

ASTRO- METEOROLOGÍA. LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO A LARGO PLAZO EN CLAVE ASTRONÓMICA

JOSÉ MIGUEL VIÑAS

Los primeros intentos por predecir el tiempo a largo plazo se remontan a los inicios de la agricultura. A pesar del espectacular desarrollo de la meteorología, todavía siguen arraigados algunos métodos tradicionales de predicción, basados en la supuesta influencia astral en el comportamiento atmosférico.

LA OBSERVACIÓN DEL CIELO Y LOS PRIMEROS PRONÓSTICOS DEL TIEMPO

Desde nuestros orígenes, los seres humanos hemos observado el cielo, tanto el diurno como el nocturno, haciéndonos preguntas sobre todo lo que acontece en él y tratando de buscar respuestas. Tanto el origen de las distintas religiones (búsqueda de una explicación de lo sobrenatural) como, posteriormente, el establecimiento de la ciencia, tienen en la observación de la bóveda celeste (del firmamento y del medio atmosférico), su razón de ser. Pensando en meteorología, nuestros ancestros comenzaron a establecer primitivas reglas de predicción, basadas en los colores del cielo, el tipo de nubes y, algo más tarde, en el lugar de procedencia del viento. Fueron dándose cuenta de que los cambios en el aspecto del cielo solían traducirse en cambios de tiempo. Esto era importante para ellos, ya que su supervivencia dependía en gran medida de ello. Tener o no la posibilidad de salir a cazar (cuando vivían en cuevas) o disponer de buenas cosechas (cuando

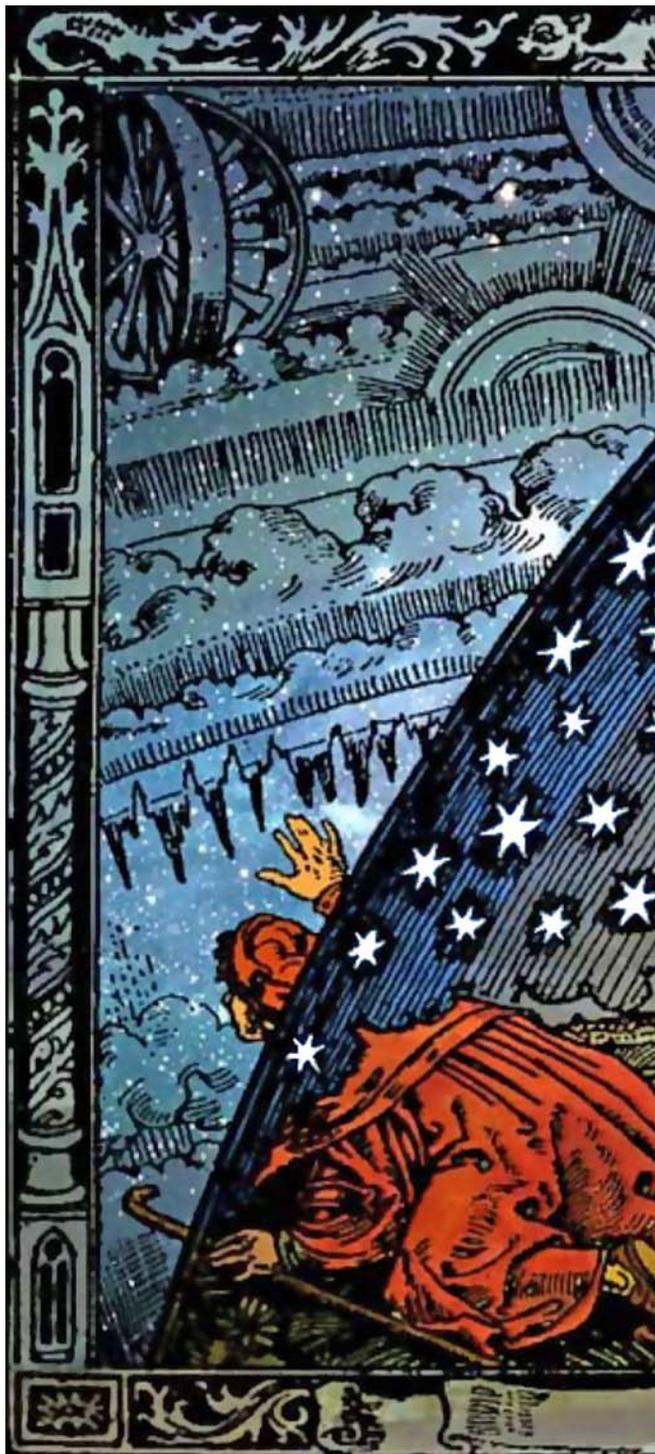
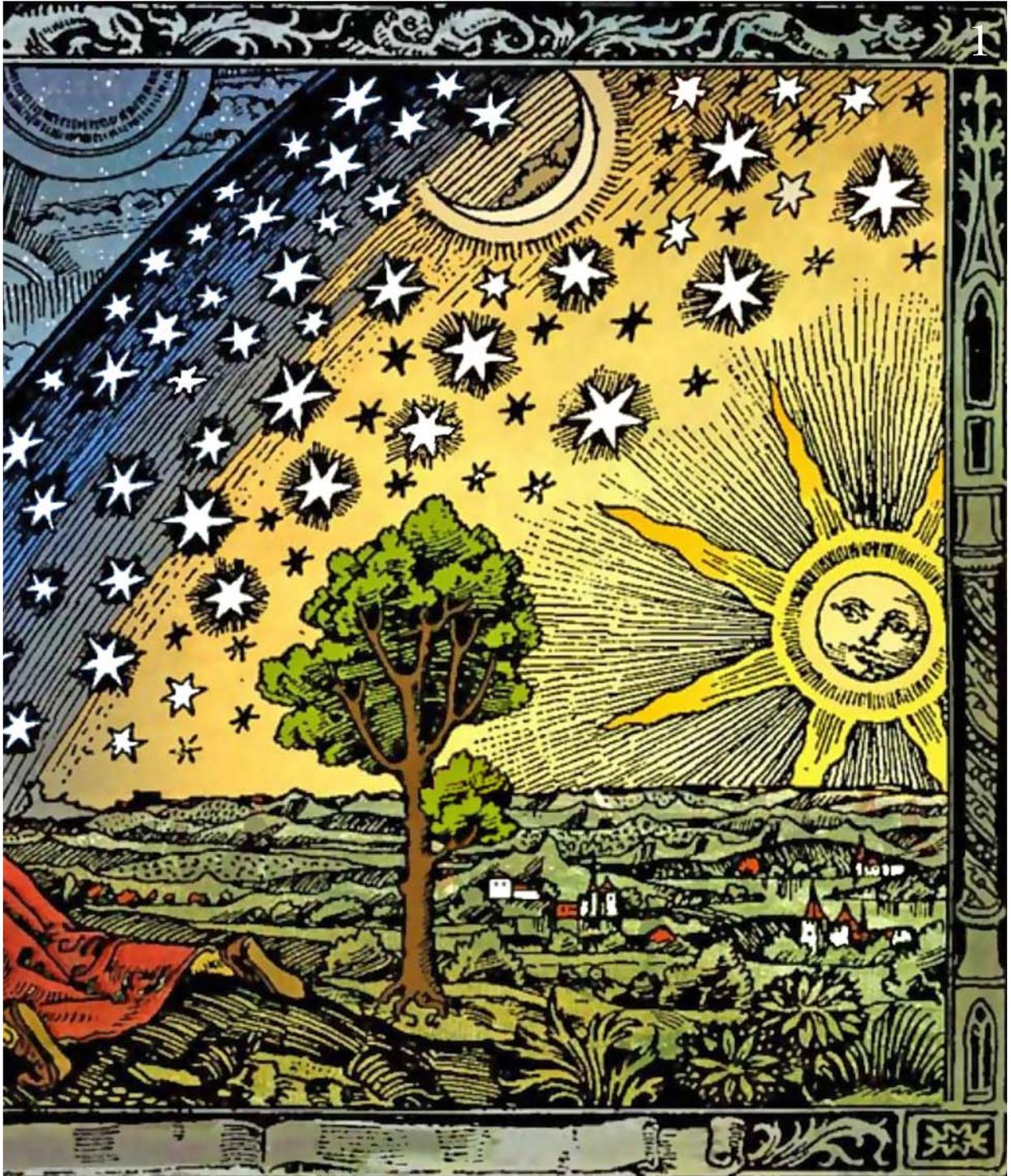


FIGURA 1. Imagen a color de un grabado medieval de autor anónimo que ilustra las distintas regiones celestes. (Ilustración original en blanco y negro: Camille Flammarion, *L'Atmosphère: Météorologie Populaire*, París, 1888, página 163)





empezamos a cultivar la tierra) estaba íntimamente relacionado con los caprichos de la meteorología.

Aquellos primeros hombres cazadores y recolectores se dieron cuenta de que los colores que adaptaba el cielo durante la puesta de Sol les arrojaban pistas sobre el tiempo venidero. Si el crepúsculo vespertino desplegaba una tonalidad naranja, el día siguiente podían esperar un día de tiempo apacible y caluroso. Si, por el contrario, la puesta de Sol venía acompañada de un color rojo intenso, destacando así algunas nubes –lo que se conoce como un candilazo– dicha circunstancia anunciaba un cambio a lluvias. Los cielos púrpuras avisaban de que llegaría frío y el color salmón era anunciador de viento la jornada venidera.

El hecho, antes apuntado, de que la supervivencia de aquellos primeros agricultores dependiera en gran medida del factor meteorológico hizo, por un lado, que empezaran a mirar el cielo, a veces, con miedo y preocupación, cuando las tormentas amenazaban con el devastador granizo, cuando las fuertes heladas echaban a perder la cosecha, cuando la falta de lluvia se prolongaba más de la cuenta (sequías), o cuando llovía en exceso. Tener la capacidad de anticipar esas adversidades se convirtió en algo importante para ellos

Por otro lado, tener la capacidad de planificar las tareas agrícolas con la suficiente antelación se convirtió en una de sus prioridades. Comenzaron a establecerse una serie de creencias en torno al tiempo y al clima que se fueron transmitiendo oralmente de padres a hijos. Algunas de ellas todavía siguen vigentes en el ámbito rural. Muchas de esas creencias, sobre todo las que tratan de prever el tiempo a largo plazo (tales como las cabañuelas o las témporas), carecen de base científica, a pesar de lo cual han resistido el paso de los siglos.

FIGURA 2. Cielo encendido, de vivos colores, al atardecer, interpretado desde la antigüedad como un indicador de cambio de tiempo a corto plazo. [© www.pexels.com]

FIGURA 3. Busto de Aristóteles en mármol, localizado en el Palacio Altemps, en Roma. [© Colección Ludovisi]

FIGURA 4. Frontispicio del Tomo VI de *Los meteorológicos* de Aristóteles. Edición publicada en Venecia en 1560. [Biblioteca Europea di Informazione e Cultura]

Labores como la siembra o la recolección se ligaron desde la antigüedad a las fases lunares, tal y como queda recogido en los primeros tratados agrícolas. Se propuso la idea de que las tareas ligadas al crecimiento de los cultivos, como la preparación del suelo o la siembra, debían de llevarse a cabo cuando la Luna estaba en la fase de creciente, mientras que la recolección y recogida de frutos, debía de hacerse en menguante. Según la creencia popular, si no se sigue esa pauta, se corre el riesgo de que las plantas no germinen con fuerza, ni el grano, las hortalizas o las frutas recolectadas tengan la calidad suficiente.

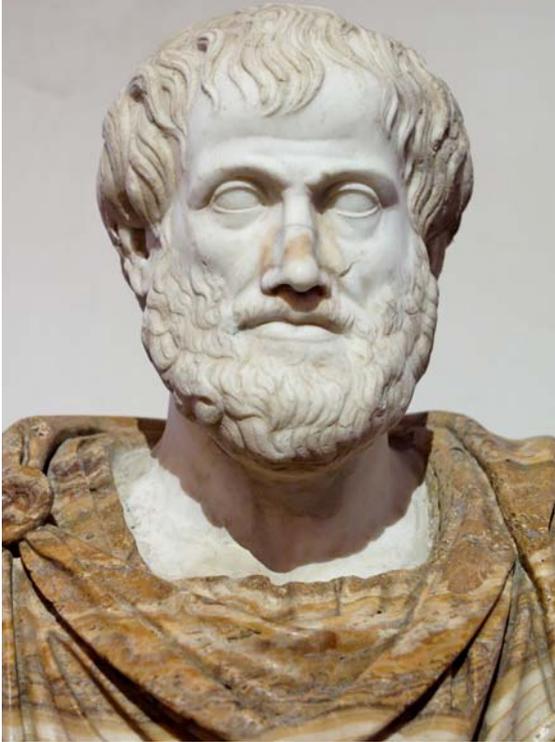
EL LEGADO ARISTOTÉLICO Y LA ASTROMETEOROLOGÍA

La meteorología dio sus primeros pasos gracias, fundamentalmente a las aportaciones de Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.). Este erudito, discípulo de Platón, hacia el año 340 a.C., escribió *Los meteorológicos*. Las ideas que expuso en esa obra sobre cuestiones diversas relativas a la atmósfera y los fenómenos que acontecen con ella, fueron incuestionables hasta el siglo XVII, en que se empezaron a sentar las bases de la meteorología como disciplina científica, derribándose la idea aristotélica de que en el seno de la atmósfera no puede existir el vacío, lo que dilató en el tiempo nuestra comprensión de la naturaleza del aire y del concepto de la presión atmosférica.

Tras el declive de la cultura griega y la posterior caída del Imperio Romano, el tratado de Aristóteles permaneció varios siglos casi olvidado, pero a partir del siglo XII comenzó a gozar de una gran difusión, gracias a la traducción al latín del texto en árabe llevada a cabo en Toledo por Gerardo de Cremona (1114-1187). El libro llegó a los monasterios y universidades europeas durante el medievo, convirtiéndose en la principal obra de referencia en materia meteorológica.

Hubo algunos otros autores clásicos que también filosofaron sobre lo que acontece en la atmósfera,

3



pero ninguno de ellos reflexionó con la profundidad y nivel de detalle que lo hizo Aristóteles. Aparte de en *Los meteorológicos*, también escribió sobre el tiempo y el clima en otra de sus obras: *La Problema-ta*, donde aborda distintas cuestiones empleando la fórmula de pregunta-respuesta (¿Por qué el aire es más frío al amanecer que al atardecer? ¿Se debe a que el amanecer está más cerca de la noche que el atardecer al mediodía?)

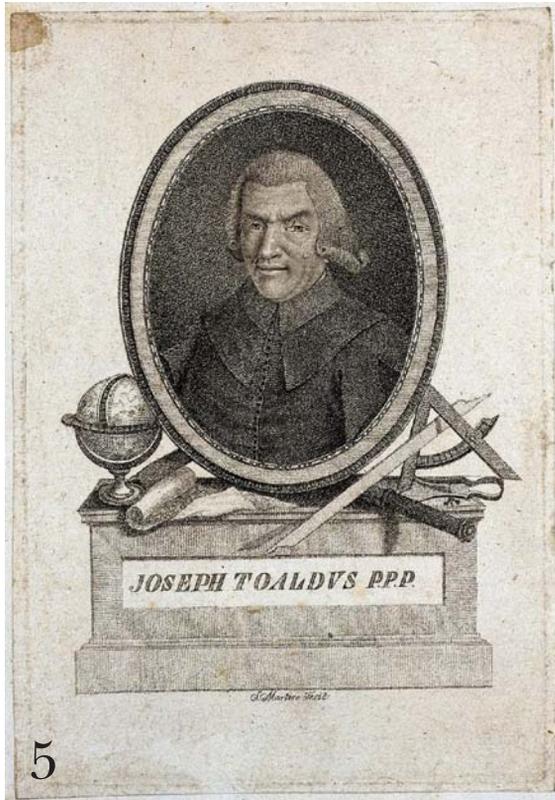
En la época de Aristóteles quedaron establecidas un conjunto de regiones celestes, que permitían entender todo lo que vemos que acontece sobre nuestras cabezas. La esfera más exterior era fija y estaba tachonada por las estrellas que pueblan el firmamento, conformando la bóveda celeste. Por debajo y concéntricas a ella estaban las esferas de los distintos planetas (cuerpos errantes), separadas de la Tierra por el éter y las cuatro esferas de los cuatro elementos fundamentales cuya combinación daba origen a cualquiera de los fenómenos observados en la atmósfera y sobre la superficie terrestre: aire, agua, fuego y tierra. Este modelo conceptual resistió el paso del tiempo, manteniendo su vigencia a lo largo de dos milenios.



4

A la influencia aristotélica, se suma el legado ptolemaico y su interpretación del mundo en clave astrológica. En el Libro IV de su *Tetrabiblos*, Claudio Ptolomeo (siglo II a. C.), detalla las influencias que la posición de diferentes astros en las constelaciones zodiacales tiene en el comportamiento atmosférico. En el capítulo 11 del Libro II, podemos leer, por ejemplo, que «...Aries trae consigo truenos, tempestades y relámpagos...» Esta obra fue una de las que sentaron las bases de lo que se terminó bautizando como astrometeorología, que a lo largo de los siglos fue alimentándose de los trabajos de muchos otros personajes, algunos de ellos destacados hombres de ciencia. Uno de ellos fue el astrónomo Johannes Kepler (1571-1630), que llegó a publicar pronósticos a largo plazo basadas en correlaciones entre conjunciones de Saturno con el Sol y periodos de bajas temperaturas.

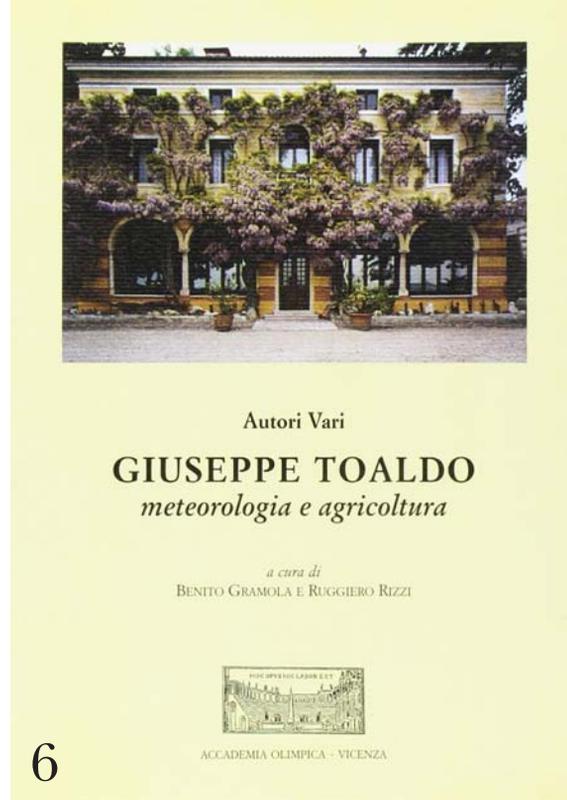
Durante la Ilustración surgieron una serie de personajes que cultivaron la ciencia y que abordaron el problema de la circulación general de la atmósfera y la predicción meteorológica tomando como principal causa el influjo gravitatorio que ejerce la



Luna sobre la Tierra, en particular sobre la atmósfera. Los trabajos de los conocidos como *lunaristas* tuvieron cierto recorrido, en paralelo al desarrollo ortodoxo que fue teniendo la meteorología como ciencia de pleno derecho. Entre esos personajes destacan Giuseppe Toaldo (1719-1797), sacerdote versado en astronomía, que ejerció la docencia en la Universidad de Padua, y Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), que puso todo su empeño en demostrar esa influencia lunar. Entre 1799 y 1809 publicó once anuarios meteorológicos, en los que ofreció predicciones meteorológicas a largo en términos probabilistas. Fue el germen de las que algo más tarde se popularizarían a través de los almanques como el famoso *Calendario Zaragozano*, al que más adelante haremos referencia.

LA CONVIVENCIA DE LA METEOROLOGÍA CIENTÍFICA Y LA POPULAR

Hasta el siglo XVII la meteorología no adquirió su condición de disciplina científica. Ese punto de inflexión llegó de la mano de Galileo Galilei (1564-1642) y el desarrollo del método científico basado



en la experimentación. La principal aportación de Galileo a la instrumentación meteorológica fue la invención del termoscopio, que cuando se le integró una escala de temperaturas pasó a convertirse en el termómetro, un instrumento fundamental de la observación meteorológica.

A Galileo se le resistió algo más desentrañar la verdadera naturaleza del aire, pero fue su discípulo Evangelista Torricelli (1608-1647) el que lo consiguió, lo que le llevó a inventar el barómetro de mercurio. Este hito desterró algunas ideas aristotélicas que todavía seguían vigentes en el siglo XVII y dio paso al espectacular desarrollo que empezó a tener la meteorología. Gracias a la aparición del termómetro, del barómetro de mercurio y de otros instrumentos meteorológicos (higrómetros, pluviómetros...), comenzaron a realizarse observaciones en distintas ciudades europeas.

La predicción meteorológica basada en el método científico no comenzó a gestarse hasta mediados del siglo XIX. Durante los dos siglos que transcurrieron desde las aportaciones de Galileo y Torricelli y esos primeros pronósticos meteorológicos, los

lunaristas ejercieron gran influencia entre los estudios de la atmósfera, a lo que hay que sumar el auge alcanzado por la meteorología popular, lo que en parte justifica el retraso que históricamente ha tenido la implementación de la meteorología frente a otras ciencias como la astronomía, la botánica o la geología.

En el mundo rural encontramos los principales mimbres de la llamada meteorología popular. El miedo atávico a las tormentas y a las calamidades que provocan ha dado lugar a multitud de ritos y tradiciones, algunas de las cuáles han resistido el paso del tiempo. En zonas particularmente tormentosas, se extendió a lo largo de la Edad Media el uso de distintos rezos pidiendo la protección de determinados santos, como Santa Bárbara, así como curiosos conjuros y ritos que se aplicaban en las casas y fuera de ellas, en edificaciones próximas a algunas iglesias, llamadas esconjuraderos, así como toques de campana que avisaban del peligro que se acercaba, en un intento por ahuyentarlo (tocar a nubló).

Otro de los rituales clásicos son las rogativas destinadas a pedir lluvia, cuando se necesita, o el fin de esta, cuando el exceso de ella empieza a ser un problema. Desde el medievo, la iglesia católica tiene perfectamente tipificadas este tipo de rogativas, llamadas *pro pluvia* y *pro serenitate*, diferentes en función de la gravedad que tenga el hecho. Esto ha permitido a algunos climatólogos reconstruir algunos eventos climáticos destacados del pasado, como las sequías, gracias a la información que ha quedado registrada en los archivos eclesiásticos.

También ocupan un lugar destacado los refranes del tiempo, muchos de ellos ligados a las tareas agrícolas y ganaderas y su vínculo con el devenir atmosférico. Los hay que inciden en los comportamientos atípicos que caracterizan el tiempo y que trastocan las labores agrícolas, lo que acostumbra a tener consecuencias negativas. Otros se lanzan a la piscina del pronóstico a largo plazo, lo que enlaza directamente con algunos métodos tradicionales de predicción, como las cabañuelas y las témporas.

Las cabañuelas tienen su origen en la fiesta judía de los Tabernáculos, y se llevan a cabo aplicando distintas metodologías, dependiendo de los lugares y de los cabañuelistas, que son las personas encargadas de elaborarlas. En España, las más habituales son las cabañuelas de agosto, basadas en la observación del comportamiento de la atmósfera durante las dos primeras semanas de ese mes, relacionando

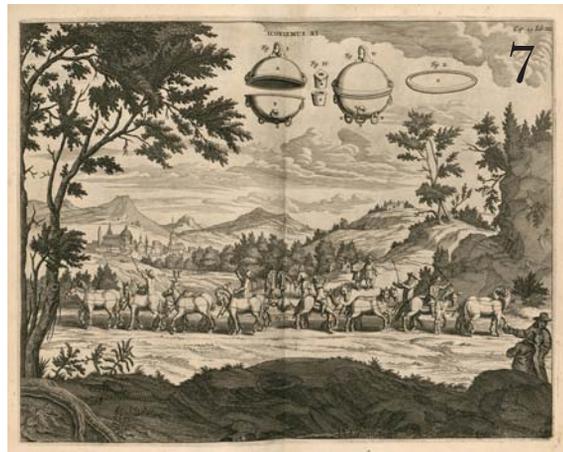


FIGURA 5. Grabado de Giuseppe Toaldo. (© Museo La Specola, Observatorio Astronómico de Padua, Italia)

FIGURA 6. Edición moderna del tratado de Toaldo sobre meteorología y agricultura, publicada en 2008 por la Accademia Olimpica.

FIGURA 7. Grabado de Gaspar Schott que ilustra el experimento de los hemisferios de Magdeburgo, que el físico Otto von Guericke llevó a cabo en 1654 para demostrar la gran fuerza que ejerce el aire mediante la presión atmosférica. Publicado en *Physica curiosa* (Wurtzburg, 1662).

lo que acontece en el cielo cada uno de los días con el tiempo que tendrá lugar cada mes, en orden creciente, del año venidero.

Las cabañuelas, como ya se apuntó al principio del artículo, carecen de base científica, lo mismo que las témporas. El origen de estas últimas se remonta al Antiguo Testamento, existiendo referencias a ellas –a las conocidas como «Ferias de las cosechas»– por parte de historiadores romanos del siglo III. En este caso, se trata de una predicción del tiempo estacional (de la estación entrante) que se confecciona a partir de unas fechas de observación del cielo que fija el calendario lunar.

A lo largo de los siglos XVIII y XIX cobraron una gran relevancia los almanaques y anuarios agrícolas, en los que tampoco faltaban las predicciones a largo plazo, confeccionadas por métodos que tenían una fuerte carga astrológica. Algunas de estas publicaciones llegaron a convertirse en auténticos *best sellers*, que contaban con muchos miles de lectores. En España, antes de que a mediados del siglo XIX comenzara a comercializarse el famoso *Calendario Zaragozano*, gozó de gran popularidad, *El Gran Pisca-*

8

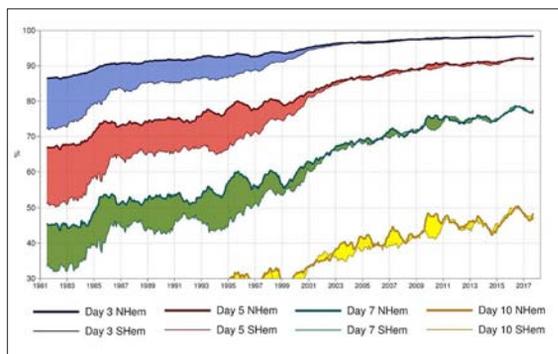


FIGURA 8. Evolución de la fiabilidad de las predicciones meteorológicas desde los años 80 hasta el presente. (ECMWF, Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio)

tor de Salamanca, llevado a cabo por el escritor, médico y matemático salmantino Diego Torres Villarroel (1694-1770).

En EE. UU., Benjamín Franklin publicó, durante veinticinco años seguidos, uno de los almanaques más conocidos de su época, bajo el curioso nombre del *Almanaque del Pobre Richard*. El 28 de diciembre de 1732 vio la luz la primera edición, a la que siguieron veinticuatro más, hasta la última, correspondiente al año 1758. Entre las muy diversas informaciones que contenía, se ofrecían pronósticos del tiempo a largo plazo, que los colonos norteamericanos tenían en cuenta a la hora de planificar sus actividades.

En España, el almanaque más exitoso ha sido el *Calendario Zaragozano*, que todavía sigue comercializándose, creado por Mariano Castillo y Ocsiero (1821-1875), cuya imagen aparece en la portada. Aunque figura en ella que el citado calendario fue fundado en 1840, ese dato es erróneo, ya que el primero vio la luz veintidós años más tarde, en 1862. El *Zaragozano* de Mariano Castillo no fue el primero, ya que algunos años antes, en 1857, otro personaje zaragozano, D. Joaquín Yagüe Benedicto, empezó a publicar su calendario *El Cielo*, que también se apropió del identificativo «Zaragozano», por los orígenes del autor. Ambos calendarios compitieron durante bastantes años, enzarzándose sus autores en más de una enganchada. Fue tal su éxito, que no faltaron publicaciones de corte similar que se apropiaron del término «Zaragozano» para lograr engancharse al carro del éxito.

Ni Castillo ni Yagüe eran hombres de ciencia, aunque eran personas cultas, muy versadas en me-

teorología antigua y en astrología. Fue tal su éxito, que se convirtieron en un fenómeno social. El *Zaragozano* de Castillo —el único que ha aguantado el paso del tiempo— llegó a vender un millón y medio de ejemplares a principios de la década de 1920.

LOS LÍMITES CIENTÍFICOS A LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA A LARGO PLAZO

Aunque el avance de la predicción meteorológica ha sido imparable —particularmente desde que a mediados del siglo pasado entraron en escena los ordenadores—, sigue teniendo en los pronósticos a largo plazo su particular obstáculo. La meteorología popular lo ha intentado de todas las maneras, consiguiendo calar en una parte importante de la sociedad, que sigue confiando en algunos de esos métodos predictivos.

Lo cierto es que la ciencia se encargó hace tiempo de demostrar que la predictibilidad tiene unos límites que no podemos superar, por más que mejoren nuestras herramientas de predicción y tengamos superordenadores cada vez más potentes. A principios de la década de 1960, el meteorólogo estadounidense Edward N. Lorenz (1917-2008) descubrió de manera fortuita que el comportamiento atmosférico es caótico, de manera que su evolución depende fuertemente de las condiciones iniciales de las que parte el pronóstico, lo que explica por qué a medida que aumenta el horizonte de predicción, es menos predecible el tiempo. Su hallazgo dio origen al conocido «efecto mariposa».

A pesar de la limitación que tiene predecir el tiempo de forma fiable a más de unos pocos días vista, no todas las situaciones atmosféricas son igual de predecibles. El conjunto de posibles soluciones de un modelo numérico de predicción (todos los posibles estados futuros de atmósfera) caen dentro del atractor de Lorenz, pero dependiendo de la región del espacio de fases donde se sitúan los estados iniciales, la dispersión de las soluciones será mayor o menor; de ahí que a veces una predicción del tiempo para dentro de tres días pueda ser más arriesgada (menos predecible) que una a cinco-seis días vista.

Los límites de la predictibilidad a corto y medio plazo se han ido reduciendo sensiblemente desde la época de Lorenz hasta la actualidad, con los superordenadores. El aumento de la potencia de cálculo computacional ha ido permitiendo la ingestión, cada vez mayor, de datos meteorológicos en los mo-

delos de circulación general. A pesar de ello, el aleo de la mariposa sigue trastocando nuestros intentos por predecir el tiempo a largo plazo (a partir de 10-15 días), aunque también en ese terreno puede que se progrese algo en los próximos años. Recientemente, se ha descubierto cómo el calentamiento que están experimentando las aguas oceánicas superficiales y que irá a más, según apuntan las proyecciones climáticas, puede contribuir a reducir la predictibilidad del tiempo a largo plazo. Ese hecho se ha bautizado con el nombre de «efecto Hammam» y abre una interesante línea de investigación en esa quimera que nos acompaña desde nuestros orígenes, que es la de anticipar con mucha antelación el tiempo venidero. (A)

Bibliografía

— Barrero, A., 2004. «El aporte de Aristóteles a la Meteorología». *Meteorología Colombiana*, n° 8; pp. 107-113. Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia.

— Pascual Blázquez, J. L., 2009. «Astrometeorología: Intento de reformulación científica en el siglo XX». *astrofactoria.webcindario.com*.

— Pascual Blázquez, J. L., 2012. «Los lunaristas y la predicción del tiempo en los siglos XVIII y XIX». *Boletín de la AME (Asociación Meteorológica Española)*, n° 36 (5ª etapa), pp. 34-39. Madrid.

— Viñas, J. M., 2013. «Origen y desarrollos actuales de la predicción meteorológica». *Encuentros Multidisciplinares*, n° 45; pp. 14-21. Madrid.

— Viñas, J. M., 2019. «El efecto Hammam. Tiempo y Clima». *Boletín de la AME n° 64 (5ª etapa)*, pp. 11-13. Madrid.

José Miguel Viñas (@divulgameteo), meteorólogo de Meteored y consultor de la Organización Meteorológica Mundial. Responsable de la web www.divulgameteo.es.



www.alphacygni.com

676264538

Envíos gratuitos. Consulte condiciones.