

Libros

Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability (Modelización atmosférica, asimilación de datos y predecibilidad). Eugenia Kalnay, Cambridge University Press (2002).xix + 341 páginas; figuras y tablas. Precio:29.95 libras esterlinas.

LA predicción numérica del tiempo (PNT) ha cumplido recientemente 50 años, contados a partir de la primera predicción del tiempo a 24 horas utilizando el modelo filtrado barotrópico desarrollado por Charney, Fjortoft y von Neuman en los años 1948-1949. A lo largo de estos 50 años hemos asistido a un espectacular desarrollo de este campo de la meteorología debido a la convergencia de cuatro factores: (i) la potencia cada vez mayor de los superordenadores, que permiten una mayor resolución y menores aproximaciones en los modelos atmosféricos operativos; (ii) la cada vez mejor representación de los procesos físicos de pequeña escala (nubes, precipitación, transferencia turbulenta de calor, humedad y momento) en los modelos; (iii) el uso de métodos más precisos de asimilación de datos que proporcionan unas condiciones iniciales mejores para los modelos, y (iv) la mayor disponibilidad de datos, especialmente procedentes de satélites y de aeronaves, sobre los océanos y en el hemisferio sur.

Sin embargo, el desarrollo y madurez alcanzado por la PNT no ha venido acompañado del desarrollo paralelo de un material adecuado para su enseñanza. De hecho, el número de libros de texto que tratan de esta materia es realmente reducido, comparado con otras ramas de la meteorología o de la física. Más aún, el último texto general escrito sobre esta materia es el libro de Haltiner y Williams escrito en 1980. Este texto es todavía hoy en día la referencia obligada para introducirse en la PNT. El resto del material disponible son actas de seminarios y conferencias, apuntes de cursos (citemos aquí los sobresalientes apuntes del ECMWF) y artículos de revistas. Afortunadamente, esta gran laguna de un texto introductorio y a la vez actualizado de PNT ha venido a rellenarse con el libro de Eugenia Kalnay objeto de esta reseña.

El texto de Eugenia Kalnay es fruto de su amplia experiencia académica y operativa como responsable de modelización en el National Weather Service de EE.UU. Son notables sus contribuciones a este campo en asimilación de datos y, sobre todo, en predicción por conjuntos. Este libro se gestó durante sus cursos en las universidades de Oklahoma y de Maryland entre los años 1998 y 2001. El texto es a la vez muy asequible para los no iniciados y riguroso

en la presentación. No hace uso de excesivo aparato matemático, sino que más bien introduce las herramientas mínimas para una completa comprensión de las técnicas y algoritmos que describe. Son muy de destacar las notas históricas que aparecen salpicando la casi totalidad del texto, en particular en la introducción y en uno de los anexos. El texto incluye seis grandes capítulos, dedicados respectivamente a: 1) una perspectiva general histórica de la PNT; 2) las ecuaciones continuas de la atmósfera; 3) la discretización numérica de las ecuaciones del movimiento; 4) la parametrización de los procesos físicos subrejilla; 5) la asimilación de datos y 6) la predecibilidad atmosférica y la predicción por conjuntos. Pasemos a comentar brevemente cada uno de los capítulos.

El primer capítulo incluye un paseo histórico por los principales hitos que han marcado el desarrollo de la PNT. Comienza describiendo las ideas de Charney, herederas de V. Bjerknes y L.F. Richardson, relativas a considerar el problema de la predicción del tiempo como un ejemplo más de problema de valores iniciales. Analizando el espectacular fracaso de Richardson consecuencia de intentar describir la atmósfera en toda su complejidad, propone Charney el uso de modelos simplificados que filtren las ondas que son irrelevantes al problema de la predicción sinóptica. Se pasa a continuación a describir los modelos basados en ecuaciones primitivas que utilizan las leyes de conservación (de momento, de energía, de aire seco, de agua en todas sus fases) así como la ecuación de los gases perfectos. Estas ecuaciones incluyen entre sus soluciones ondas rápidas (como gravitatorias y sonoras) que precisan para su resolución pasos de tiempo pequeños con la consiguiente demanda de cálculo. La determinación de las condiciones iniciales necesarias para integrar las ecuaciones de la atmósfera lleva a introducir el tema fundamental del uso de las observaciones y de toda la información complementaria que permite obtener unas condiciones iniciales óptimas. Es lo que se conoce como la asimilación de datos. Tras describir los modelos de uso local que simulan procesos en la mesoescala, se pasa a introducir el tema de la predecibilidad de la atmósfera y la técnica muy actual basada en utilizar conjuntos de predicciones en lugar de una única predicción determinista. Finalmente, se especula en este capítulo sobre los desarrollos más probables que pueden presentarse a lo largo de la próxima década en la PNT.

El capítulo dos describe en detalle las ecuaciones continuas que gobiernan la atmósfera, así como las diferentes aproximaciones y filtrados que eliminan ciertos tipos de movimientos ondulatorios. Se discuten también las diferentes alternativas de coordenadas verticales. La discretización de las ecuaciones y las diferentes técnicas numéricas utilizadas para su resolución constituyen el objeto del capítulo tres. Estas técnicas tienen que combinar una precisión aceptable con una alta eficiencia que

permitan realizar los cálculos necesarios dentro de los exigentes límites temporales que imponen las operaciones en los centros de predicción.

La parametrización de los procesos de escala más pequeña que la rejilla de cálculo, definida al discretizar las ecuaciones, se presenta en el capítulo cuatro. Este capítulo está quizá excesivamente resumido y la mayoría de los temas apenas se apuntan o se refieren a lecturas externas. El poco espacio dedicado a este tema se puede justificar por el hecho de que la importancia de las parametrizaciones depende del horizonte temporal de las integraciones. Si bien en predicciones a corto plazo (1-2 días), objeto de la PNT, las integraciones están fundamentalmente influidas por las condiciones iniciales, en las predicciones estacionales y climáticas las integraciones están totalmente condicionadas por las parametrizaciones de los procesos subrejilla.

El capítulo cinco se centra en la asimilación de datos, cuyo propósito es el de utilizar toda la información disponible (no sólo las observaciones) para determinar de forma tan precisa como sea posible el estado inicial de la atmósfera. Después de introducir algunos métodos que sobre todo han tenido una importancia histórica (como, p.ej., los métodos de mínimos cuadrados, correcciones sucesivas (SC), etc.), el capítulo se centra en la interpolación óptima (OI) estadística en la asimilación variacional en tres dimensiones (3D-VAR). Discute también las condiciones de equivalencia entre OI y

3D-VAR y entre OI y SC. Finalmente, presenta el importante tema del balance en las condiciones iniciales, cuya ausencia fue en último extremo responsable del fallo de Richardson en el primer intento de PNT en el año 1922. Los métodos de inicialización que persigue este balance en las condiciones iniciales se discuten también con cierto detalle.

El capítulo ocho es la estrella del libro. Está dedicado a discutir la predecibilidad atmosférica y la predicción por conjuntos. Comienza el capítulo discutiendo el comportamiento caótico de la atmósfera y los trabajos germinales de Lorenz que datan del año 1963. Se presentan las diferentes técnicas que actualmente coexisten de predicción por conjuntos, frente a las predicciones puramente deterministas que se venían realizando hasta hace muy pocos años. Por último, se discute el papel de las condiciones de contorno inferiores (océanos y tierra) como fuente adicional de predecibilidad en las integraciones mensuales, estacionales e inter-anales.

Finalmente, quiero mencionar dos puntos de naturaleza muy diferente: Por un lado, la valiosa, exhaustiva y actualizada lista de referencias que acompaña al texto y, por otro, la dedicatoria del libro a las Abuelas de la Plaza de Mayo. Es muy gratificante ver que las responsabilidades científicas de Eugenia Kalnay y los largos años de ausencia de su país no han hecho mella en su compromiso con los principios de justicia y derechos humanos.

E. Rodríguez

Han Colaborado

Fernando Bullón Miró, Rosa María Rodríguez, Lorenzo García de Pedraza, Carlos Almarza Mata, Julio Aristizábal Arteaga, Francisco Pérez Puebla, Ernesto Rodríguez Camino, Máximo Jiménez Piqueras . José Ignacio Prieto Fernández, Miguel Angel García Couto