



La domesticación del tiempo

La predicción meteorológica fue modelada, a la vez que limitada, por la estadística y la construcción de las naciones-estado

La predicción del tiempo es la práctica más conocida de la meteorología. Cuando pensamos en ella, imaginamos mapas de tiempo con frentes, depresiones y anticiclones; y vemos isobaras que unen lugares con la misma presión atmosférica. Es más, damos por sentado que estos rasgos son la forma normal de visualizar los cambios del tiempo. Pero la elección de este tipo de representación es el resultado de desarrollos relativamente recientes. De hecho, fue en la segunda mitad del siglo XIX, momento en que se fueron construyendo las naciones-estado y el centralismo se impuso en Europa y América, cuando la cartografía del tiempo pasó a ser una práctica aceptada y legitimada por meteorólogos y gobernantes por igual.

En efecto, de 1855 a 1865, físicos como Urbain Le Verrier, del Observatorio de París, su asistente Hippolyte Marié-Davy y el jesuita Angelo Secchi, del Observatorio del Colegio Romano, propusieron que el avance de las áreas de baja presión podía

predecirse mediante mapas de isobaras. A estas áreas las llamaron *depresiones*. Sentaban así las bases de una práctica —que era un arte más que una ciencia— que perduró hasta los años veinte del siglo pasado.

Meteorólogos de diferentes servicios nacionales adoptaron el método. Y no solo eso. También compartieron dos principios básicos: primero, que el comportamiento del tiempo venía determinado, en gran medida, por la distribución de la presión atmosférica; segundo, que el tiempo «viajaba» a través de los mapas sinópticos. Así, las «bajas» eran las portadoras del mal tiempo, mientras que las «altas» anunciaban bonanza. Las isolíneas tenían el poder de crear cosas «trazables y rastreables», entidades que adquirían el estatus de realidades objetivas. Los mapas isobáricos ganaban, de este modo, la legitimidad científica de los servicios gubernamentales, y lograban así aceptación entre el público general.

Sin embargo, medio siglo después, esos dos principios comenzaron a desmoronarse. Un grupo de la escuela de meteorología de Bergen revolucionó el campo de la predicción, introduciendo los conceptos de masa de aire y frente, y dibujando frentes (franjas de transición entre dos masas de aire) en los mapas. Vilhelm Bjerknes, líder de esta escuela, describía así las limitaciones de sus predecesores: «Durante cincuenta años, los meteorólogos de todo el mundo miraron a los mapas del tiempo sin descubrir sus causas más importantes. Yo solo di el tipo apropiado de mapas a los jóvenes científicos apropiados» (esto es, a los físico-matemáticos con inquietudes meteorológicas). Y así lo veía un colega suyo, Richard Reed, en 1977: «Los principios físicos y los conceptos teóricos desempeñaron un papel pequeño, si no nulo, en la predicción práctica del tiempo hasta la Primera Guerra Mundial».

¿Por qué se había adoptado, pues, aquel método predictivo? ¿Cómo es que se aceptaron, casi universalmente, unos principios que luego iban a ser rechazados por erróneos, infundados y físicamente absurdos?

El argumento más común esgrimido por historiadores y científicos es que en el siglo XIX la predicción del tiempo era demasiado empírica. Como se basaba en técnicas de extrapolación, reglas empíricas e intuiciones, han tendido a pensar que no era suficientemente científica. Pero ello no explica que fuera aceptada de forma casi universal.

Afortunadamente, algunos historiadores de la ciencia han comenzado a arrojar luz sobre el desarrollo de las técnicas sinópticas predictivas. Fabien Locher lo atribuye a la emergencia de «una cierta cultura material e intelectual de meteorología dinámica desde los años 1850». Según Locher, esta cultura fue inspirada



PASO DE LA TORMENTA DEL MAR NEGRO a través de Europa del 12 al 16 de noviembre de 1854, según el mapa elaborado por Emmanuel Liáis y presentado por Urbain Le Verrier en la sesión del 31 de diciembre de 1855 en la Academia de Ciencias de París.

FUENTE: L'ESPACE CÉLESTE, OU DESCRIPTION DE L'UNIVERS, SUIVI DE RécITS DE VOYAGES ENTREPRIS POUR EN COMPLÉTER L'ÉTUDE, 2.^e ED. EMMANUEL-BERNARDIN LIAIS, GARNIER FRÈRES, PARIS, 1881.

por las innovaciones que introdujo Le Verrier en el Observatorio de París (aparatos electromecánicos y una división del trabajo propiciada por la industrialización).

Ahora bien, aunque esas innovaciones a buen seguro impulsaron la producción de mapas, la tesis de que hubo una cultura material e intelectual es falsa. En los años 1850 y 1860, el rasgo que definió a la meteorología fue la confrontación de dos concepciones rivales de cómo debía estudiarse el movimiento del aire. Una, el enfoque euleriano, se basaba en la representación sinóptica de isobaras y el papel principal de la distribución horizontal de la presión atmosférica. La otra, el enfoque lagrangiano, ponía de relieve las trayectorias de aire y líneas de corriente, al tiempo que recelaba de las representaciones en términos únicamente isobáricos. En esta confrontación, el enfoque euleriano triunfó sobre el lagrangiano. ¿Por qué?

Del mundo científico al social

La predicción del tiempo trata de movimientos de aire, es decir, de dinámica de fluidos. Básicamente, hay dos maneras de describir fluidos. En el enfoque euleriano, las propiedades de los fluidos se expresan mediante campos; el observador está interesado en la presión, velocidad, etcétera, de un fluido en un lugar dado, más que en la velocidad o posición de una partícula individual. Este enfoque produce isobaras y líneas de corriente de viento que se representan en mapas. En cambio, en el enfoque lagrangiano se siguen partículas individuales, al igual que se siguen las bolas de billar en un experimento físico. Aquí, el observador está interesado en parcelas de aire individuales, y en sus posiciones y velocidades a través del tiempo. En lugar de mapas, este enfoque produce análisis de trayectorias.

Sin embargo, sería engañoso pensar que esos dos enfoques se refieren solo a cómo aplicar las ecuaciones de Euler o Lagrange al movimiento del aire, como se enseña en los libros de texto de mecánica de fluidos. Tratan, además, de marcos de referencia observacionales y organizativos. La visión euleriana mira el movimiento del fluido desde puntos de observación fijos: las estaciones meteorológicas terrestres (como cuando nos sentamos en la orilla de un río y vemos pasar el agua). La visión lagrangiana, en cambio, observa desde un punto móvil la trayectoria de la parcela de aire (como cuando nos sentamos en una barca y nos movemos río abajo). Aquí, los sistemas

de observación incluyen cometas, globos aerostáticos equipados con instrumentos registradores, etcétera.

Veamos ahora por qué esos dos enfoques son especialmente influenciados por factores sociales. Por definición, en el enfoque euleriano cada campo necesita expresarse como una función del espacio y del tiempo; de ahí, pues, el uso de coordenadas espaciales fijas (las estaciones terrestres) y observaciones rutinarias de superficie. Estas características hacen que el método euleriano sea especialmente apropiado para sistemas de observación centralizados y sumamente estandarizados, sobre todo cuando se quiere estudiar estructuras espacialmente coherentes, como los ciclones. Por el contrario, en el enfoque lagrangiano los campos se expresan como una función del tiempo, no del espacio. Este enfoque denota, por tanto, libertad y sistemas de observación autónomos.

Todo indica que nos encontramos ante un aspecto que ha pasado desapercibido en la historiografía y sociología de la ciencia: la dimensión social de los enfoques euleriano y lagrangiano. Esto es, mientras el uso del método lagrangiano entraña verticalidad e inmanejabilidad, el del euleriano lleva consigo territorialidad y horizontalidad. Ello nos permite estudiar interesantes transiciones entre el mundo científico y el mundo social.

Pensamiento científico al servicio del Estado

En noviembre de 1854, una tempestad (conocida como la gran tormenta del Mar Negro) destruyó parte de la flota aliada en la Guerra de Crimea. Las flotas francesa y británica luchaban contra las fuerzas rusas. La gran tormenta no solo desató una crisis en la seguridad marítima y militar, sino que abrió una ventana de oportunidad a Le Verrier. El contexto es importante: Francia acababa de salir de las revoluciones sociales que sacudieron Europa en 1848, y el nuevo emperador, Napoleón III, quería recuperar el liderazgo mundial, implementando orden, control y un Estado sumamente centralizado. Los objetivos de Napoleón estaban en consonancia con los fines de Le Verrier. Este tenía planes para reorganizar el Observatorio de París en 1855 mediante un ambicioso sistema internacional para avisos de tormenta, con París como el centro de control.

Para implementar su plan, Le Verrier necesitaba la aprobación de los miembros de la Academia de Ciencias de París. En una sesión celebrada en 1855, quiso con-

vencerles de que era factible seguir la trayectoria de las tormentas a tiempo real. Para ello, les mostró un mapa que había preparado su asistente Emmanuel Liais, a partir de técnicas cartográficas desarrolladas por Adolphe Quetelet unos años antes. Según este, la tormenta se propagaba a través de ondas atmosféricas, como lo hacen las olas marinas. Todo indica que Le Verrier abrazó intencionadamente el método gráfico de Quetelet para lograr que los académicos respaldaran su plan. Dicho de otra manera, Le Verrier adoptó esa técnica, no porque fuese sugerido por alguna teoría mecánica o hidrodinámica, sino porque acomodó el pensamiento científico a los intereses de Estado.

Luego, volviendo a la pregunta de por qué se adoptó y triunfó el enfoque euleriano, vemos que las razones responden más a fines y necesidades prácticas que a principios físicos. De hecho, los científicos fueron impelidos por el oportunismo político y por necesidades de seguridad marítima y militar. Para Le Verrier y sus asistentes, el enfoque euleriano se convirtió en una herramienta efectiva para lograr objetivos tales como orden, control y centralización en la organización de las actividades científicas. Era, además, de más fácil manejo matemático y gráfico que el enfoque lagrangiano. En suma, era un medio para alcanzar fines tanto científicos como sociopolíticos.

Si la seguridad y la vigilancia son dos de los distintivos de los Estados modernos, entonces la producción de mapas de tiempo debe verse como uno de los hechos fundamentales en la construcción de los estados-nación. ■

PARA SABER MÁS

Air apparent. How meteorologists learned to map, predict, and dramatize weather. Mark Monmonier. The University of Chicago Press, Chicago, 1999.

Predicting the weather: Victorians and the science of meteorology. Katharine Anderson. The University of Chicago Press, Chicago, 2005.

Le savant et la tempête. Étudier l'atmosphère et prévoir le temps au XIX siècle. Fabien Locher. Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2008.

Cyclones and earthquakes. The jesuits, prediction, trade, and Spanish dominion in Cuba and the Philippines, 1850-1898. Aitor Anduaga. Ateneo de Manila University Press, Quezon City, 2017.

Politics, statistics and weather forecasting, 1840-1910. Taming the weather. Aitor Anduaga. Routledge Press, New York, 2019.