficos*, que editaba el propio Instituto Elcano, y la *Revista de Geofísica*.



Figura 2. Portada del libro “El tiempo es noticia” (1965, 2ª ed.) de Mariano Medina.

Editado por primera vez en 1964, mereció diversas reimpresiones en años posteriores. A partir de 1980, se publicaría con el título “Iniciación a la Meteorología” (Ed. Paraninfo).

La incorporación de la circulación atmosférica en altitud en la climatología geográfica española (1950-1980)

Los trabajos de referencia básica (1950-1972)

Será el profesor López Gómez el que introducirá en la geografía española estas nuevas ideas sobre dinámica atmosférica y en particular la existencia de una corriente de vientos del oeste a gran velocidad en las capas altas de la atmósfera. Un artículo suyo publicado en 1955 en *Estudios Geográficos*, en realidad un extenso y bien documentado *summary*, resultará fundamental en la incorporación a la geografía española de las ideas modernas sobre

³⁹ Para comprender la personalidad y la importancia de las aportaciones académicas de Mariano Medina resulta excelente el reciente estudio de José Miguel Viñas sobre su vida y obra editado en el portal de divulgación meteorológica “Divulgameteo”. (Viñas, 2015).

circulación atmosférica general y la importancia de las corrientes en chorro para la caracterización del tiempo y clima en un territorio⁴⁰. Se puede afirmar que este artículo sobre las corrientes en chorro de López Gómez marcó un antes y un después en la evolución de la disciplina climática en la geografía española. Se trata de un extenso trabajo en el que se hace un repaso de las etapas del descubrimiento de las corrientes en chorro, de la caracterización de los jet stream existentes en la troposfera alta -dos de componente oeste (chorro del frente polar, chorro subtropical) y uno de componente este (corriente ecuatorial)- así como de su relación con las perturbaciones atmosféricas en las distintas zonas de circulación atmosférica general.

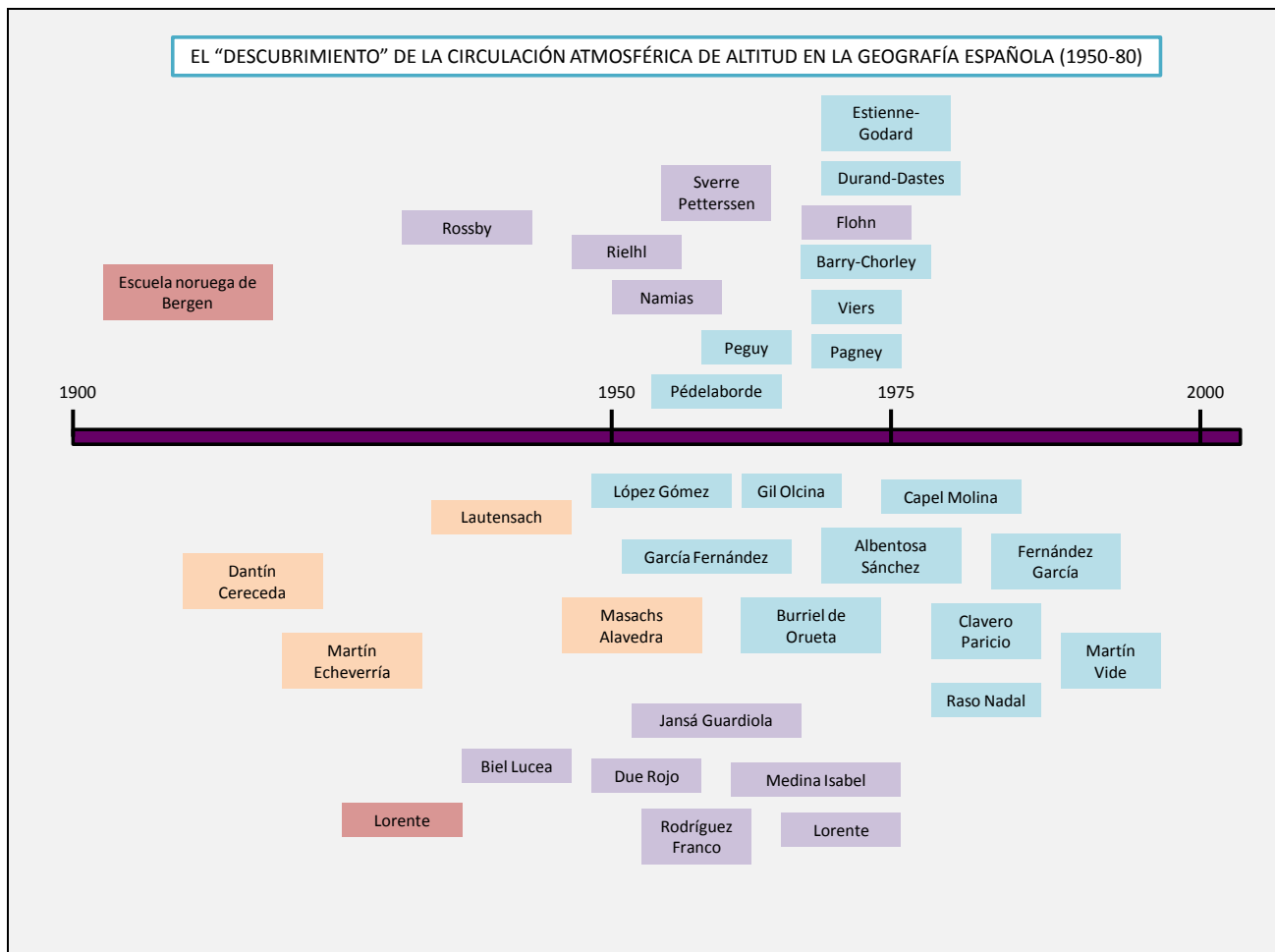


Figura 3. El "descubrimiento" de la circulación atmosférica de altitud en la geografía española (1950-1980).

Elaboración E. Burriel y J. Olcina

(Leyenda de colores: color ocre: meteorólogos que no hacen alusión a la circulación atmosférica en altitud; color violeta: meteorólogos que asumen la importancia de la circulación atmosférica en altitud; color naranja: geógrafos que no mencionan la circulación atmosférica en altitud; color azul: geógrafos que destacan el papel relevante de la circulación atmosférica en altitud).

Es interesante destacar la afirmación que realiza López Gómez al inicio de su estudio sobre la existencia de dos corrientes de pensamiento en la "meteorología moderna". Una corriente más

⁴⁰ Un año antes, en 1954, López Gómez había publicado otro interesante trabajo sobre los "vientos de la alta atmósfera" que fue una puesta al día de las ideas científicas existentes en esa época sobre la circulación del aire en las capas altas de la atmósfera entre 12 y 100 km. de altitud (estratosfera e ionosfera), donde se apuntan, asimismo, las relaciones existentes en el movimiento de los vientos entre la estratosfera y la corriente en chorro polar de la alta troposfera

antigua, “derivada de la escuela frontológica noruega, que relaciona las perturbaciones con la baroclinia de la troposfera media, el gradiente vertical del viento que está asociado y el papel esencial de las superficies de discontinuidad de temperatura”. Y otra corriente, más moderna, basada “en los trabajos de Rossby, que atribuye el factor clave a la capa barotrópica próxima a la tropopausa, donde la circulación zonal posee máxima energía y con movimientos casi horizontales”⁴¹.

López Gómez representa el punto de inflexión que experimentará la climatología geográfica española a mediados del siglo XX: la apuesta por la importancia de la circulación en las capas altas de la troposfera como motor de la dinámica atmosférica y de sus efectos en el tiempo diario en todo el planeta. La cuestión, a partir de entonces, será encontrar la relación dinámica entre circulación en capas altas y en superficie, aspecto que iría resolviendo la disciplina meteorológica en las décadas posteriores y que la climatología recogerá en sus trabajos sobre la explicación de la diversidad climática de la superficie terrestre.

Uno de los apartados de mayor interés en este trabajo de López Gómez es la extensa relación de bibliografía que se incluye en el artículo. Son ciento cincuenta referencias de autores “clásicos” de la meteorología y climatología en esa época, que resultarán aportaciones fundamentales en los estudios de ambas disciplinas desarrollados con posterioridad. Esto permite comprobar las investigaciones sobre este tema que consultaban algunos geógrafos españoles en esos años. Junto a los trabajos esenciales de los meteorólogos de la Escuela noruega de Bergen (Bjerkness, Solberg, Bergeron), destacan los estudios “nuevos” de Rossby, Palmén, Pettersen, Namias, Riehl, Sutcliffe, o los considerados más innovadores en esos años de Kotesvaram, Vourela, Venkiteswaran y Yegnarayanan, en relación con el descubrimiento de la corriente en chorro ecuatorial del este.

El trabajo de López Gómez es, en esencia, una exhaustiva revisión de la bibliografía internacional existente hasta mediados de los años cincuenta sobre circulación atmosférica general y dinámica de los vientos en la troposfera. El conocimiento de este tema por parte del profesor López Gómez deriva de un interés personal por la climatología, que no implica investigación propia sobre el tema sino recopilación de conocimientos aportados por meteorólogos y climatólogos extranjeros de la época y también de los trabajos de físicos españoles como Due Rojo o Jansá Guardiola.

Estas ideas sobre la dinámica atmosférica de altitud irán incorporándose en la disciplina geográfica española en trabajos posteriores del propio López Gómez, de otros geógrafos españoles de su misma generación como García Fernández, y luego de la generación siguiente como sus discípulos directos Gil Olcina, Burriel de Orueta o Fernández García, u otros como Albentosa Sánchez o Capel Molina. López Gómez incorporará estas ideas modernas sobre dinámica atmosférica e importancia de las corrientes en chorro en el renovado capítulo sobre “El clima” en la edición de la *Geografía de España* en 1978 en la Editorial Ariel coordinada por Manuel de Terán y Luis Solé Sabarís.

El profesor García Fernández elaboró y editó en 1963, en formato de cuaderno de apuntes para el alumnado, una recopilación de sus lecciones de clase sobre “*El Clima de España*”, que era una brillante sistematización de los factores que explican los tiempos y climas de España. Tras un primer apartado dedicado al análisis de los factores geográficos de los climas de

⁴¹ López Gómez, 1955, p. 309.

España, García Fernández hace relación de los elementos de la dinámica atmosférica peninsular que, según él, en esencia serían:

- El anticiclón de las Azores, centro de acción que merece esta categoría únicamente si supone el arrastre de la masa de aire tropical marítima a la península Ibérica.

- Los anticiclones polares oceánicos, que son originados por la masa de aire polar marítima y que “irrumper en las latitudes medias como consecuencia de los fenómenos de descarga fin de familia” de borrascas atlánticas⁴². Resulta muy significativo observar el empleo de esta expresión “anticiclón polar oceánico” y la justificación genética de estas estructuras a las que otorga la categoría de centro de acción, dos décadas antes de que el climatólogo francés M. Lerroux presentara su trabajo sobre las “altas polares móviles” de tanta repercusión en la disciplina climática con posterioridad⁴³.

- El anticiclón peninsular invernal, que es un tipo de tiempo que no merece la categoría de centro de acción propiamente dicho sino de “dinámica extraña” derivada de la presencia de masas de aire polar continental, ártico marítimo o incluso tropical marítimo que experimentan estabilización sobre un suelo enfriado en los meses de enero y febrero.

- El anticiclón escandinavo o euroasiático, formado por aire polar continental situado en invierno en el sector noreste de Europa, entre Finlandia y norte de Rusia. La península Ibérica “constituye el límite meridional de expansión de estos anticiclones”, de manera que, como señalaba García Fernández, la masa de aire polar continental experimenta “un cierto caldeamiento al avanzar hacia regiones cada vez más meridionales”. Este tipo de tiempo es el responsable de fuertes períodos de frío en España (olas de frío), entre las que el autor destacaba las de diciembre de 1922, 1933, 1946 y 1962, las de enero de 1914 y 1945 y las de febrero de 1901, 1902, 1938, 1954 y 1956.

- El anticiclón atlántico norte, que está constituido por la masa de aire ártico marítima, menos fría que el aire polar continental pero más inestable, lo que supone que “las nevadas adquieran carácter de generalidad”.

- Por último, señala la existencia de una “depresión peninsular estival” aunque precisa que “tiene muy poca importancia en el juego general de la dinámica atmosférica” porque en las capas altas se sitúa en esos momentos una cresta de aire tropical sobre la península Ibérica.

A continuación, García Fernández señala la existencia de tres discontinuidades que caracterizan también los tipos de tiempo en España: el frente polar, el denominado frente mediterráneo y el “frente de los alisios”. El primero es el que más atención merece en este trabajo y se señalan vías de penetración de borrascas y frentes asociados en nuestro territorio, a la manera del trabajo clásico de Van Bebbber para el caso europeo.

Son interesantes las consideraciones que García Fernández realiza sobre el frente mediterráneo en esa época. Rechaza su existencia en otoño y primavera por enfrentamiento entre el aire polar marítimo y el genuinamente mediterráneo como había argumentado Masachs Alavedra en la *Geografía de España y Portugal*; pero a la vez señala que “no se

⁴² García Fernández, 1963, p. 9.

⁴³ Gil y Olcina, 1997, p. 283-289.

puede negar, con absoluta evidencia, que el Frente Mediterráneo exista”, aunque indica que es difícil observarlo en los mapas sinópticos de superficie.

Por otra parte, afirma la existencia de un “frente de los alisios” formado por el contacto entre aire tropical marítimo y aire tropical continental y con el que se relacionarían algunas situaciones de lluvia en el sur y suroeste peninsular. Tanto el frente mediterráneo como el de los alisios quedaron descartados como discontinuidades de los tiempos y climas de España desde los años ochenta del pasado siglo. Y el “frente polar” como mecanismo de enfrentamiento de masas de aire y génesis de discontinuidades de inestabilidad atmosféricas ha experimentado, asimismo, cambios importantes en su concepción⁴⁴.



Figura.4. Portada de la publicación *El clima de España*, de García Fernández, editado en la Universidad de Valladolid en 1963.

García Fernández termina su trabajo con un interesante apartado dedicado a la “circulación de la alta troposfera y su influencia en las situaciones de tiempo en la península Ibérica”⁴⁵. Afirma, con acierto, que “la consideración de los centros de acción y las discontinuidades es satisfactoria para explicar muchas de las situaciones de tiempo que se producen sobre la Península, pero no todas pueden ser comprendidas considerando únicamente los fenómenos de superficie”. Y para ello incluye unas valoraciones de la influencia de la corriente en chorro en 300 y 500 mb. sobre las borrascas y frentes de superficie y un apartado detallado sobre las “gotas frías” y sus efectos en los tiempos inestables que afectan en cada época del año a las tierras peninsulares. Sorprende el detalle en sus valoraciones de las gotas frías, fruto de un trabajo personal de análisis diario de mapas de tiempo de varios años (1956-1961).

Muchas de las conclusiones que se incluyen en este apartado de su cuaderno sobre *El clima de España* las recuperará García Fernández en su libro sobre *El clima en Castilla y León* (1986),

⁴⁴ Gil y Olcina, 1997, p. 275-283.

⁴⁵ García Fernández, 1963, p. 21-25.

sin duda el mejor ensayo de climatología regional elaborado en nuestro país en la segunda mitad del siglo XX. Es curiosa la distinción que realiza al explicar la relación entre circulación en altitud y fenómenos en superficie, entre los efectos del “jet stream” propio de la alta troposfera (300 mb) y el que denomina “jet front” que sería una réplica de aquél en 500 mb. Esta distinción, que fue común en trabajos de varios meteorólogos americanos editados en los años cuarenta y cincuenta del siglo pasado⁴⁶, cayó pronto en desuso al comprobarse que en la troposfera media el viento del oeste es mero reflejo dinámico de la corriente en chorro superior.

Por lo demás, las últimas páginas de este estudio están dedicadas a la presentación de los “grandes conjuntos climáticos de la península Ibérica”. García Fernández distingue cinco grandes regiones climáticas, a partir del análisis de sus rasgos térmicos, pluviométricos y de la distribución anual de los tipos de tiempo y sus efectos. Se trata de uno de los relatos más geográficos de climatología regional escritos en nuestro país, que será ampliamente citado en manuales posteriores sobre tiempos y climas de España.

El profesor Gil Olcina, discípulo directo de López Gómez de quien recibió sin duda el interés por la climatología y una muy buena formación básica en esta disciplina, es otro autor de referencia en la evolución de la climatología española en la segunda mitad del siglo XX. Desde su incorporación en 1971 al Departamento de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid como profesor Agregado de “Geografía General y de España”, comenzará a impartir lecciones de climatología general, en las que la explicación de los principios del movimiento del aire (principios del torbellino) y la circulación en la alta troposfera (corrientes en chorro) será una parte fundamental de su docencia en esta materia. A comienzos de los años setenta del pasado siglo Gil Olcina, a través de sus metódicos apuntes de clase, adapta con claridad y rigor para la geografía española las aportaciones de Pédelaborde sobre dinámica atmosférica, y muy especialmente sus trabajos sobre los principios del torbellino y la circulación de la alta atmósfera.

Asimismo, Gil Olcina aproximará a la geografía española el trabajo de otros geógrafos y climatólogos franceses cuyas investigaciones se editan en revistas francesas de la época (en especial *Annales de Géographie*) y de los que se comercializan asimismo monografías y manuales universitarios en lengua francesa (Viers, Peguy, Pagney, Estienne y Godard, Viaut), y también de los ensayos sobre la materia del ámbito anglosajón y germano (Barry y Chorley, Petterssen, Flohn).

En uno de sus primeros trabajos de investigación sobre “El régimen del río Guadalentín” (1968), a pesar de no tratar de forma específica el análisis de las causas climáticas de las crecidas del río-rambla surestino, manifiesta su profundo conocimiento de aspectos climáticos al destacar el funcionamiento de una atmósfera inestable con desarrollo de forzamientos adiabáticos por presencia de aire frío en capas altas: “no es extraño que los cumulonimbos, originados por la inestabilidad térmica de la atmósfera, se resuelvan en lluvias impetuosas y breves”⁴⁷.

Será bastantes años después, en 1984, cuando sus apuntes y anotaciones docentes sobre climatología general se plasmarán en el capítulo de climatología del primer volumen de la

⁴⁶ Vid. entre otros, Philips, 1950; Namias, 1950; Rossby, 1949; Riehl, 1962.

⁴⁷ Gil Olcina, 1968, p. 171.

Geografía General, coordinada por Bielza de Ory. Años después, el contenido de este capítulo será el germen de un documentado manual de Climatología, en colaboración⁴⁸.

En 1972, Burriel de Orueta, también discípulo directo de López Gómez, elabora una detallada síntesis sobre dinámica atmosférica y tipos de tiempo en España, a modo de estado de conocimientos sobre el tema en ese momento. Se trata de una investigación realizada para el tercer ejercicio del Concurso-Oposición a la Cátedra de Geografía de la Universidad de La Laguna que apenas tuvo difusión en su momento y que acaba de ser recuperado en *Scripta Vetera*⁴⁹. Pero ya en 1970 en el capítulo del clima de su Tesis Doctoral acudía a la dinámica en altura para explicar los tipos de tiempo en la huerta de Valencia y hacía referencia a las publicaciones de López Gómez y de Jansá sobre la corriente en chorro⁵⁰.

En la primera parte del trabajo de 1972, Burriel hace una síntesis de los conocimientos del momento en España en relación a la dinámica atmosférica. Presenta las dos teorías explicativas de la dinámica atmosférica peninsular: la “tradicional” basada en la teoría frontológica y los aspectos de circulación en superficie; y la más “actual”, que Burriel considera la correcta, basada en la circulación de vientos en altitud y su influencia en la génesis de los tipos de tiempo. Luego en el estudio estacional de los tipos de tiempo se contrastan estas dos explicaciones (clásica y actual) en las diversas situaciones de cada una de ellas (otoño, invierno, primavera y verano).

Esta parte es sin duda deudora de los trabajos de López Gómez y García Fernández y de su relación personal y académica con Gil Olcina. Se manejan con precisión los términos que denominan las diferentes figuras sinópticas que se generan en la propia circulación de las corrientes en chorro polar y subtropical en latitudes medias (vaguadas, crestas, gotas frías). La estrecha relación entre la circulación atmosférica en capas altas y bajas de la troposfera está también bien expresada⁵¹. Utiliza la expresión “*jet polar front*, JFP” (chorro del frente polar o “chorro septentrional”), recogida por García Fernández y que poco después caería en desuso sustituida por el simple término de “jet polar” o “corriente en chorro polar”. También emplea el concepto “*shear line*” para hacer mención a procesos meteorológicos que desarrollan inestabilidad atmosférica en relación con la génesis de discontinuidades en situaciones de bloqueo, cuyo uso en latitudes medias cayó, igualmente, en desuso; hoy queda referida, en climatología regional, a la designación de estrechas superficies de discontinuidad con cambios en la velocidad de viento muy acusados, desarrolladas en sectores terminales de frentes ocluidos de capas bajas y medias de la troposfera exclusivamente del ámbito intertropical.

La principal aportación de este trabajo es su segunda parte en la que se incluye un catálogo bien estructurado, sencillo pero completo, de tipos de tiempo en España, que se explican a partir de los principios de la teoría de la dinámica atmosférica en altitud descritos en la primera parte del trabajo. La ejemplificadora selección de casos que se aporta es resultado de un minucioso estudio de los mapas de tiempo en superficie y altitud de los Boletines Meteorológicos Diarios para una serie comprendida entre enero de 1965⁵² y noviembre

⁴⁸ Gil Olcina y Olcina Cantos, 1997.

⁴⁹ Burriel, 1972 y 2015.

⁵⁰ Burriel, 1970, p. 25-32.

⁵¹ Así afirma que “Toda borrasca está en relación con el Jet Stream. Sin embargo, no todo Jet da lugar a la formación de borascas. En efecto, la ondulación del Jet produce siempre una baja; pero para que haya borrasca el aire caliente ascendente ha de estar lo suficientemente húmedo para condensarse; aquí tienen pues su papel las masas de aire con su inestabilidad” (Burriel, 2015, p. 8).

⁵² Hay que recordar que desde mediados de 1964 se dispone de topografías de altitud en los Boletines Meteorológicos Diarios editados por el Servicio Meteorológico Nacional.

de 1972 (cuadro 1). En total se presentan 16 tipos de tiempo, organizados estacionalmente; y en bastantes de ellos se muestra con detalle la evolución que experimenta (días previos, centrales y posteriores)

Cuadro 1.
Catálogo de tipos sinópticos en el trabajo “Dinámica atmosférica y tipos de tiempo en España”
(Burriel de Orueta, 1972)

Estación	Tipos de tiempo característicos
Otoño	1.-Evolución de una vaguada de otoño, acentuándose hasta convertirse en gota fría, que se desplaza luego progresivamente hacia el este. Tiempo lluvioso. 2.-Lluvias torrenciales sobre todo en la mitad oriental de la península ibérica. Gotas frías de otoño. 3.-Lluvias generales pero moderadas. Vaguada poco acentuada de otoño; zona de salida de la vaguada. 4.-Situaciones de frío y heladas en otoño. Zona de entrada de una vaguada. 5.-Situaciones de buen tiempo despejado y caluroso. Cresta del Jet Front Polar; las vaguadas quedan más al norte.
Invierno	1.-Tiempo lluvioso general. Vaguadas del Jet Front Polar sobre la península ibérica; zona de salida de la vaguada. 2.-Olas de frío, por invasión de aire polar continental. Cresta del Jet Front Polar inclinada hacia el este, al norte de la península ibérica. Tiempo despejado pero muy frío con fuertes heladas. 3.-Tiempo muy frío con nevadas generales. Vaguadas árticas del Jet Front Polar. 4.-Lluvias en el sur y a veces en el este de la península y despejado en el resto. Situación de bloqueo con un chorro del Jet Front Polar y otro del Jet subtropical.
Primavera	1.-Lluvias bastante generales, con predominio en el sur y este. Situación de bloqueo con dos chorros, uno del Jet septentrional y otro del Jet subtropical. 2.-Tiempo lluvioso general. Vaguadas del Jet Stream en primavera. Zona de salida de la vaguada. 3.-Situaciones de frío en primavera. Zona de entrada de una vaguada del Jet Front Polar con tiempo frío y despejado; o zona de salida de una vaguada ártica con mal tiempo general. 4.-Situaciones de buen tiempo, despejado y caluroso. Cresta del Jet Stream y las vaguadas al norte de la península ibérica.
Verano	1.-Tiempo despejado y caluroso. Cresta del Jet Front Polar sobre la península. 2.-Precipitaciones en el norte de la península ibérica. Desplazamiento de la cresta del Jet Stream al E. o NE. 3.-Tormentas estivales, dispersas o generales. Gotas frías de verano.

Fuente: Burriel de Orueta, 1972 y 2015.

Es interesante destacar que el repertorio bibliográfico que maneja este trabajo reúne los estudios principales y básicos de climatología del momento y específicamente de las ramas sinóptica y dinámica. En este apartado, el trabajo de Burriel también resulta novedoso al incluir trabajos poco manejados por la climatología geográfica en España. Así, se relacionan, sobre todo, obras de meteorólogos y climatólogos del ámbito anglosajón (Reiter, Riehl, Sutcliffe, Crowe, Fritz, Neuberger, Cahir) y obras clásicas en lengua francesa (Briot, Queney, Nicolet, Tasson y Dessens). Se incluyen trabajos de amplia difusión en nuestro país sobre catalogación sinóptica (Zimmerschied, Baur); y no faltan tampoco obras fundamentales elaboradas por meteorólogos españoles (Jansá Guardiola, Linés Escardó, Lorente, Castaños).

La incorporación de las nuevas ideas a los manuales universitarios de Geografía

Después de estos trabajos que incorporaron progresivamente las nuevas ideas sobre circulación atmosférica general y la importancia de la dinámica atmosférica en las capas altas de la troposfera en la caracterización de los tiempos y climas de España, la dinámica en altura y sus efectos en los tiempos y climas de nuestro país va a aparecer ya recogida en los manuales de geografía universitarios.

Sin embargo, en el manual de Vilá Valentí sobre *La Península Ibérica* de 1968 -que conocerá una primera edición simultáneamente en lengua francesa y española- no aparecen aún recogidas las aportaciones ya realizadas por López Gómez y García Fernández. El apartado dedicado al análisis del clima y las aguas incluye una breve descripción de la dinámica atmosférica en la que se explican las masas de aire y los mecanismos de circulación en superficie (borrascas, anticiclones y superficies frontales). Pero en él no se hace mención a la circulación atmosférica en altitud y las corrientes en chorro ni a su importancia en el desarrollo de situaciones sinópticas y tipos de tiempo en el territorio español⁵³.

El primer manual en que se destaca la importancia de la circulación de altitud como mecanismo definidor de los tiempos y climas es la brillante síntesis sobre la personalidad geográfica del territorio español, elaborada por Ángel Cabo en la prestigiosa *Historia de España* de Alfaguara (1973)⁵⁴. Afirma Cabo Alonso que “uno de los fenómenos que inciden sobre el clima peninsular y baleárico es la corriente en chorro, río de aire que discurre de Oeste a Este por latitudes medias del hemisferio norte, a unos nueve kilómetros de altitud. Cuando su velocidad es inferior a los 150 kilómetros por hora, forma ondulaciones, con vaguadas o penetraciones de aire frío septentrional hacia el Sur y cuñas o crestas que son avances hacia el Norte de aire más meridional y cálido”⁵⁵.

Unos años después, Floristán Samanes en un ensayo sobre los contrastes del territorio español⁵⁶ incluirá una explicación de sus rasgos climáticos destacando la importancia de la dinámica atmosférica en superficie y en las capas altas de la troposfera a la hora de justificar la diversidad de tiempos y climas en España. Así, afirma que “el chorro y el frente polar sufren en cualquier época del año unos desplazamiento latitudinales irregulares. Unas veces discurre aquél veloz y zonalmente... otras veces la velocidad es lenta o muy lenta y entonces describe pronunciadas ondas o meandros, de suerte que la circulación es meridiana en vez de zonal, con alternancia marcada de valles o irrupciones frías hacia el Sur que pueden terminar en gotas frías y de crestas o irrupciones cálidas hacia el Norte, que pueden resolverse en burbujas calientes”⁵⁷.

A partir de 1978, la edición de la *Geografía de España* de Terán y Solé Sabarís, correrá a cargo de la editorial Ariel y supondrá la incorporación de un capítulo totalmente renovado sobre “El Clima” a cargo del profesor López Gómez. Frente a la distribución de apartados de

⁵³ Vilá Valentí, 1968, p. 74-77.

⁵⁴ Cabo Alonso, 1973. Esta obra mereció una edición renovada en 1990. El capítulo del profesor Cabo Alonso se mantuvo fiel a la edición inicial de los años setenta. Las páginas 47 a 49 de esta magnífica síntesis sobre la geografía de España, incluida en una obra de finalidad histórica, están dedicadas a la explicación de los centros de acción climática y los tipos de tiempo principales en cada estación del año.

⁵⁵ Cabo Alonso, 1973, p. 47-48.

⁵⁶ Floristán Samanes, 1974, p. 66-69.

⁵⁷ Floristán Samanes, 1974, p. 67.

Masachs Alavedra, que se iniciaba bajo los supuestos de la climatología analítica o de las medias, López Gómez comienza con la explicación de los factores generales y regionales del clima de España, entre los que destaca la dinámica atmosférica en capas altas –corriente en chorro- y descripción de las masas de aire que afectan al territorio español. Supone la plasmación definitiva en un manual universitario de las ideas modernas sobre climatología dinámica; la circulación atmosférica en altitud y sus efectos en los tipos de tiempo y, en definitiva, en el clima de un territorio son piezas básicas en una obra generalista como ésta.

El capítulo dedicado al clima en la *Geografía General* coordinada por Bielza de Ory, fue elaborado por Gil Olcina que reflejó en él todos sus conocimientos de las nuevas ideas sobre la dinámica atmosférica. Este manual universitario será ampliamente citado y manejado con posterioridad en la enseñanza de la climatología geográfica en nuestro país.

Las nuevas ideas también se van a reflejar en la edición moderna de la *Geografía de Portugal*, publicada en cuatro volúmenes entre 1987 y 1991, ahora bajo la supervisión y actualización de Suzanne Daveau⁵⁸. En ella se incorporará un apartado bien documentado sobre dinámica atmosférica del país ibérico, destacando la importancia de la circulación de la corriente en chorro, de las figuras sinópticas que dibuja en función de su mayor o menor índice zonal y de la aparición de “gotas frías” en el reparto de precipitaciones a lo largo del territorio portugués. La dinámica atmosférica en capas altas se entiende ya como aspecto básico para comprender el reparto de tiempos y climas en Portugal. Esta interpretación moderna de la dinámica atmosférica inaugurará la etapa posterior de la climatología portuguesa que desarrollarán De Brum Ferreira y sobre todo Alcoforado.

Las primeras tesis doctorales específicamente climáticas en la geografía española (1972-1980)

A partir de principios de los años setenta del siglo pasado, ya con las nuevas ideas de la dinámica en altitud bien asentadas en la geografía universitaria española, se inicia una etapa fructífera para la climatología geográfica española; se van a elaborar los primeros trabajos de investigación doctoral específicamente climáticos, con un tratamiento completo de la dinámica atmosférica y sus efectos en los distintos territorios de estudio. En este contexto, Albentosa Sánchez elaborará la primera tesis sobre climatología en sentido estricto en 1972. Su trabajo sobre “*Los climas de Cataluña. Estudio de climatología dinámica*” abre la etapa moderna de la climatología geográfica en nuestro país, que supondrá la realización de trabajos de investigación (memorias de licenciatura, tesis doctorales) específicos sobre tiempos y climas en España. De este modo, la geografía española comienza a desarrollar esta especialidad temática que se convertirá pronto en una de las más dinámicas de la disciplina.

Albentosa recoge también las ideas de Pédelaborde sobre la climatología dinámica y apuesta por esta rama de la climatología que se iba abriendo paso en las investigaciones climáticas en Europa desde finales de los años cincuenta del pasado siglo. En el resumen de su tesis Albentosa señala que ha “analizado detalladamente las dos corrientes principales de investigación en Climatología -métodos analítico y dinámico- y (...) resulta evidente que la Climatología dinámica presenta considerables ventajas. En efecto, este método de estudio se basa en los estados verdaderos del tiempo y, por tanto, es menos abstracto y refleja más

⁵⁸ El tomo II está dedicado a *O Ritmo Climático e a Paisagem*. En él se incluye una profunda actualización del capítulo sobre el clima de Portugal, realizado por Suzanne Daveau (p. 387-464).

fielmente la naturaleza del medio atmosférico (...). Además parece evidente que el método tradicional de la Climatología (el analítico) es incapaz de llegar al conocimiento de las causas verdaderas de los fenómenos del tiempo, y la imagen que resulta de su aplicación se aparta considerablemente de la realidad. Operando con valores estadísticos de temperaturas medias, de precipitaciones, etc., no se llega más que al planteamiento de unos problemas, cuyas soluciones deben buscarse en el análisis de los mecanismos físicos de la atmósfera, y, particularmente, en las variaciones diarias de la circulación en relación con los factores geográficos”⁵⁹.

Esta división tajante entre dos modalidades de estudios climáticos –analítica y dinámica- no tuvo eco en la geografía española. Aunque se han desarrollado estudios característicos de una u otra forma de entender el análisis climático, se entendió, desde el trabajo del propio Albentosa, que el enfoque analítico y el dinámico deben ser complementarios si se quiere tener una idea completa de los rasgos climáticos de un territorio. Albentosa señaló este extremo para justificar la diversidad climática de Cataluña en las páginas iniciales de su trabajo doctoral: “el estudio analítico del clima es necesario como trabajo previo al estudio dinámico, con el fin de conocer los elementos que constituyen las combinaciones reales que determinan el clima de la región; y en regiones como Cataluña, donde la compartimentación en unidades inferiores y la diversidad son los caracteres más sobresalientes del paisaje, el estudio analítico del clima es fundamental para conocer la rica gama de matices climáticos”⁶⁰.

Albentosa incorpora plenamente el estudio de la circulación atmosférica de altitud para la caracterización de los tipos de tiempo. La influencia francesa sigue siendo principal en su obra (Pedelaborde, Pagny, Peguy, Viers, Durand-Dastes, Hufty), pero muestra conocer los trabajos, clásicos y modernos, de meteorólogos estadounidenses (Rossby, Riehl, Reiter) sobre las corrientes en chorro y circulación en capas altas atmosféricas y, por supuesto, los de geógrafos y meteorólogos españoles (López Gómez, Rodríguez Franco, Biel Lucea, Jansá Guardiola).

Un aspecto de interés que aportarán los trabajos de Albentosa Sánchez y de sus discípulos (Clavero Paricio, Raso Nadal y Martín Vide) es el método de análisis de las situaciones sinópticas para la caracterización de los tipos de tiempo que justifican el clima de un espacio geográfico. En España, hasta los años sesenta de la pasada centuria se habían manejado básicamente dos métodos de análisis y tipología sinóptica⁶¹:

- La caracterización de tipos de tiempo francesa, derivadas del trabajo doctoral de Pedelaborde⁶², en la que las situaciones se clasifican en virtud de las masas de aire que los originan y de la circulación de dicha masa aérea en altitud y superficie. Para la caracterización de los tipos de tiempo resulta fundamental el estudio del reparto estacional de estas situaciones atmosféricas, de manera que el análisis del clima de un territorio debía incluir un apartado con la explicación del tiempo atmosférico y del clima resultante en cada estación del año.

- Los tipos de tiempo a gran escala alemanes, con origen en los estudios de Zimmerschied y de Baur a finales de los años cuarenta del siglo XX, completados diez años después con los de

⁵⁹ Martín Vide, 1984, p. 355.

⁶⁰ Martín Vide, 1984, p. 356.

⁶¹ Olcina Cantos, 1994.

⁶² Pedelaborde, 1957.

Hess y Nagel⁶³, que continúan la tradición sinóptica de caracterización de *grosswetterlagen* de H. Flohn. En ellos la situación atmosférica es caracterizada en función de la posición de los grandes centros de acción y de la circulación del aire en ellos. En estos trabajos la circulación de las capas altas resulta básica para caracterizar las situaciones atmosféricas y cobra importancia la localización de las “gotas frías” como mecanismo generador de inestabilidad profunda con efectos directos en el tiempo atmosférico diario.

A estas dos influencias, se sumarán los trabajos realizados o dirigidos por Albentosa Sánchez⁶⁴ que incorporan nuevos métodos de análisis sinópticos procedentes de los trabajos realizados a finales de los años cincuenta en el servicio meteorológico de Suiza, bajo la supervisión de Schuepp. En estos catálogos de influencia suiza, elaborados a partir del análisis de mapas sinópticos de 1.000 y 500 mb., las situaciones atmosféricas características se clasifican en función de su carácter “advectivo” o “convectivo”, esto es, si los flujos de aire dominantes son horizontales, en el primer caso, o verticales, en el segundo. El empleo de estos catálogos será una aportación de la “escuela” de climatología de Barcelona-Tarragona en la década de los años setenta y ochenta de la pasada centuria, aunque no tendrán continuidad en estudios posteriores realizados en nuestro país. Una excelente síntesis de las nuevas propuestas sobre climatología dinámica, clasificación de tipos de tiempo y caracterización del clima de un territorio, de Albentosa Sánchez se encuentra en su monografía sobre el “Clima y las Aguas”, dentro de la colección sobre *Geografía de España*, de la editorial Síntesis.

Unos años después de la realización de la tesis doctoral de Albentosa Sánchez, Capel Molina elaborará su tesis doctoral sobre *El clima de la cuenca baja del Guadalquivir* (1976)⁶⁵. De nuevo, se trata de una tesis enteramente climática y, asimismo, hay ya una asunción plena de la importancia de la circulación de las capas altas de la atmósfera y de los movimientos de las masas de aire originados por aquélla. Estamos, como en el caso de Albentosa, en esa nueva etapa de los estudios climáticos en la geografía española que dará como resultado, a lo largo de los años setenta y ochenta de la pasada centuria, excelentes trabajos de climatología regional de España (Clavero Paricio, Raso Nadal, Xercavins Comas, Martín Vide, Quereda Sala, Pita López, Marzol Jaén, Fernández García, Cañada Torrecilla, Galán Gallego, Brunet India, López Bonillo, Ruiz Urrestarazu, Uriarte Cantolla, Cuadrat Prats, Creus Novau, Pejenaute Goñi, Cascos Maraña, Calonge Cano, Castillo Requena). En estos trabajos la integración entre los enfoques analítico y dinámico para la caracterización del clima de un territorio y la importancia de la circulación atmosférica en las capas altas de la troposfera está plenamente asumida.

En su trabajo doctoral Capel Molina dedica un amplio apartado a la explicación de la dinámica atmosférica general y su influencia en la cuenca baja del Guadalquivir, que se inicia con la descripción de las corrientes en chorro y el tipo de circulación de las mismas (corriente zonal y ruptura de la corriente zonal, situación en rombo, situación en omega y gotas frías). Estas modalidades de circulación en altitud determinan la posterior caracterización de tipos de tiempo para la que se tiene en cuenta la dirección del flujo dominante en altitud y superficie y el carácter ciclónico o anticiclónico de la figura sinóptica situada sobre el espacio peninsular. De esa combinación surgen 15 tipos de tiempo, que suponen la llegada de masas de aire diferentes al ámbito de estudio –cuenca baja del Guadalquivir- y generan rasgos diferentes en

⁶³ Servicio Meteorológico Nacional, 1970.

⁶⁴ Clavero Paricio, P.L. y Raso Nadal, J.M., 1979; Martín Vide, 1987.

⁶⁵ Un resumen amplio de este interesante trabajo doctoral en Capel Molina, 1977.

el tiempo atmosférico. Estos tipos de tiempo se clasifican siguiendo el esquema de tipos sinópticos de la “escuela alemana” de Zimmerschied y Baur. En el extenso capítulo sobre dinámica atmosférica se incluye un apartado final de caracterización de las estaciones del año en función de la frecuencia de tipos de tiempo que recoge las influencias del mencionado trabajo de Zimmerschied y también de la caracterización del clima de la cuenca del París de Pédelaborde.

Conclusiones

Desde mediados de los años cincuenta de la pasada centuria se produce una incorporación progresiva en la geografía española de conceptos y métodos de estudio de climatología que dará como resultado la consolidación de una rama principal de estudio en la geografía española. Las influencias de autores norteamericanos y franceses que elaboran estudios básicos en meteorología y climatología dinámica serán introducidas, a partir de un artículo pionero de López Gómez sobre las corrientes en chorro publicado en 1954, en los trabajos sobre climatología de España que elaborarán una serie de geógrafos españoles en los años sesenta y setenta.

De forma continua se asume el papel protagonista de la circulación atmosférica en las capas altas de la troposfera como elemento principal en la definición de la dinámica meteorológica y en la posterior caracterización de tipos de tiempo en un espacio geográfico. Frente a las teorías clásicas de explicación de los fenómenos atmosféricos basadas en las ideas de la Escuela noruega de Bergen, se van imponiendo las concepciones “modernas” en las que la presencia de corrientes en chorro en la alta troposfera con su dinámica de circulación propia (zonal y meridiana) se muestra fundamental para comprender la dinámica meteorológica de un territorio. De este modo, la caracterización climática se enriquece al encontrar explicación mecanismos atmosféricos que no se entendían con el mero recurso de los movimientos del aire en capas bajas.

Una serie de trabajos, publicados o no, resultarán fundamentales para entender la posterior eclosión de la rama climática en la geografía española. Se trata de las aportaciones, analizadas en este trabajo, de López Gómez, García Fernández, Gil Olcina, Burriel de Orueta, Albentosa Sánchez y Capel Molina. El conocimiento de estos trabajos por parte de la comunidad geográfica a partir de los años sesenta del siglo pasado, permitirá sentar las bases de la moderna climatología española. Adquieren, por tanto, un carácter de estudios pioneros en una etapa inicial de desarrollo de los trabajos geográficos y específicamente de temática climática, que merecen destacarse como contribuciones básicas en la evolución contemporánea de la ciencia geográfica en nuestro país.

Bibliografía

ALBENTOSA SÁNCHEZ, L. *El Clima y las Aguas*. Madrid: Síntesis, 1989, 240 p.

ALBENTOSA SÁNCHEZ, L. *Climatología y Medio Ambiente. Profesor Luis Miguel Albentosa Sánchez*. Col. Homenajes. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1990, 614 p.

- ALCOFORADO M. J. Diversidade climática em Portugal continental. In GASPAR, J. (ed.). *Portugal Moderno*. Lisboa: Pomo, 1991, 37-61.
- BALLESTER, R. *Geografía de España*. Gerona: Impr. Viuda e Hijo de José Franquet, 1916, 227 p.
- BARRY, R.G. y CHORLEY, R.J. *Atmósfera, tiempo y clima*. Barcelona: Omega, 1972 (1ª edición en castellano), 395 p.
- BAUR, F. Situaciones generales meteorológicas de Europa, *Publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional, Serie A*, 1949, nº 20, p. 21-55.
- BIEL LUCEA, A. Masas de aire troposférica de España *Rev. Universidad*, Zaragoza, 1943, p. 2-4.
- BIEL LUCEA, A. Los vientos del oeste en tierra de Zaragoza y su variación de dirección con la altura”. *Rev. Las Ciencias*, vol. XIII, nº 2, Madrid, 1948, p. 309-311.
- BLAZQUEZ, A. El clima de la península Ibérica. In VIDAL DE LA BLACHE, P. y CAMENA D’ALMEIDA, P. *Curso de Geografía*, Tomo III. Barcelona: Juan Gili, ed., 1921, p. 175-197.
- BURRIEL DE ORUETA, Eugenio L. *La huerta de Valencia, zona sur. Estudio de geografía agraria*. Valencia: Diputación de Valencia, Institucion Alfonso el Magnánimo, 1970, 624 p.
- BURRIEL DE ORUETA, Eugenio L. *Dinámica atmosférica y tipos de tiempo en España*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 1972, 44 p.
- BURRIEL DE ORUETA, Eugenio L. Dinámica atmosférica y tipos de tiempo en España. *Scripta Vetera. Edición Electrónica de Trabajos Publicados sobre Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, nº 141. <<http://www.ub.es/geocrit/sv-141.htm>>. [ISSN: 1578-0015].
- CABO ALONSO, A. Condicionamientos geográficos. In *Historia de España, Tomo I*. Madrid: Alfaguara-Alianza Editorial, 1973 (1ª edición), 449 p.
- CAPEL MOLINA, J.J. El Clima de la cuenca baja del Guadalquivir. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 1977, nº 7, p. 307-350.
- CAPEL MOLINA, J. J. *Los climas de España*. Barcelona, Oikos-Tau, 1981, 429 p.
- CLAVERO PARICIO, P.L. y RASO NADAL, J.M. Catálogo de tipos sinópticos para un estudio climático del este de la Península Ibérica y Baleares. In *Aportaciones en homenatge al geògraf Salvador Llobet*. Barcelona: Universidad de Barcelona, Departamento de Geografía, 1979, p. 11-27.
- DANTÍN CERECEDA, J. *Resumen fisiográfico de la Península Ibérica*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1948 [1912], 309 p.

- DAVEAU, S., DE BRUM FERREIRA D. y B. y ALCOFORADO, M.J. L'évolution récente de la Climatologie. In *Livro de homenagem ao Prof. Terán: La Geografía española en los años ochenta*. Madrid: Universidad Complutense, 1988, 151-161.
- DAVEAU, S. Geographies of Portugal. In *Portugal and the portuguese geographers*. 27th International Geographical Congress. Associação Portuguesa de Geógrafos, 1992. [En línea] http://www.apgeo.pt/files/section44/1225564525_INFORGEO_05_Special_Issue_07a14.pdf. [junio 2015].
- DE BRUM FERREIRA, A. y D. A seca de 1980-1981 em Portugal: causas meteorológicas e tipos de tempo. *Finisterra: Revista portuguesa de geografia*, 1983, vol. 18, nº 35, p. 27-63.
- DOUGUÉDROIT, A. y MARCHAND, J. P. Charles-Pierre Péguy ou le renouveau de la climatologie française. *La revue pour l'histoire du CNRS*, 18, 2007. [En línea], Mis en ligne le 03 octobre 2009. <http://histoire-cnrs.revues.org/4171> [6 junio 2015].
- DUE ROJO, A. El "Jet Stream" o río aéreo estratosférico. *Revista de Geofísica, Serie B*, 1954, Año VIII, vol. XIII, nº 64, p. 117-122.
- DURAND DASTÉS, F. *Climatología*. Barcelona: Ariel, 1972, 334 p.
- ESPINAR MORENO, M. y MORCILLO PUGA, J.D. *Vida y obra del R.P. Antonio Due Rojo, S. J.* [En Línea] Granada: Instituto andaluz de Geofísica, Universidad de Granada. 2015. 32 p. http://iagpds.ugr.es/pages/documentos/vida_obra_due/ [junio 2015].
- FLOHN, H. *Clima y tiempo*. Madrid: Guadarrama, Biblioteca para el Hombre Actual, 1968, 256 p.
- FLORISTÁN SAMANES, A. *España, país de contrastes geográfico naturales*. Madrid: Síntesis, col. Geografía de España, 1974, nº 2, 153 p.
- FREYMAN, R. *Das Klima von Portugal auf Grund der Wetterbeobachtungen, 1903-1922*, Biss. Giessen, 1935.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, J. *El Clima de España*. Valladolid: Facultad de Filosofía y Letras, Cátedra de Geografía, 1963.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, J. *El clima en Castilla y León*. Valladolid: Ámbito, 1986, 370 p.
- GIL OLCINA, A. El régimen del río Guadalentín. *Cuadernos de Geografía*, 1968, nº. 5, p. 1-19.
- GIL OLCINA, A. Climatología. In BIELZA DE ORY, V. (ed.). *Geografía General*. Madrid: Taurus, 1984, Tomo I, p. 158-211.
- GIL OLCINA, A. y OLCINA CANTOS, J. *Climatología General*. Barcelona: Ariel, 1997, 592 p.
- HANN, Julius von. *Handbuch der Klimatologie*. Stuttgart: J. Engelhorn, 1908-1911.

JANSÁ GUARDIOLA, J. M^a. A propósito del “jet stream, *Aeronáutica*, 1953, vol. XIII, p. 190-198.

JANSÁ GUARDIOLA, J. M^a. La circulación del viento térmico y la corriente en chorro. *Revista de Geofísica*, 1956, vol. XV, p. 323-344.

JANSÁ GUARDIOLA, J. M^a. La masa de aire mediterránea. *Revista de Geofísica*, 1959, n^o 69, p. 35-50.

JANSÁ GUARDIOLA, J. M^a. El frente mediterráneo. *Revista de Geofísica*, 1962, n^o 83, p. 249-259.

JANSÁ GUARDIOLA, J. M^a. La corriente en chorro mediterránea. *Saitabi*, 1963, XIII, p. 87-104.

JANSÁ GUARDIOLA, J. M^a. *Meteorología del Mediterráneo Occidental*. Madrid: Servicio Meteorológico Nacional, 1966.

JANSÁ CLAR, A. *Inestabilidad baroclina y ciclogénesis en el Mediterráneo occidental*. Madrid: Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología, 1980, 80 p.

KOTESWARAM, P. Asian summer monsoon and general circulation. In BASU, S. et al. (eds.). *Monsoons of the world*. New Delhi: Indian Meteorological Dept., 1958, p. 105-110.

KUNOW, P. *El clima de Valencia y Baleares*. Valencia: Facultad de Filosofía y Letras, Institución Alfonso el Magnánimo, 1966, 239 p.

LAUTENSACH, H. Spanien und Portugal. In KLUTE, F. (ed.). *Handb. d. Geogra. Wiss*, vol. Südost und Südeuropa, Berlin, Athenaion-Verlag, 1934-36, p. 426-557.

LAUTENSACH, H. *Portugal aus Grund eigener Reisen und der Literatur*. Gota, 1932-37.

LAUTENSACH, H. El ritmo de las estaciones de la Península Ibérica, *Estudios Geográficos*, 1956, p. 443-460.

LAUTENSACH, H. *Geografía de España y Portugal*. Barcelona: Vicenç Vives, 1967, 864 p.

LEROUX, M. L'Anticyclone Mobile Polaire: facteur premier de la climatologie tempéree. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 1986, n^o 4, p. 311-328.

LÓPEZ GÓMEZ, A. Vientos de la alta atmósfera. *Estudios Geográficos*, 1954, n^o 56, p. 441-462.

LÓPEZ GÓMEZ, A. Las corrientes en chorro y las perturbaciones atmosféricas, *Estudios Geográficos*, 1955, n^o 59, p. 299-366.

LÓPEZ GÓMEZ, A. El supuesto monzón de la Península Ibérica. In *Aportación española al XXI Congreso Geográfico Internacional*, India, Madrid: CSIC, 1968, p. 71-88.

- LÓPEZ GÓMEZ, A. El clima. In TERÁN, M de y SOLÉ SABARÍS, L, (dirs.). *Geografía General de España*. Barcelona: Ariel, 1978, tomo I, p. 148-181.
- LORENTE, J. M^a. *Meteorología*. Barcelona: Labor. Col. Biblioteca de iniciación cultural, 1930, 192 p + ilustraciones.
- LORENTE, J.M^a. *Meteorología*. Barcelona: Labor, 1961, 286 p.
- MARTÍN ECHEVARÍA. L. *Geografía de España*. Barcelona: Labor, Biblioteca de Iniciación Cultural, 3 tomos. 1^a edición 1928.
- MARTÍN VIDE, J. Notas sobre los estudios climáticos recientes de Catalunya. Dos proyectos en marcha: El atlas termo-pluviométrico y el estudio de las características de la precipitación en la franja costera. *Cuadernos de sección. Historia-geografía*. Donostia-San Sebastián: Eusko-Ikaskuntza, 1984. p. 353-366. [En línea]. <http://www.eusko-ikaskuntza.org/es/vasconia>. [junio 2015].
- MARTÍN VIDE, J. *Caracteristiques climatològiques de la precipitació en la franja costera mediterrània de la Península Ibèrica*. Barcelona: Generalitat Catalana, Institut Cartografic de Catalunya, 1987, p. 111-129.
- MASACHS ALAVEDRA, V. El clima. Las aguas. In TERÁN, M. de y SOLÉ SABARÍS, L. (dirs.). *Geografía de España y Portugal*. Tomo II. Barcelona: Montaner y Simón, 1954, p 9-142.
- MEDINA ISABEL, M. La circulación en la alta atmósfera. *Aeronáutica y Astronáutica*, Madrid, 1959, p. 18-23.
- MEDINA ISABEL, M. *El tiempo es noticia*. Madrid: Cid, 1964, 294 p.
- MEDINA ISABEL, M. *Meteorología básica sinóptica*. Madrid: Paraninfo, 1976, 320 p.
- MILLER, A. *Climatología*. Barcelona: Omega, 1954, 376 p.
- MILLER, A. *Meteorología*. Barcelona: Labor, 1972, 172 p.
- MIRÓ-GRANADA, J. José María Jansà Guardiola. Notas Biográficas. *Territoris*, Universitat de les Illes Balears, 1998, 1, p. 17-45.
- MÜLLER, K. *Das Klima Neulcastiliens auf Grund der spanischen Wetterbeobachtungen 1906-1925*, Giessen, 1933.
- NAMIAS, J. The Index Cycle and its role in the General Circulation. *Journal of Meteorology*, 1950, 7, nº. 2, p. 130–139.
- NAMIAS, J. The Jet Stream. *Scientific American*. October 1952, p. 26–31.
- NEUMANN, A. El Clima del Sudeste de España. *Estudios Geográficos*, 1960, 79, p. 171-210.

OLCINA CANTOS, J. Métodos de clasificación sinóptica en España. Revisión y propuesta. *Estudios Geográficos*, 1994, vol. 55, nº 215, p. 357-387.

OOISHI, W. *Raporto de la Aerologia Observatorio de Tateno* (in Esperanto). Japan: Aerological Observatory Report 1, Central Meteorological Observatory, 1926, 213 p.

PAGNEY, P. *Introducción a la Climatología*. Barcelona: Oikos-Tau, 1982, 144 p.

PAGNEY, P. La climatologie française, la modélisation des climats et le réchauffement climatique: la climatologie en question. *EchoGéo*, 22, 2012. [En línea] <http://echogeo.revues.org/13273>; (DOI : 10.4000/echogeo.13273). [junio 2015].

PEDELABORDE, P. La circulation générale de l'atmosphère. *Information Géographique*, 1956, p. 103-109.

PÉDELABORDE P. *Le climat du bassin parisien. Essai d'une methode rationnelle de climatologie physique*. Paris: Genin, Lib. de Médecis, 1957, 540 p. + atlas 116 planches.

PÉDELABORDE, P. Le tourbillon, principe générale à la base de la climatologie dynamique. *Annales de Géographie*, nº 358, 1957, 491-498.

PÉDELABORDE, P. *Introduction a l'étude scientifique du climat*, Paris: 1958, 150 p.

PÉDELABORDE, P. Les données de la climatologie. In *Geographie Generale*, Encyclopedie de La Pleyade. Paris: Gallimard, 1966, p. 13-84.

PÉGUY, P. *Precis de climatologie*. Paris: Mason, 1961, 397 p.

PHILIPPS, N.A. *The Behavior of Jet Streams over Eastern North America during January and February 1948*. Chicago: University of Chicago (a contribution to a study of the general circulation of the atmosphere, sponsored by the U. S. Office of Naval Research), 1950, p. 116-124.

QUIRÓS LINARES, F. Un geógrafo en el exilio: Leonardo Martín Echeverría (1894-1958). *Ería*, 1997, 42, p. 67-88.

REITER, E.R. *Jet Stream Meteorology*. Chicago y Londres: University of Chicago Press, 1963, 515 pp. (Traducción de la edición alemana: *Meteorologie der Strahlstrome*, Viena, 1961).

RIBEIRO, O. *Portugal*. In TERÁN, M. y SOLÉ SABARÍS, L. (dirs.). *Geografía de España y Portugal*. Tomo V. Barcelona: Montaner y Simón, 1955, 290 pp.

RIBEIRO, O., LAUTENSACH, H. y DAVEAU, S. *Geografía de Portugal*. Lisboa: Edições Joao Sa da Costa, 1987-1991, 4 vol.

RIEHL, H. *Jet Stream of the Atmosphere*. Fort Collins, Colorado: Department of Atmospheric Science, Colorado State University, 1962, 117 p.

RODRIGUEZ FRANCO, P. Notas sobre las corrientes en chorro. *Revista de Geofísica*, 1955, vol. XIV, p. 313-346.

RODRIGUEZ FRANCO, P. Nuevos estudios sobre la corriente en chorro. *Revista de Geofísica*, 1961, vol. XX, p. 29-47.

RODRIGUEZ FRANCO, P. Influencia de la circulación de la alta troposfera en el desencadenamiento de la inestabilidad sobre la península Ibérica. *Revista de Geofísica*, 1962, vol. XXI, p. 15-38.

ROSSBY, C.G. On the Nature of the General Circulation of the Lower Atmosphere. In KUIPER, G.P. (ed.). *The Atmospheres of the Earth and Planets*. Chicago: Chicago University Press, 1949, p. 16-48.

SCHMITT, R.: *Das Klima von Altkastilien und Aragonien auf Grund der spanischen Wetterbeobachtungen 1906-1925*, Giessen, 1935 (trad. esp.: El clima de Castilla La Vieja y Aragón. *Estudios Geográficos*, 1945, pp. 727-812).

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. *Catálogo de tipos de tiempo a gran escala en Europa*. Madrid: S. M. N., Centro de Análisis y Predicción, 1970.

TERÁN, M. de y SOLÉ SABARÍS, L. (dirs.) . Barcelona: Montaner y Simón, 1949-1955, 5 tomos.

VAN BEBBER, W.I. *Die hauptwetterlagen in Europa*. Stuttgart, 1898, 219 p.

VV. AA. *Aportaciones en homenaje al profesor Luis Miguel Albentosa*, Tarragona: Diputación de Tarragona, 1993, 555 p.

VIERS, G. *Climatología* . Barcelona: Oikos-Tau, 1975, 309 p.

VILÁ VALENTÍ, J. *La península Ibérica*. Barcelona: Ariel, 1968, 389 p.

VILÁ VALENTÍ J. Cuarenta años de obras geográficas acerca del conjunto de España y la Península Ibérica (1952-91). *Revista de Geografía*, Universidad de Barcelona, 1992, vol. 26, nº 1-2 , p. 121-127.

VIÑAS, J.M. Recuerdos y enseñanzas de Mariano Medina. Portal *Divulgameteo*, 2015. [En línea]. <http://www.divulgameteo.es/fotos/misarticulos/Recuerdos-enseñanzas-Medina.pdf>. [septiembre 2015].

WROBEL, J. *Das Klima von Katalonien und der Provin-. Castellón auf Grund der spanischen Wetterbeobachtungen der Jahre 1906-1925*, Hamburgo, 1940.

ZIMMERSCHIED, W. Acerca de las situaciones típicas de tiempo de la Península Ibérica. *Publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional, Serie A*, 1949, nº 20, p. 5-13.

© Copyright: Jorge Olcina Cantos, 2016

© Copyright *Scripta Nova*, 2016.

Ficha bibliográfica:

BURRIEL DE ORUETA, Eugenio L.; OLCINA CANTOS, Jorge. Un período fundamental para la climatología española: el “descubrimiento” de la circulación atmosférica en altitud, 1950-1980. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de octubre de 2016, vol. XX, nº 545. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-545.pdf>>. ISSN: 1138-9788.