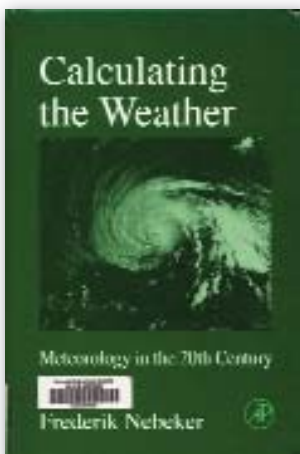


# Libros



## *Calculating the Weather (Meteorology in the 20th Century)*

Frederik Nebeker. *Academic Press INC, International Geophysics series*, 1995, 255 pags.

**F**rederik Nebeker es Historiador Senior de Investigación en el *Center for the History of Electrical Engineering* del IEEE. Titulado en Historia de la Ciencia por las universidades de Wisconsin y Princeton, actualmente escribe un informe sobre historia de las tecnologías eléctricas en

el periodo 1914 a 1945. Su tesis consistió en un estudio de la integración del cálculo numérico en la meteorología, con especial atención al impacto del ordenador electrónico en esta ciencia: *Calculating the Weather* es una forma revisada de la misma.

Esta referencia curricular del autor, que queda evocada implícitamente en el gerundio del título del libro, nos previene sobre lo que es el objetivo central de su trabajo. Nebeker nos relata cómo la Meteorología ha llegado a ser una ciencia unificada a lo largo del siglo XX, merced a su íntima relación con los desarrollos de la capacidad de cálculo basada en los ordenadores electrónicos. Presta particular atención al período que va desde la Primera Guerra Mundial hasta los años 60 de esa centuria.

El ordenador digital electrónico, una tecnología asociable a la Segunda Guerra Mundial, favoreció grandes avances en las tres tradiciones meteorológicas: la tradición empírica, de acopio y ordenación de datos y observaciones, normalmente asociada a la Climatología; la teórica, en el campo de la dinámica de fluidos y la termodinámica, con epicentro en la física del siglo XIX; y finalmente, la tradición práctica, la de la predicción del tiempo, abordada hasta entonces con procedimientos empíricos y al margen del fundamento científico teórico.

Son escasos los libros que tratan de ofrecer una perspectiva de la historia de la meteorología durante el siglo XX, y este es uno de ellos. La obra se organiza en tres partes que recorren cronológicamente el siglo. En la Parte I, *Meteorology in 1900*, se describe el estatus de las tres tradiciones, las cuales se abocaban separadas ó con muy escasas conexiones entre sí, a comienzos de la centuria. En la Parte II, Nebeker va mostrando las incidencias científicas e históricas, así como a los personajes que dieron lugar a la formulación y ensayo de un Programa para la Unificación de la Meteorología a lo largo de la primera mitad del siglo.

Aquí destacan las figuras de Vilhelm Bjerknes y de Lewis Fry Richardson, que fueron, indiscutiblemente, los dos científicos que contribuyeron a sentar las bases teóricas y prácticas para la predicción numérica del tiempo atmosférico, mediante la integración de las ecuaciones físico-matemáticas que definen la variación temporal de las variables atmosféricas.

Bjerknes hizo un recorrido puntero, aunque finalmente algo decepcionante, en la física avanzada de su tiempo a finales del siglo XIX. Trataba de explicar los fenómenos electromagnéticos por medio de las analogías hidrodinámicas en el marco de las fuerzas de acción a distancia, complementando el trabajo que su padre había realizado. Después, tras apreciar las limitaciones de estos enfoques frente a la consolidación de las teorías de campo físico, se orientó hacia la meteorología y consiguió formular la predicción del tiempo como un problema de valores iniciales. Sintetizó un sistema completo de ecuaciones en derivadas parciales, con siete variables básicas: las tres componentes de la velocidad del viento, la densidad del aire, la presión atmosférica, la temperatura y la humedad. Estas leyes que rigen la evolución atmosférica, expresadas matemáticamente y aplicadas a un estado inicial, permitirían conocer los estados futuros. Con ello, Bjerknes formulaba el Programa de Unificación de la Meteorología, aunque paradójicamente, el estallido de la Primera Guerra Mundial, así como la limitación de datos y de capacidad de cálculo de entonces, le impidieron avanzar en su aplicación y desarrollo práctico, quedando en cierto modo como un Moisés frente a la Tierra Prometida. A pesar de todo ello, Bjerknes habría de contribuir trascendentalmente a la creación de la Escuela de Bergen de Meteorología, en la que se formularon los conceptos y reglas de la predicción del tiempo que se utilizan, aún hoy, en todos los servicios meteorológicos modernos (frente frío, cálido, oclusión, frente polar, ciclón, masa de aire, etc.).

Debió transcurrir más de una década para que un ingeniero británico que trabajaba en la industria, Lewis Fry Richardson, viera en el cálculo numérico un aspecto nuclear para el avance de las ciencias. Constatando la enorme dificultad de alcanzar soluciones matemáticas analíticas, inventó un procedimiento gráfico para resolver ecuaciones diferenciales. Sin embargo, fue en 1910 cuando encontró una manera aritmética de obtener un tipo de solución

aproximada. Este procedimiento computacional orientó definitivamente a Richardson hacia la Meteorología y resultó ser el motor, el artilugio para la predicción del tiempo siguiendo el programa teórico de unificación que Bjerknes había formulado con anterioridad.

En la última década del siglo XIX, otros matemáticos como Carl Runge y Wilhelm Kutta investigaron la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias al reemplazar las derivadas por razones de diferencias finitas, pero fue Richardson quien lo extendió a un sistema completo de ecuaciones en derivadas parciales. La ventaja de convertir ecuaciones diferenciales en ecuaciones en diferencias finitas radica en que, estas últimas, se pueden resolver por procedimientos aritméticos; la desventaja es que estas soluciones son sólo aproximadas. Nebeker va mostrando los detalles de todo este procedimiento, que el mismo Richardson había expuesto 1922 en su libro *Weather Prediction by Numerical Process*.

La ejecución numérica de su algoritmo requirió un tiempo de seis semanas, al tratar de calcular el cambio de las variables atmosférica en los puntos centrales de una rejilla espacial en seis horas. El cambio de presión resultó ser de 145 milibares, cuando el cambio real fue de 1 mb, aproximadamente.

A pesar del fracaso evidente de su ensayo, Nebeker subraya la aspiración de Richardson para que este nuevo tipo de matemáticas fuera respetuosamente valorado. Cita al científico: “el esquema es complicado, porque la atmósfera es complicada. Pero ha quedado reducido a un conjunto de formas de cálculo numérico”.

No obstante la decepción por los resultados, el mérito de Richardson consistió en su visión y audacia para poner a prueba de forma práctica lo que científicos anteriores solamente habían contemplado en un contexto teórico.

A lo largo de los capítulos de esta Parte II, el autor presenta los desarrollos meteorológicos durante y entre las dos grandes guerras, así como la constitución y éxito de la Escuela de Bergen, con Bjerknes y sus colaboradores. Destaca la constitución de la meteorología como disciplina académica y como profesión en el mundo occidental.

Al acabar la Segunda Guerra Mundial, se disponía de una potente y versátil máquina de calcular, el ENIAC, en el *Institute for Advanced Study*, en Princeton, EEUU. Aquí, una figura sobresaliente, John Von Neumann trataba de demostrar el potencial revolucionario del ‘COMPUTER’ frente a un problema científico particular hasta entonces no resuelto: la predicción numérica del tiempo atmosférico. Este asunto constituye el tema central de la última parte del libro de Nebeker, la Parte III. Los esfuerzos teóricos de Bjerknes, las intuiciones operativas de Richardson y los desarrollos en la observación de la atmósfera, intensificados por exigencias militares y comerciales durante la primera mitad del siglo, habían ido preparando un humus propicio para el gran salto adelante de la Meteorología, en las décadas siguientes. No fue hasta finales de los años 40s,

cuando comenzó lo que Nebeker denomina como la “Era Moderna de la Predicción Numérica del Tiempo”, alrededor de dos destacadas figuras, Von Neumann y Jule Charney.

En 1946, se planteó la posibilidad de superar las dos principales dificultades para hacer una predicción atmosférica científica, aquello que hasta entonces había parecido un sueño: Un algoritmo de cálculo, basado en leyes físicas, junto a datos de observación, que describieran el estado inicial de la atmósfera, y una capacidad de realizar predicciones con suficiente anticipación y calidad como para competir con las predicciones “humanas”.

Von Neumann se incorporó al Instituto en Princeton, en 1930; realizó contribuciones notables en lógica, teoría de la medida, grupos de Lie, espacios de Hilbert y matemática aplicada. Fundador de la “teoría de juegos”, se le sitúa a un nivel equiparable a Gauss, Cauchy y Poincaré. Tuvo la convicción de ver el cálculo numérico basado en el ordenador electrónico, como herramienta fundamental para el avance científico. En sus actividades para la realización del programa de computación del ENIAC, asentó el concepto de cálculo digital con programa almacenado. En 1945, diciembre, presentaba un proyecto para el que solicitaba fondos de financiación y en el que se sugería la aplicación de la potencia de cálculo electrónico ya disponible, a partes selectas de la física matemática: dinámica de fluidos, elasticidad, óptica, electrodinámica y teoría cuántica de átomos y moléculas.

El 11 de enero de 1946, el *Weather Bureau*, la *Navy* y la *Army* de los EEUU, aceptaban los planes presentados para la aplicación de un calculador electrónico con utilidad en predicción del tiempo, agricultura, navegación y aviación.

La llegada de Jule Charney al Instituto de Princeton resultó el elemento catalizador para el éxito del Programa de Grado en Meteorología de la Universidad de California; Charney había conocido a Rossby en Chicago, así como los esquemas que utilizaba para simplificar las ecuaciones dinámicas, que le permitían obtener las formulas calculables de las grandes ondas planetarias atmosféricas mediante la aplicación del concepto de vorticidad potencial. En julio de 1947, Charney se incorporó a Princeton para participar en el *Meteorological Project*, por invitación de Von Neumann. Nebeker describe muchos detalles sobre la integración de estos dos científicos y sus equipos de colaboradores. Cita a Charney cuando éste, en 1952, expresa en que consistió su propio programa dentro del Proyecto: “la filosofía que guía el tratamiento a este problema (predicción) ha consistido en la construcción de una jerarquía de modelos atmosféricos de complejidad creciente; las características de cada modelo sucesivo están determinadas por el análisis de las limitaciones del modelo anterior” (traducción del inglés, págs. 143-144).

El éxito de este proyecto marcó al comienzo de un nuevo estilo de meteorología, al crecimiento de la profesión, la generalización de la meteorología numérica, al

avance de las técnicas de observación y a una nueva manera de investigar. Finalmente, Nebeker describe cómo se alcanzó la unificación de las tres tradiciones meteorológicas que había constituido el sueño de Bjerknes al comienzo de la centuria, la conexión entre ellas, así como los vínculos de la Meteorología con otras Ciencias Geofísicas.

Muy significativamente, la aplicación del ordenador condujo al descubrimiento de los llamados “sistemas caóticos” y a la constatación teórica y experimental de que puede haber un límite intrínseco para la predicción del tiempo, que radica, no ya en la impropiedad de las leyes físicas sino en la naturaleza caótica, no lineal y compleja, tanto del sistema físico real como del sistema matemático que lo modela. Este tema se trata en el último capítulo del libro.

Prácticamente en el mismo tiempo en que se estaban produciendo cambios paradigmáticos de la Física, como la Relatividad y la Mecánica Cuántica, tenían lugar otros cambios revolucionarios, si seguimos las ideas de T. Kuhn, que expandían enormemente las potencialidades aplicativas de un paradigma más antiguo y superado en cierto sentido por los anteriores citados: el newtoniano. Esta transformación tomaba apoyo en otras precedentes: una, en la

segunda mitad del siglo XVII, con la invención de instrumentos de observación y las medidas cuantitativas de variables atmosféricas; la otra, en la segunda mitad del siglo XIX, con el desarrollo del mapa del tiempo, el telégrafo, el comercio mundial, la navegación y la organización de los servicios meteorológicos con las redes de observación y la cooperación internacional.

A diferencia de las grandes teorías de la Física del siglo XX, muy admiradas en las opiniones académicas y populares, pero altamente contraintuitivas, la matematización y calculabilidad predictiva de los fluidos geofísicos en la gran escala de un cuerpo rotante como la Tierra, aparece como una profunda transformación en las aplicaciones de la física clásica, quizás más comprensible que las anteriores, pero que ha transcurrido con relativa modestia publicitaria. El libro de Nebeker tiene el interés de hilar la historia secular de este cambio, con gran extensión, pero con más incidencia en la mirada panorámica que en la profundización de algunos temas específicos. Este libro podría apreciarse como un buen complemento a un curso universitario de Meteorología, Predicción ó Historia de la Ciencia.

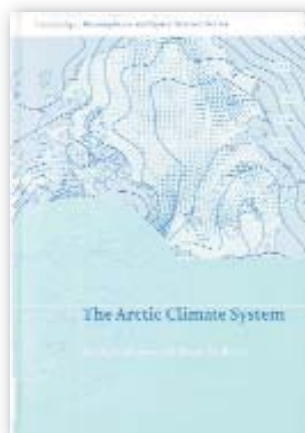
*Luis Antonio Vázquez López*

### ***The Arctic Climate System***

Mark C. Serreze and Roger G. Barry. *Cambridge University Press. Atmospheric and Space Science Series.* 385 páginas.

EN el prefacio podemos leer que El Ártico puede considerarse como un sistema integrado, caracterizado por la existencia de íntimos acoplamientos entre la atmósfera, el océano y la tierra, conectados a su vez al sistema global. Este volumen actualizado y exhaustivo comienza con un resumen de las primeras exploraciones árticas y el desarrollo de la moderna investigación, seguida por una panorámica de las características físicas y climáticas básicas del Ártico. Apoyándose en un enfoque integrado, los capítulos siguientes examinan la circulación atmosférica, el balance de calor, el balance de energía en la superficie, el ciclo hidrológico, e interacciones entre el océano, la atmósfera, y la cubierta de hielo marino.

Contiene junto a las líneas más recientes en modelización numérica, la descripción y análisis pormenorizado de los climas pasados del Ártico, finalizando con discusiones relativas a la variabilidad climática y tendencias, y proyecciones de estados futuros.



A lo largo del libro, se recurrirá a las imágenes de satélite y a los resultados más recientes de los principales programas de campo para ilustrar los procesos clave. No en vano, hay 172 ilustraciones.

El sistema climático del Ártico proporciona una visión accesible a la vez que exhaustiva del tema lo que hace que resulte útil tanto para investigadores como para estudiantes de grados avanzados procedentes de un amplio rango de disciplinas.

Los autores son Mark C. Serreze y Roger G. Barry. Serreze es doctor en geografía por la Universidad de Colorado desde 1989. Su tesis versó sobre la comprensión de la variabilidad del hielo marino en el Ártico. Posteriormente fue científico investigador en la Universidad de Colorado, en el Centro Nacional de Datos de Hielo y Nieve, perteneciente al Instituto Cooperativo para Investigación en Ciencias

Ambientales y, profesor asociado de investigación en geografía. Sus intereses dentro de la investigación del Ártico son muy amplios, e incluyen interacciones atmósfera-hielo marino, climatología sinóptica, hidro-climatología, problemas de capa límite, predicción numérica del tiempo, y

cambio climático. Asimismo, ha dirigido trabajos de campo en el Ártico canadiense en los casquetes de hielo y hielo marino y en la tundra de Alaska. Su hoja de servicios incluye contribuciones a la Fundación Nacional del Clima, el Programa Mundial de Investigación del Clima, la Marina estadounidense, y el Consorcio de Investigación Ártica de los EEUU.

Roger G. Barry se doctoró en geografía por la Universidad de Southampton (Reino Unido) en 1965. Es profesor de geografía en la Universidad de Colorado (Boulder), director del Centro Nacional de Datos de Hielo y Nieve, director del Centro Mundial de Datos de Glaciología, y miembro del Instituto Cooperativo para la Investigación en Ciencias Ambientales. Ha escrito más de 200 artículos de investigación y varios libros, entre los que cabe mencionar *Mountain Weather and Climate*; *Synoptic Climatology*, *Synoptic and Dynamic Climatology* y *Atmospheric, Weather and Climate*, éste último se encuentra en su octava edición. En 1999, el Dr. Barry fue elegido miembro de la Unión Geofísica Americana en reconocimiento a sus contribuciones en la investigación del clima y de la criosfera.

La serie a la que pertenece la obra que se reseña está dedicada a las ciencias atmosférica y espacial. Se trata de textos de nivel alto o monografías de investigación que pretenden tratar la física y la química de diferentes regiones de la atmósfera terrestre, desde la troposfera y estratosfera hasta la ionosfera y magnetosfera, llegando hasta el medio interplanetario; siendo los editores, científicos de tanto prestigio como J.T. Houghton, M.J. Rycroft y A.J. Dessler.

El libro se estructura en prefacio, agradecimientos, lista de abreviaturas, once capítulos, referencias, lista seleccionada de páginas web, y el índice. Los capítulos tienen nombres tan sugestivos como: 1. la evolución de conocimiento sobre el Ártico y su clima; 2. características físicas y aspectos climáticos básicos; 3. el balance básico de calor en la atmósfera; 4. la circulación atmosférica; 5. el balance de energía en la superficie; 6. la precipitación, la precipitación neta y la descarga de los ríos; 7. interacciones entre el clima, el hielo marino y el océano Ártico; 8. regímenes climáticos del Ártico; 9. modelización del sistema climático del Ártico; 10. los paleo-climas del Ártico; y 11. variabilidad climática reciente y tendencias en el futuro.

La hoja de agradecimientos es larga y entrañable, queriendo subrayar la ayuda recibida por lo que ha supuesto de carga de trabajo añadida para personas muy ocupadas de por sí. El estilo es fluido, rico en léxico, ameno, y evocador. Sorprende porque en esta época de prisas, es un libro muy bien construido, donde se han hilvanado cuidadosamente los capítulos para constituir un todo armónico, que hace que sea difícil no leerlo de un tirón.

Al estar cada tema debidamente situado en un marco de referencia más general, permite una lectura modular e independiente. Las metáforas a las que se recurre para ilus-

trar los conceptos más difíciles sorprenden por su plasticidad y belleza. Cada capítulo va encabezado en la primera hoja por un breve pero esencial esbozo. Basta leer el resumen del primer capítulo para intuir lo que el libro nos va a deparar. El comienzo recuerda a los cuentos de hadas, y no puede ser más sencillo a la vez que impactante: la tierra del sol de medianoche ha encantado a la humanidad a través de los siglos. A través de ese hilo conductor nos informa como el Ártico es para muchos tanto un sentimiento 'feeling' como una región y como muchos de los lugares del Ártico han recibido el nombre de los primeros exploradores. Para apreciar nuestro conocimiento presente del Ártico, necesitamos volver la vista atrás y revisar parte de la rica historia de los últimos cuatro o cinco siglos, reconociendo el papel desempeñado por las poblaciones indígenas en el Ártico durante miles y miles de años.

En este capítulo primero se narran y se revisan las expediciones árticas, el comienzo de las observaciones sistemáticas, el desarrollo de los Años Geofísicos Internacionales, las distintas asociaciones etc., y a modo de conclusión se nos informa de como a finales del siglo XX, la comunidad ártica se ha beneficiado del crecimiento tan considerable de la modelización numérica desde los modelos de una columna (single column) diseñados para el estudio de procesos tales como el crecimiento y fusión del hielo marino en un lugar determinado pasando por modelos regionales del sistema océano-hielo hasta llegar a los modelos globales acoplados (atmósfera-océano-hielo). Subrayan el papel tan fundamental desempeñado por la asimilación de datos en la modelización, comparando la asimilación de datos como una mezcla óptima de modelos y observaciones. Y para concluir se preguntan hacia donde se encaminará la investigación en el Ártico durante el siglo XXI; a la vista de las últimas tendencias quizás los esfuerzos se encaminen en precisar de la mejor manera posible el papel del Ártico en la variabilidad del clima del planeta y los impactos regionales del cambio en el interior del Ártico. Tareas que requerirán no sólo una síntesis mejor de observaciones, mayor desarrollo de los modelos etc., sino en captar el interés de mentes brillantes e inquisitivas y entrenarlas en el campo de la ciencia climática ártica. Si este libro contribuye de alguna manera a esta tarea, los autores se sentirán felices por su participación.

Sucintamente, en los capítulos 2 y 3, se introducen algunos aspectos de la circulación atmosférica. El capítulo 4 proporciona una perspectiva histórica, los autores utilizan los datos del reanálisis americano NCEP/NCAR para construir una perspectiva "top-down", porque parte de la estratosfera para detenerse en la troposfera o en la superficie. El centro de atención del capítulo está en el estado medio, aspectos de la estacionalidad e interacciones clave. Se introducen algunas nociones que servirán para preparar el terreno y facilitar una mejor comprensión de los balances de energía superficial e hidrológico que se tratan en los capítulos 5 y 6.

En el capítulo 5, que es uno de los capítulos con mayor número de epígrafes, hay uno especialmente interesante: las retroalimentaciones radiación-clima. En el primer punto de esta sección 5.10.1, está dedicado al concepto de retroalimentaciones, y creo que sea uno de las escasas referencias bibliográficas en las que se definen con claridad. Los autores puntualizan que la idea básica que hay detrás de una retroalimentación es que una perturbación inicial al sistema climático puede amplificarse (retroalimentación positiva) o amortiguarse (retroalimentación negativa) mediante interacciones con otras variables climáticas. Kellog (1973) desarrolló un marco de referencia conceptual sencillo pero que todavía se sigue utilizando ampliamente. Schlesinger (1985) proporcionó una descripción formalizada para su uso en modelos de balance de energía en superficie y Curry y co-autores (1996) hicieron una revisión excelente de todas las retroalimentaciones, potencialmente importantes, para el Ártico. Entre ellas se incluye: retroalimentaciones hielo-albedo; retroalimentaciones nubes-radiación; retroalimentaciones vapor de agua, retroalimentaciones nubes-temperatura, y retroalimentaciones fase de las nubes y precipitación. Por otra parte, cada vez se tiene más constancia de que los factores que controlan la nieve y el albedo del hielo marino son bastante complejos. El nivel de detalle prestado al albedo puede impactar considerablemente en las masas simuladas de hielo y de nieve, en el balance de energía de las superficies y por tanto, en la intensidad de las retroalimentaciones hielo-albedo.

El capítulo 9 debería ser de obligada lectura para los que trabajan en tareas de modelización. En el esbozo del capítulo se reconoce como la mayor parte de la comprensión que se tiene en la actualidad del sistema climático ártico procede de los modelos numéricos. Se dice textualmente que la belleza de los modelos, desde los sencillos hasta los muy complejos, radica en que nos ayudan a comprender las interacciones y retroalimentaciones entre variables y componentes del sistema que sino resultarían muy difíciles o prácticamente imposibles contando tan sólo con observaciones. A este respecto se subraya la utilidad de una herramienta como los experimentos de sensibilidad. No hemos aterrizado en este capítulo por casualidad, porque ya en los capítulos anteriores se ha ido familiarizando al lector de manera gradual con el uso de modelos. Así, en el capítulo 5 se exponían aspectos del forzamiento radiativo basados en salidas de modelos de transferencia radiativa; en el capítulo 7 se examinaban sucintamente la aplicación de modelos termodinámicos para comprender el crecimiento del hielo marino y en el capítulo 4, dedicado a la circulación atmosférica se habían utilizado los re-análisis americanos NCEP/NCAR, que representan una mezcla óptima de modelo atmosférico global y observaciones.

Resulta muy difícil elegir, pero los capítulos 10 y 11 son superiores si cabe al resto. En el capítulo 10 dedicado a la paleo-climatología se nos refiere que es un campo mucho

más extenso de lo que podría intuirse a simple vista, resultando fuera del objetivo del libro la descripción profunda y detallada de las técnicas de reconstrucción climáticas; aludiendo al trabajo de Bradley en 1991. En este capítulo aprendemos como la edad del 14C está próxima a la edad del calendario en los últimos 2500 años, pero para tiempos anteriores existen diferencias sistemáticas y el 14C subestima la edad verdadera. Como se dice expresamente, las ideas del hielo del Pleistoceno cautivan la imaginación.

El último capítulo 'variabilidad climática reciente, tendencias y el futuro' debería ser de obligada lectura para todos aquellos estudiosos o interesados en la variabilidad del clima. En el correspondiente esbozo, se nos cuenta como desde que se disponen registros instrumentales, el sistema climático del Ártico ha mostrado variabilidad pronunciada en distintas escalas: interanual, decadal y multi-decadal. Una fuente importante aunque no exclusiva de esta variabilidad es la Oscilación del Atlántico Norte (NAO, siglas inglesas) que describe la intensificación y debilitamiento mutuos de la Alta de Azores y la Baja de Islandia. Más recientemente, se ha prestado considerable atención a la Oscilación del Ártico (AO, siglas inglesas), también conocida como el Modo Anular del Norte (NAM, siglas inglesas) que representa el primer modo de la variabilidad de la presión a nivel del mar mensual al norte de los 20°N. El AO tiene un centro primario de acción sobre el Ártico, centrado en la proximidad de la Baja de Islandia, y centros de acción opuestos en las cuencas del Pacífico y Atlántico. El AO suele interpretarse como una oscilación de la masa atmosférica entre el Ártico y las latitudes medias, asociado con la intensificación y el debilitamiento del vórtice circumpolar. El AO y la NAO están presentes a lo largo del año, pero cuando mejor se expresan es en la estación invernal y producen efectos muy similares en el clima del Ártico. Si la NAO y el AO son expresiones diferentes del mismo fenómeno básico continúa siendo un tema de debate.

La NAO/AO tiene también influencias pronunciadas en la cubierta de hielo marino. La variabilidad climática multi-decadal asociada con el NAO/AO parece implicar el acoplamiento con el océano.

En el último epígrafe, los autores comienzan preguntándose cuál es el futuro del Ártico, y acuden a las proyecciones del Informe de Evaluación de Impactos en el Clima Ártico (ACIA, siglas inglesas), una actividad internacional con 300 científicos participantes cuyo fin ha sido evaluar y sintetizar la variabilidad del clima ártico y su cambio. Las proyecciones de ACIA apuntan a un régimen más cálido y más húmedo con un Océano Ártico con más agua dulce y menos hielo marino. Una revisión de los registros de las observaciones de los últimos decenios muestran que las temperaturas han estado aumentando y el hielo marino disminuyendo. Existen muestras de aumentos en la precipitación y en las descargas de los ríos. Pero existen diferencias clave cuando se las compara con las proyecciones

de los modelos. Los modelos proyectan el calentamiento mayor sobre el Océano Ártico en otoño e invierno mientras que las observaciones directas apuntan que el mayor calentamiento estará en las áreas terrestres durante el invierno y primavera. Las tendencias son bastante sensibles al periodo examinado. Un artículo del año 2005 de Serreze y de Francis argumentan que no existen disparidades fundamentales al comparar las tendencias recientes de la temperatura de la superficie del mar (SAT, siglas inglesas) con las proyecciones de los 5 modelos participantes en el proyecto ACIA para el futuro próximo (2010-2029). Dichos autores apuntan a que podría considerarse que el Ártico se encuentra en un estado de pre-acondicionamiento, asociado con la retirada y el adelgazamiento iniciales de la cubierta de hielo marino y que durante los últimos decenios se alcanzará un umbral, tras el que se empezarán a ver intensos calentamientos en el otoño e invierno.

Este hecho les hace volver al problema de la variabilidad de baja frecuencia. Considerando el periodo instrumental, el Ártico ha dado muestras de considerable variabilidad especialmente en escalas de tiempo decadales y multi-decadales. No se puede olvidar que es muy difícil separar las fluctuaciones naturales en el clima ártico de la inducida por la carga (loading) de los gases traza.

La física que hay detrás de las proyecciones de los modelos climáticos tiene una base muy sólida. Los autores insisten en que realmente no es una cuestión de si el Ártico cambiará en respuesta a las actividades humanas, sino más bien cuando y como será. Mientras los modelos actuales proyectan cambios más bien grandes, todavía existen muchos procesos que todavía no se encuentran bien representados. Si por ejemplo, se produce un debilitamiento significativo de la circulación termo-halina, los aumentos de temperatura, al menos regionalmente, se verán amortiguados.

Una mejor comprensión del futuro del sistema climático ártico requiere modelos mejores, pero igualmente importante es el deseo de romper las barreras tradicionales entre las disciplinas y desarrollar un enfoque más orientado al sistema. Como bellamente expresan, el Ártico es el hogar de miríadas de interacciones climáticas y retroalimentaciones que involucran a la atmósfera, la tierra, el océano, y la criosfera, que, a su vez, están estrechamente acopladas con el sistema climático global. Ahora bien, parece que cuanto más comprendemos como funciona el Ártico, más preguntas nos hacemos. En ello, radica la fascinación, diría yo, sin fisuras que ejerce sobre nosotros el sistema climático ártico.

A modo de conclusión, es uno de los mejores libros disponibles sobre el sistema climático ártico y debería ser el manual de cabecera imprescindible para estudiantes y científicos, especialmente climatólogos, comprometidos en el estudio del Ártico. Difere en otros manuales al uso en la consideración del Ártico como un sistema único, en el que la atmósfera, la tierra, el océano se encuentran ínti-

mamente ligados; en la inclusión de referencias a artículos muy recientes, hasta el año 2005 y en la amenidad, belleza y profundidad de su estilo; fruto del esfuerzo y dedicación de los autores.

*Asunción Pastor Saavedra*



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO**

**AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA**

*Servicio telefónico permanente de información meteorológica (24 horas al día)*

**GENERAL PARA ESPAÑA**  
**807 170 365**

**PROVINCIAL Y AUTONÓMICA**  
**807 170 3** ■ ■  
(Completar con las dos cifras del código provincial)

**MARÍTIMA**

<b>Baleares</b>	<b>807 170 370</b>
<b>Mediterráneo</b>	<b>807 170 371</b>
<b>Cantábrico/Galicia (costera)</b>	<b>807 170 372</b>
<b>Canarias/Andalucía Occidental (costera)</b>	<b>807 170 373</b>
<b>Atlántico alta mar</b>	<b>807 170 374</b>

**DE MONTAÑA**

<b>Pirineos</b>	<b>807 170 380</b>
<b>Picos de Europa</b>	<b>807 170 381</b>
<b>Sierra de Madrid</b>	<b>807 170 382</b>
<b>Sistema Ibérico</b>	<b>807 170 383</b>
<b>Sierra Nevada</b>	<b>807 170 384</b>
<b>Sierra de Gredos</b>	<b>807 170 385</b>



## Boletín de la AME

### SUSCRIPCIONES

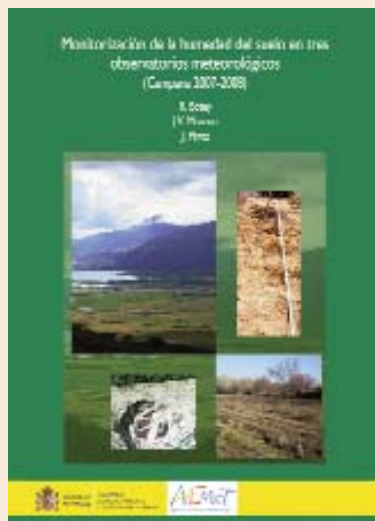
Para suscribirse a este Boletín, completar el formulario: "Suscripciones al Boletín AME", que se encuentra disponible en la página Web de la AME: [www.ame-web.org](http://www.ame-web.org) y enviarlo firmado a la dirección postal: Boletín AME, Leonardo Prieto Castro, 8. 28040 MADRID.

El precio de la suscripción anual es de 28 euros.

Información adicional se puede solicitar en la dirección de email: [boletin@ame-web.org](mailto:boletin@ame-web.org)

## Novedades editoriales de la Agencia Estatal de Meteorología

por Miguel Ángel García Couto



### ***Monitorización de la humedad del suelo en tres observatorios***

*Autores: R. Botey, J. V. Moreno y J. Pérez*

*Editor: AEMET (2009)*

*x + 102 pp*

En esta publicación se presentan los resultados de un trabajo de investigación que ponen de relieve, a través de una serie de casos prácticos, la problemática del comportamiento del agua en diferentes tipos de suelo y su posible estimación mediante un balance hídrico diario.

La disponibilidad de valores de la humedad del suelo en tiempo cuasi-real ha sido un requerimiento tradicional de los usuarios de los sectores agrícola e hidrológico. En esta publicación se caracterizan los suelos de tres observatorios meteorológicos (Guadalajara, Colmenar Viejo y Barajas) y se presentan los valores de humedad obtenidos por el método gravimétrico, que han sido estimados por balance hídrico, durante una campaña de campo en el año agrícola 2007-2008.

## Necrológicas de Don Joaquín Catalá de Alemany

### En memoria de D. Joaquín

Ante la noticia de su fallecimiento el pasado 27 de septiembre se me ha pedido que elabore unas líneas que paso a glosar con un profundo sentimiento de tristeza. Tuve la suerte de culminar la especialidad de Física del Aire al llegar él a la Universidad Complutense y tomar posesión de la Cátedra en la que supo conseguir un ambiente de libertad y de trabajo en equipo a lo largo del inolvidable periodo en el que la dirigió y que resultó determinante para des-

pejar los horizontes profesionales de la mayoría de sus colaboradores.

En su quehacer diario brindaba en todo momento a cuantos allí coincidimos su desinteresada ayuda, poniendo a nuestra disposición su completísima formación sin jamás hacer ostentación de sus amplios conocimientos y perspicaz visión para la investigación. No puedo dejar de reflexionar, que en mi caso, su ayuda fue determinante para culminar con éxito la elaboración de mi tesis doctoral, hecho que supuso el inicio de la investigación en un campo en aquel momento apenas tratado.

En el desempeño de su puesto docente se ganó el afecto y la consideración de compañeros y discípulos. Me vienen a la memoria recuerdos de sus magistrales clases de Física del Aire, siempre abarrotadas, así como otros recuerdos entrañables de su inolvidable personalidad, de su amena charla, plagada de anécdotas interesantísimas sobre su vida profesional tanto de meteorólogo como de catedrático en Valencia y en Madrid. Todo ello contribuía a que sus alumnos le tuviéramos sincero afecto, respeto y admiración. Personalmente no puedo olvidar el peculiar tono de su voz (que resuena aún hoy vívida en mis oídos) cuando me requería por teléfono con el antiguo y peculiar sistema de cambiar la clavija para comunicarse desde su despacho a los nuestros situados en otra planta del edificio de Facultad de Físicas de aquellos tiempos.

No es este el lugar para enumerar la importante labor profesional a que dio lugar su actividad creadora en diversas áreas de conocimiento a las que dedicó sus esfuerzos. Pero, sobre todo, deseo destacar, desde el respetuoso y sincero afecto que le profesé, su gran capacidad y facilidad para moverse con éxito en el farragoso laberinto de la gestión académica e investigadora: un auténtico maestro.

A pesar de que por su talante pudo adquirir cierta fama de persona autoritaria en exceso doy fe de que este hecho representaba solo una aparente contingencia, puesto que en sus actuaciones admitía siempre la discrepancia como hecho absolutamente natural y enriquecedor.

Don Joaquín asumió el reto nada fácil de sustituir a don Francisco Morán Samaniego. Este reto lo cumplió aún siendo, como es conocido, de unas características personales muy diferentes. Como medida prioritaria se propuso dar un nuevo impulso a la cátedra para captar a las nuevas generaciones que estábamos expectantes con todo entusiasmo. Tengo que decir que el objetivo lo cumplió perfectamente y, debo confesar, que fui un beneficiado de la línea de actuación emprendida por don Joaquín. Considero, por tanto, una obligación moral manifestar en esta triste hora de despedida del maestro mi más absoluta gratitud.

La personalidad, en fin, de don Joaquín Catalá de Alemany, por su rectitud, su generosidad, su categoría científica y la firmeza en sus creencias, ha dejado una profunda huella en cuantos tuvimos el privilegio de conocerle (Pepe Cano, Manuel de Castro y la siempre recordada Elvira Zurita...) y ser sus discípulos, haciéndonos sentir por él un afecto entrañable, un gran respeto y una profunda admiración. Descanse en paz el maestro.

*Francisco Valero*

## Recuerdos a vuela pluma de Don Joaquín

Me vienen a la memoria estos recuerdos de los momentos iniciales de la estancia de don Joaquín en la Universidad Complutense.

Tras haber sido Prof. Ayudante con D Francisco Morán y trasladado, el profesor Catalá, a la jubilación de éste, desde el IFIC de Valencia, nos presentamos, los pocos colaboradores que éramos en la Cátedra, con la esperanza puesta en su llegada. Tras de si traía el aura de Catedrático moderno y con grandes ideas para investigar. Así fue, nada más llegar a Madrid comenzó a dirigir trabajos de investigación y publicaciones, como era su costumbre.

Los contactos con sus compañeros de Carrera fueron, como siempre, enormemente fructíferos, de lo cual nos beneficiamos todos, tanto alumnos como profesores.

Era la prueba de su capacidad de trabajo, adquirida tras sus largos años de dilatada experiencia, en la investigación y la docencia. Se puede decir la frase de que “sentó cátedra” en el sentido estricto de la palabra.

*José Leandro Cano*

## En memoria del profesor Catalá

Tuve la suerte y el honor de colaborar con el profesor Catalá en la última etapa de su prolongada vida dedicada a la docencia universitaria y la investigación científica. Corría el año 1974 cuando conocí a Don Joaquín, como tan respetuosamente le llamábamos entonces, que impartía clases de Física de la Atmósfera en la Universidad Complutense. Lo primero que recuerdo de él es el contagioso entusiasmo con que se desempeñaba en el aula, utilizando una didáctica a la que por entonces tan poco acostumbrados estábamos en la Licenciatura de CC Físicas. También su accesibilidad, lo que no era corriente que ocurriera con los catedráticos de aquellos tiempos, en los que primaba tanto el autoritarismo. No se me olvidará nunca su repetida máxima de que “lo mejor de la universidad son los estudiantes”, que siempre he tenido presente en mi vida como profesor.

Pero fue su cálido trato personal lo que más me impactó, desde que me incorporé a su grupo de noveles investigadores al terminar mi carrera, hasta que en el mismo año de su jubilación completé mi Tesis Doctoral, la última que él dirigió. Aunque casi siempre con un semblante serio, que equivocadamente algunos percibían como severo, nunca olvidaré la forma en que serenaba los





debates científicos salpicándolos con divertidas anécdotas y oportunos dichos catalanes. Otro rasgo de su personalidad que no quiero dejar de resaltar fue la actitud de generosidad y bonhomía que siempre mostró ante difíciles situaciones de las que fui testigo directo.

Como mejor resumen de mi admiración y cariño, quiero manifestar que considero al Prof. Catalá como mi maestro en el más amplio y noble sentido de la palabra. Al igual que seguramente hizo con tantos otros, me ayudó, me

animó y me interesó en la Ciencia, pero también me aconsejó sabiamente en decisiones, me hizo superar fracasos y, más recientemente, me consoló tras un duro golpe. Emulando su permanente obsesión por ser conciso, esto es lo que deseo participar ante su pérdida. No por esperada, con tan avanzada edad, menos sentida y emocionada..

Adiós, Don Joaquín,

*Manuel de Castro*

## Necrológica de Don José Garmendia Iraundegui

### In memoriam

El pasado 10 de septiembre falleció el Profesor D. José Garmendia Iraundegui, Catedrático de Física de la Atmósfera de la Universidad de Salamanca. El Prof. Garmendia, de avanzada edad, sufrió días antes de su muerte una caída, y tras una aparente recuperación, pocos días más tarde sufrió complicaciones que le llevaron al fatal desenlace de su muerte.

Garmendia pasó su infancia en Villarreal de Urrechua (Guipúzcoa) y tras realizar el bachillerato, siempre como becario, pasó a la Universidad Complutense de Madrid donde realizó estudios universitarios de varias licenciaturas: Ciencias Exactas, Físicas y Químicas (1943). Realizó su doctorado en Ciencias Físicas bajo la dirección del Profesor D. Francisco Morán Samaniego obteniendo el Premio Nacional de Doctorado en 1952.

Garmendia obtuvo varias plazas por oposición, entre otras, al Cuerpo Especial de Facultativos de Meteorología, con el número 1 (1943). Profesor Adjunto de Física en la Universidad de Salamanca (1947), Meteorólogo Jefe del Observatorio de Matacán (Salamanca), Catedrático de Física del Aire en la Universidad de Salamanca en 1963. Fue nombrado Académico de Número de la Real Academia de Medicina de Salamanca en 1984

Su dilatada labor docente e investigadora realizada básicamente en la Universidad de Salamanca pasó por ser: Profesor de Meteorología en las Escuelas de Vuelo del aeródromo de Matacán (Salamanca), Profesor Agregado del Centro de Edafología y Biología Aplicada del CSIC (1962), Jefe del Laboratorio de Meteorología del Centro de

Edafología y Biología Aplicada, Profesor de Física General en diferentes Licenciaturas de Ciencias, incluida Medicina (1947-1988), profesor de Mecánica y Termología en la Facultad de Químicas, profesor de Física del Aire en la Sección de Físicas de la Facultad de Ciencias y Profesor Honorario de la Facultad de Farmacia y Decano de la Facultad de Ciencias de Salamanca.

Fue el impulsor de la Sección de Física en la Universidad de Salamanca, y uno de los pilares básicos sobre los que se desarrolló la Física de la Atmósfera en Salamanca y en España. De hecho, creó una escuela de Física de la Atmósfera que contribuyó de forma decidida al desarrollo de esta rama de la Física, contribuyendo asimismo al desarrollo de las revistas de la especialidad en las que se plasmaron un buen número de publicaciones del grupo liderado por Garmendia. Fue un incansable investigador que dirigió más de 20 tesis doctorales, más de 80 tesinas de licenciatura y más de 100 publicaciones en

revistas de todo tipo.

Unido a su brillante trayectoria académica Garmendia hizo siempre gala de su bondad natural y de una impresionante calidad humana que le valió el aprecio de compañeros y alumnos. Persona sencilla, amigo de sus amigos, con aficiones como la pelota vasca, testimonio de sus orígenes y también gran aficionado a la música. Como esposo y padre resultó un modelo a seguir, fundando una extensa familia como lo demuestra la saga de hijos y nietos que son la prueba de ello.

Con la muerte de José Garmendia (D. José como le decíamos en el Departamento) se ha producido la pérdida de un gran profesor, de un gran meteorólogo y de un gran hombre que ha pasado al Alma Mater de la Eternidad.

*Moisés Egido Manzano*

