

INCERTIDUMBRE EN EL AIRE. UN METEOROLOGO, PADRE DEL CAOS

Miguel Ballester Cruelles

*El Institut Catalá d'Estudis Mediterranis otorga anualmente un "Premi Internacional Catalunya" dotado con 80.000 ecus. Nuestro colega el Prof. Ballester ha sido solicitado por esta institución para presentar una candidatura y no ha dudado en proponer a **E N. Lorenz**. Para ello ha preparado este Curriculum Vitae que debe acompañarse a la propuesta, y que reproducimos por su brevedad ilustrativa.*

Nacido en Connecticut en 1917, se gradúa en el Dartmouth College en 1938 y obtiene el *Master* por la Universidad de Harvard en 1940. Becario del Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), gana otro *Master* (Ciencias) en 1943; paralelamente sirve a la USAF licenciándose con el grado de Capitán al finalizar la II Guerra Mundial. En 1948 obtiene el grado de Doctor en Ciencias Físicas, especialidad Meteorología, y pasa a formar parte de la plantilla de numerarios de ese M.I.T. hasta el año 1954, llamado por la Universidad de Los Angeles, California, como profesor visitante durante un bienio. En 1956 regresa al M.I.T. con un nombramiento de *Assistant Professor*, luego como *Associate Professor* y, finalmente, en 1962 recibe la investidura (máxima) de *full Professor*. Sigue actualmente en dicho alto organismo en la condición académica de *Emérito*. Es miembro numerario de la *American Mathematical Society* y de la *American Meteorological Society*.

Su trabajo y sus ideas marcan dos grandes hitos en la historia del pensamiento científico. Físico y meteorólogo, su aportación al mundo del conocimiento se agrupa en dos grandes campos (que cronológicamente se encuentran a un lado y a otro del "ecuador" de su vida, respectivamente):

(I) El problema de la circulación general atmosférica y de la energía necesaria para su mantenimiento.

(II) La predicción del tiempo y del clima (cambio) como problema acotado ante una nueva visión-enfoque del caos.

En ambas materias introduce conceptos y términos de tal trascendencia que quedan marcadas por un "antes" y "después" de Lorenz. Tratemos ambos

campos separadamente.

Antecedentes de lo que se conoce como "Circulación General Atmosférica" se encuentra en la observación y compendio de los vientos favorables a la navegación, desde tiempos remotos. El Mediterráneo fue, hace milenios, una especie de laboratorio natural. La escuela fenicia proporcionó una vertiente práctica de tráfico marítimo comercial. La narrativa histórico-mitológica lo extiende hacia la epopeya náutica (Ulises, Eneas). En la Edad Media, la escuela de cartógrafos mallorquines es maestra y precedente de los descubrimientos. Paralelamente, en otras partes del mundo (vikings, olmecas, polinesios), iban explorando horizontes a merced de vientos propicios. Mientras, portugueses, andaluces, catalanes, abrían caminos para la Edad Moderna. En el s. XIX, geógrafos, marinos, físicos, meteorólogos, van completando el cuadro con mayor número de datos, para ofrecer en el s. XX un modelo coherente de Circulación General Atmosférica a escala hemisférica o planetaria. Al principio dentro del marco de una Ciencia Natural, descriptiva; luego sometido a las leyes de la Mecánica de Fluidos que explican el movimiento del aire sobre una esfera en rotación. Proceso en el cual se consume una energía potencial que se invierte en energía cinética, presentando un problema asociado de balance energético y de mantenimiento de esa circulación.

Lorenz es el investigador que enfoca este problema desde la perspectiva científica de una limitación: sólo una pequeña fracción de toda la energía es puesta en juego en este balance y mantenimiento. El la denomina *available potential energy* (1955, 1960) y sus trabajos son coronados por el Premio O.M.I. (Organización Meteorológica Internacional) en Ginebra, donde pronuncia su lección

magistral sobre el tema (1967).

Hacia el ecuador de su vida (45 años) recibe la investidura plena de Catedrático, casi en coincidencia con el giro de sus ideas en torno al aspecto "impredecible" del tiempo, que le ocupará hasta hoy el resto de su vida, a excepción del breve compendio (1991), casi nostálgico, del primer empeño de su historia. Ese giro supondrá un salto de gigante que abre una nueva etapa, más allá del recinto de la Meteorología para adentrarse en una Física-Matemática, que recibe con él una nueva savia.

Este otro campo de su obra trasciende, a partir de la Física del Aire, a una nueva doctrina de la Dinámica del caos. Introduce novedades conceptuales y terminológicas (la palabra *attractor* bautiza un fenómeno suyo y entra en el vocabulario moderno). Cuando ataca el problema de la predicción, enfocando su atención sobre una componente no predecible, lanza la idea de un "caos", hasta entonces sinónima de desorden, pudiendo significar un cierto tipo de orden sin periodicidad. La idea es universalmente aceptada; que cae en un momento histórico de euforia en la problemática de la predicción-previsión en otras ciencias: económicas, sociológicas, políticas, etc, a la búsqueda de soluciones periódicas como manifestaciones de fenómenos que se repiten. Supone asimismo una ruptura con la costumbre de agrupar indiscriminadamente fenómenos aleatorios, a fin de decantar el azar en el activo del comportamiento.

El conocimiento científico solía enfrentar al determinismo matemático *versus* el indeterminismo (a menudo identificado éste con la incertidumbre); Lorenz, en sus investigaciones, localiza sistemas deterministas que acaban siendo caóticos, encontrando una condición ubicua o de naturaleza congénita en aquellos. En ese momento aparece su primer trabajo, célebre, de esta etapa segunda de su vida, bajo el sorprendente título de "Un régimen determinista no periódico" (1963), al que le siguen modelos matemáticos y físicos (1965, 1969, 1975, 1982), o desarrollos de sus ideas (1987, 1991), coronados por su libro sobre "La esencia del caos" (1993, 1995).

El hecho de que su inmensa obra

fuera apareciendo en revistas especializadas de Meteorología retrasó su lectura por parte del mundo matemático y físico-teórico que, al advertir la trascendencia de los resultados más allá del campo de su especialidad, produjo una respuesta masiva con investigaciones y trabajos en un dominio nuevo, insospechado; del que es idea, por ejemplo, su conexión con la atractiva representación fractal (ciertas familias de atractores son fractales).

De todo ello son apenas muestras mínimas las referencias anexas.

RECONOCIMIENTO. Agradezco a mi compañero, Dr. Angel Salvador de Alba, su impulso en esta labor y a Ricardo Alonso Melguizo su inestimable ayuda en el acceso bibliográfico.

Relación de trabajos publicados por E.N. Lorenz

(1955) Available potential energy and the maintenance of the general circulation. *Tellus* 7, 157-167.

(1956) A proposed explanation for the existence of two regimes of flow in a rotating symmetrically-heated cylindrical vessel. *Proc. First Sympos. on the use of models in Geophys. Fluid Dyn.* Washington US Govt. Printing Off. 73-80.

(1960) Generation of available potential energy and the intensity of the general circulation. "Dynamics of Climate". New York, Pergamon Press, 86-92.

(1962) Simplified dynamic equations applied to the rotating-basin experiments. *J. Atmos. Sci.* 19, 39-51.

(1962b) The statistical prediction of solutions of dynamic equations. *Proc. Internat. Sympos. Numer. Weather Pred.*, Japan Meteorological Soc., 629-635.

(1963) The mechanics of vacillation. *J. Atmos. Sci.*, 20, 448-464.

(1963b) Deterministic non-periodic flow. *J. Atmos. Sci.*, 20, 130-141.

(1963c) The predictability of hydrodynamic flow. *Trans. N. Y. Acad. Sci., Ser. II*, 25, 409-432.

(1964) The problem of deducing the climate from the governing equations. *Tellus*, 16, 1-11.

(1965) A study of the predictability of a 28-variable atmospheric model. *Tellus*, 17, 321-333.

(1967) The nature and theory of the general circulation of the atmosphere. Ornanización Meteorológica Mundial, Ginebra. Premio O.M.I.