



## El Universo meteorológico Un científico en las nubes

JOSÉ MIGUEL VIÑAS

DESCUBRIR LA CIENCIA, MATERIA III, 2016, 144 PÁGINAS. PRECIO 9,95 EUROS

**B**ajo el título "El universo meteorológico. Un científico en las nubes", el domingo 5 de junio de 2016 salió publicado –junto al periódico El País– un nuevo libro de José Miguel Viñas. La obra forma parte de la colección de divulgación científica "Descubrir la ciencia" ([www.descubrirenciencia.com](http://www.descubrirenciencia.com)), dirigida por Materia, principal referente del periodismo científico en España y responsable de los contenidos de ciencia de El País.

La colección consta de 40 títulos, cada uno de los cuales plantea, con rigor y lenguaje sencillo, un apasionante recorrido por una disciplina científica. En este proyecto editorial ha participado un equipo multidisciplinar compuesto por un elenco de especialistas en comunicación científica e investigadores vinculados a instituciones tan prestigiosas como el ICFO (Instituto de Ciencias Fotónicas), el CRG (Centro de Regulación Genómica), o el IAC (Instituto Astrofísico de Canarias) entre otros.

En la contraportada se lee que no es de extrañar que "la Meteorología haya interesado desde siempre al ser humano, porque de ella dependen las cosechas, la seguridad aérea o la posibilidad de rellenar incómodos silencios en el ascensor. [...] ¿A qué se deben los anticiclones, las tormentas o los vendavales que nos anuncian, en ocasiones, los hombres del tiempo? ¿En qué basan sus predicciones? Detrás de los pronósticos del tiempo, de una nube o de cualquier fenómeno atmosférico que se precie, se esconde un universo meteorológico que descubrirá en este libro. La Meteorología es una ciencia relativamente joven, que sigue conviviendo con tradiciones populares, ritos y creencias muy arraigadas aún en algunas personas. Solo la ciencia puede proporcionar las respuestas, si no queremos depender del refranero".

José Miguel Viñas (Madrid, 1969) es licenciado en Ciencias Físicas con especialidad en Física del Aire y comunicador científico. Desde septiembre de 2013 trabaja como consultor de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y ha participado en los proyectos MOMET y PREMIA, ambos en México. Es el

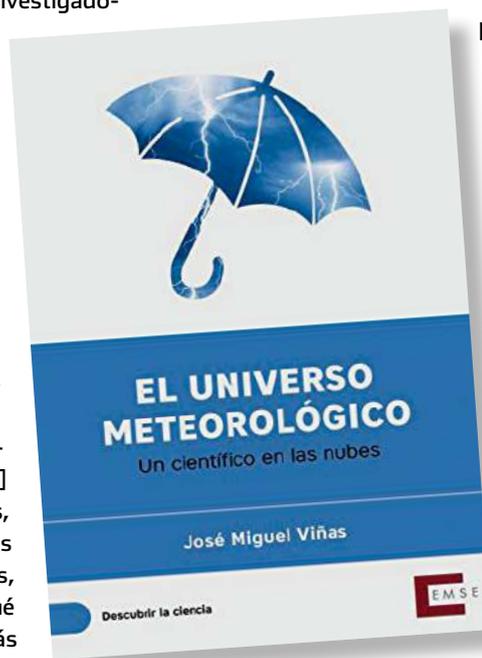
actual vicepresidente de ACOMET (Asociación de Comunicadores de Meteorología) y colaborador del programa de RNE "No es un día cualquiera", dirigido por Pepa Fernández, donde tiene una sección fija 'Meteoconsultas'. Responsable de la página web [www.divulgameteo.es](http://www.divulgameteo.es), escribe regularmente artículos, imparte conferencias y cursos por toda España, y ha publicado hasta la fecha seis libros de divulgación científica, que tratan sobre cuestiones de lo más diversas relacionadas con el tiempo y el clima ("¿Estamos cambiando el clima?" Sirius, 2005; "200 estampas de la temperie", Sirius, 2007; "Introducción a la Meteorología. La ciencia del tiempo", Almuzara, 2010; "Curiosidades meteorológicas", Alianza Editorial, 2012;

"Preguntas al aire. La Meteorología tiene la respuesta", Alianza Editorial, 2014; "El universo meteorológico. Un científico en las nubes", Materia – El País. Colección "Descubrir la ciencia", nº 9. 2016).

El Universo Meteorológico es un libro idóneo para acercarse a la meteorología, para perderle el miedo, porque, entre otras cosas, está bien escrito y no resulta ser un texto salpicado de términos en inglés. Se nota la mano de un excelente divulgador en multitud de detalles, por ejemplo, la elección de títulos concisos y evocadores, una redacción que motive al lector sin rebajas de contenido, el planteamiento de preguntas que se hace el lector de a pie, etc.

El libro se estructura en: introducción, ocho capítulos: 'Siempre hemos mirado el cielo', 'Y la meteorología se hizo ciencia', 'Érase una vez la atmósfera', 'La máquina atmosférica', 'Variables meteorológicas', 'Meteodiversidad', 'La Predicción meteorológica' y 'El cambiante clima', bibliografía recomendada y glosario. A su vez cada capítulo va encabezado con una frase ilustrativa, y uno o varios cuadros que aportan información complementaria.

Como se subraya en la introducción, capítulo fundamental que viene a ser como el menú de un restaurante en el que junto al nombre del plato, se nos mencionara casi como de pasada los principales ingredientes, en este libro se recorre de manera breve



la historia de la meteorología, desde los primeros intentos de los seres humanos (Diluvios y tempestades en el pasado, Aristóteles y el primer tratado meteorológico) hasta el establecimiento de las bases de la meteorología moderna (Renacimiento), y su posterior desarrollo hasta la actualidad.

Más tarde, aparecerá la atmósfera ('Érase una vez la atmósfera'), título que es un guiño a los cuentos infantiles. La frase que encabeza este capítulo es de E. Torricelli 'Vivimos en el fondo de un océano del elemento aire', capítulo donde se nos acercará a su composición, a su estructura y a sus fenómenos más significativos, acabando con una vuelta por el Sistema Solar para conocer sus principales características. Tras la atmósfera, se nos presentará la máquina atmosférica con su incesante actividad, merced a la gran cantidad de energía recibida del Sol; los principales elementos de la circulación general atmosférica –en el hemisferio norte– y las corrientes en chorro, autopistas celestiales como las denomina el autor. Posteriormente, el testigo pasa a las variables meteorológicas fundamentales en las que se apoya el trabajo de los meteorólogos y climatólogos; presión atmosférica, temperatura, densidad del aire, viento y precipitación. La frase que encabeza el apartado de las 'Variables meteorológicas' es de Camille Flammarion: "La observación del termómetro es un estudio más delicado de lo que se cree, si se quiere tener datos exactos de temperatura". En esta sección, se nos señala que para comprender muchos de los procesos que tienen lugar en la atmósfera, basta con tener en cuenta estas tres variables meteorológicas: presión, temperatura y densidad del aire. Los cambios experimentados por cualquiera de ellas, inducen cambios en las otras dos; recurriendo a la analogía con el juego de billar para comprenderlo mejor.

A continuación, el capítulo dedicado a la 'meteodiversidad'. Aunque, como matiza el autor, la palabra meteodiversidad no aparezca en el diccionario, posiblemente sea el término que mejor defina el espectáculo de variedades. Se inicia con la clasificación de los meteoros, entendiendo como tales todos los fenómenos que tienen lugar en la atmósfera, con excepción de las nubes. Se acostumbra a dividirlos en cinco categorías: hidrometeoros, litometeoros, meteoros eólicos, electrometeoros y fotometeoros. La observación de las nubes ha atraído desde siempre la curiosidad y ha despertado la imaginación del observador; bajo el título 'Las cambiantes nubes' se nos invita a dar un paseo, empezando con la definición proporcionada por la OMM, la dificultad de su clasificación por su carácter cambiante y su multiplicidad de formas; la presentación del farmacéutico británico Luke Howard, que fue el primero en elaborar una clasificación de nubes, que alcanzó en 1803 un éxito internacional. Completan el capítulo, una serie de explicaciones detalladas sobre la razón de ser de los frentes, las borrascas y sus 'hermanos mayores: los ciclones tro-

picales'. En ese apartado, el autor enfatiza que pese a que las referencias en los medios de comunicación son muy frecuentes, todavía son poco y mal conocidos, de ahí que, por ejemplo, antes de abordar los frentes, insista en la necesidad de tener claro el concepto de masa de aire. La parte final de este capítulo se centra en las 'inquietantes tormentas', máxima expresión de la inestabilidad atmosférica, fenómeno natural que provoca una curiosa mezcla de miedo y de fascinación.

El libro prosigue su curso, llegando a uno de los temas más atractivos y apasionantes, la predicción meteorológica. Siempre nos ha interesado conocer el tiempo que iba a hacer. En épocas pretéritas, cuando la mayoría de las personas se dedicaban al cultivo de la tierra, era una cuestión de supervivencia; mientras que ahora, estas informaciones sirven para planificar nuestras actividades. No debe de extrañarnos que los espacios del tiempo en televisión cuenten con audiencias tan numerosas. Las condiciones meteorológicas influyen en nuestras vidas; el carácter de las personas guarda, a su vez, una estrecha relación con el clima del lugar donde viven, y así, tirando de ese hilo, como manifiesta el autor, podemos encontrar multitud de interconexiones entre nosotros y el medio atmosférico.

La frase que encabeza el capítulo es de Edward N. Lorenz y pertenece a una comunicación sobre predecibilidad presentada en la 139ª Reunión de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia, en diciembre de 1972. '¿El aleteo de una mariposa en Brasil puede provocar un tornado en Texas?'

En su lista de apartados figura 'Los primeros pronósticos', 'De Bjerknes y Richardson a los superordenadores', 'La Ciencia de la Predicción', y '¿A cuántos días podemos predecir?'. También va acompañada de los siguientes cuadros, 'Un oportuno huracán en el Mar Negro', 'La máquina que venció al tiempo' y 'Lo que nos cuenta un mapa de tiempo'. Parecerá evidente pero al escoger como título 'Lo que nos cuenta un mapa de tiempo' en lugar de, por ejemplo, 'Descripción de un mapa de tiempo', hace que el lector se sienta interpelado, o dicho de otra manera, se tiene en cuenta al lector.

En 'Los primeros pronósticos', Viñas nos cuenta que los orígenes de la predicción del tiempo se remontan prácticamente a los orígenes de la humanidad. Con el desarrollo de la agricultura, se convirtió en una necesidad conocer con antelación los cambios meteorológicos (la llegada de las lluvias, las heladas, el granizo...). Los pronósticos del tiempo basados en las fases lunares o en las posiciones de los astros adquirieron una gran popularidad, y dieron lugar a un 'sinfín de extravagantes teorías que-siempre según sus autores-respaldaban esos vaticinios'.

La predicción meteorológica basada en el método científico no surgió hasta mediados del siglo XIX, y lo hizo de la mano de un famoso astrónomo –descubridor de Ura-





→ no- y matemático de la época: Urbain Le Verrier (1811-1877). Por aquel entonces, ya se llevaban a cabo observaciones meteorológicas diarias en las principales ciudades europeas, aunque todavía no se contaba con la capacidad de elaborar pronósticos. Esto cambió merced a un episodio meteorológico ocurrido durante la Guerra de Crimea, recogido en el recuadro bajo el nombre de 'Un oportuno huracán en el Mar Negro', y a la rápida extensión que alcanzó el telégrafo en la época. A título de curiosidad, hay un mapa con la observación realizada el 25 de diciembre de 1857, en la época en que Le Verrier era a la sazón director del Observatorio de París, primer servicio meteorológico francés (véase, <http://www.meteofrance.fr/actualites/207078-il-y-a-150-ans-une-etape-decisive-pour-la-meteorologie-francaise>).

Retomemos el episodio de la Guerra de Crimea. El 14 de noviembre de 1854, un temporal destruyó gran parte de la flota franco-anglo-turca. Urbain Le Verrier, director del Observatorio de París, convenció a Napoleón III acerca de la conveniencia de crear un servicio meteorológico cuyo objetivo sería advertir a los marinos de la llegada de los temporales. Organiza una red de estaciones que comunican sus medidas a través del telégrafo

### *En 'Los primeros pronósticos', Viñas nos cuenta que los orígenes de la predicción del tiempo se remontan prácticamente a los orígenes de la humanidad.*

eléctrico. A partir de 1863, el Observatorio de París difundió de manera regular telegramas de advertencia a los puertos, y comienza la publicación diaria de mapas meteorológicos en el Boletín del Observatorio.

Durante la segunda mitad del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, las estaciones telegráficas fueron compartiendo instalaciones con los propios observatorios meteorológicos, y así los meteorólogos de los distintos países comenzaron a llevar a cabo las primeras predicciones. No obstante, tuvieron que transcurrir varias décadas más hasta que surgió la predicción numérica del tiempo, gracias a la cual se desarrollaron los modelos matemáticos en los que basamos nuestros pronósticos actualmente y en los que ahondaremos algo más adelante. Muy interesante el apartado de 'Bjernes y Richardson a los superordenadores', donde aprendemos que gracias a Vilhem Bjernes quedaron establecidas las bases de la predicción meteorológica, sugiriendo que todo pasaba por conocer con la suficiente precisión el estado de la atmósfera en un momento dado (las condiciones iniciales), así como las leyes físicas según las cuales se desarrolla un estado atmosférico a partir del precedente. Richardson fue el primero en llevar a la práctica el planteamiento teórico de Bjerknes, su resultado no fue satisfactorio y años más tarde, en una publicación donde exponía el resultado de sus investigaciones,

dijo que 'harían falta 64 000 personas trabajando por turnos para prever el estado de la atmósfera con mayor rapidez que la de su evolución real'. La ejecución del primer modelo numérico del tiempo en el ENIAC, primera computadora electrónica de la historia, fue el arranque del desarrollo de los modelos meteorológicos, una carrera que sigue en marcha, ya que los modelos actuales no dejan de avanzar. Bajo el título, 'La ciencia de la predicción', el autor se centra en el concepto de modelo de circulación general, mencionando también los denominados modelos de área limitada (LAM), la fiabilidad de los modelos, el avance en la predicción numérica que ha ido en paralelo al de los ordenadores, el concepto de predicción probabilista, el problema de acotar la incertidumbre inherente a la evolución futura del tiempo atmosférico, lo que supone un importante hito en el conocimiento científico y un salto cualitativo con respecto a las salidas clásicas de los modelos. El último epígrafe '¿A cuántos días podremos predecir?' incide en el hecho de que nuestra capacidad predictiva tiene un límite que no está impuesto únicamente por la potencia de cálculo de los ordenadores. Lorenz mostró que al ser la atmósfera un sistema gobernado por las leyes del caos, ello conduce a no poder predecir de forma fiable el tiempo más allá de una semana o diez días a lo sumo. Así, el principal reto de la predicción numérica no está en predecir el tiempo a más días, sino en ganar precisión en los pronósticos a muy corto, corto y medio plazo, donde queda aún un amplio margen de mejora. En el futuro, se verá una mayor explotación de los productos probabilistas, y, como concluye certera y bellamente: 'El hombre del tiempo tendrá que integrar cada vez más en su discurso el lenguaje de la probabilidad'.

Finalmente, el último capítulo del libro está dedicado al clima, en particular a los cambios que ha sufrido a lo largo de la historia. La comprensión de las causas que originaron los cambios climáticos-de distinto signo- en el pasado resulta fundamental para evaluar la singularidad del calentamiento global actual y, a partir de ahí, ser capaces de predecir cómo evolucionará el clima en el futuro. Una vez constatada nuestra contribución positiva e inequívoca a dicho calentamiento, conoceremos los elementos clave que pueden evitar que el clima evolucione hacia unos escenarios poco deseables, a los que nos resultará difícil adaptarnos.

'El cambiante clima' está encabezado por una frase de Guy S. Callendar del año 1939 que, como podemos comprobar, se adelanta a su tiempo: "Como el hombre está cambiando la composición de la atmósfera a un ritmo excepcional a escala geológica, es natural buscar los probables efectos de este cambio". Cuenta con tres secciones: 'Alternancia de frío y calor', 'Clima y civilización' y 'Las proyecciones climáticas'.

A lo largo de la historia, la Tierra ha sufrido todo tipo de transformaciones climáticas. Durante los aproximadamente 4600 Ma (millones de años) que tiene nues-

tro planeta, han tenido lugar siete grandes eras glaciales. Hace aproximadamente 2,5 Ma comenzó la última era glacial. Dicha circunstancia ha ido influyendo en el comportamiento climático durante el Cuaternario, el último de los periodos geológicos, en el que estamos inmersos. Algunos autores comienzan a hablar del Antropoceno, término acuñado en el año 2000 por Paul Crutzen (premio Nobel de Química 1995) para referirse a la época en que los seres humanos han comenzado a influir en el clima. Esta sucesión de glaciaciones y de ciclos interglaciales se explica en parte gracias a la teoría astronómica de Milankovitch que tiene en cuenta tres parámetros de la órbita terrestre: la excentricidad, la precesión y la oblicuidad.

Muy interesante la sección 'Clima y civilización' donde se menciona que la historia de la humanidad no puede entenderse bien sin tener en cuenta las continuas variaciones a las que se ha visto sometido el clima. Insiste Viñas en subrayar que la variabilidad es algo intrínseco al propio clima, y que la adaptación a los cambios climáticos que, de forma natural, siempre han sucedido, ha ido marcando el devenir de nuestra civilización. Nos sumergimos en la historia desde otra perspectiva: el Período Cálido Romano, el Pequeño Óptimo Medieval, la Pequeña Edad de Hielo cuyos últimos coletazos coincidieron prácticamente en el tiempo con el establecimiento de una red global de observatorios meteorológicos. Las sociedades humanas son vulnerables a los cambios climáticos, algo que en la actualidad vuelve a ponerse de manifiesto con el asunto del calentamiento global. Específicamente, en los últimos treinta años, nuestra huella en el clima se ha ido manifestando de forma clara e inequívoca, habiéndonos convertido en uno de los principales moduladores del clima terrestre.

Por último, 'Las proyecciones climáticas'. Las sospechas de que el hombre con sus actividades puede influir en el clima y en su evolución futura comenzaron a surgir mucho antes de que el término cambio climático se hubiera extendido por doquier. Se repasan los antecedentes: Fourier, Tyndall, Arrhenius, Callendar; Keeling, quien en la estación de Mauna Loa (Hawái), con motivo del Año Geofísico Internacional de 1957, puso en marcha el programa de medidas de CO<sub>2</sub>. La curva que en su honor se bautizó como 'Curva de Keeling', mostraba que en aquella época la concentración alcanzaba los 315 ppm (partes por millón en volumen), habiéndose superado ya los 410 ppm en mayo de 2018. Esta tendencia creciente ha sido registrada en todos los observatorios mundiales que miden la concentración de dióxido de carbono a la atmósfera. Se trata de un fenómeno global, lo mismo que el calentamiento, si bien en ambos casos la distribución espacial y temporal no es igual en toda la Tierra.

El aumento de la concentración de estos gases es el factor que más está contribuyendo al calentamiento global, sin olvidarnos tampoco de la influencia en el clima de los factores naturales. Aunque los científicos comen-

zaron a referirse al cambio climático para identificar esa evolución forzada del clima de la que en parte somos responsables, el componente atmosférico no es el único que se está viendo afectado. Para aspirar a comprender cómo puede evolucionar el clima de nuestro planeta en las próximas décadas y siglos, es necesario tener una visión global y avanzar en el conocimiento de cada uno de los subsistemas que forman el sistema climático, y no limitarnos a la atmósfera.

En 1988, se constituyó el IPCC (Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático), bajo los auspicios de la OMM y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Medio Ambiente (PNUMA), para que facilitara evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. Las evaluaciones llevadas a cabo son los informes del IPCC, y hasta la fecha se han publicado cinco, el último publicado en 2014. Informes que se publican con una cadencia aproximada de seis años.

Resulta esencial subrayar la diferencia entre una predicción climática y una proyección climática. Sucintamente, la diferencia radica en que la primera trata de dar información sobre todas las situaciones posibles en un futuro relativamente cercano (no superior a un par de décadas) mientras que la segunda da información sobre el estado del clima a más largo plazo condicionado a distintos escenarios socioeconómicos. Las proyecciones climáticas apuntan a un mundo más cálido y con fenómenos meteorológicos más extremos en las próximas décadas, aunque la magnitud de los cambios que vaya experimentando el clima dependerá, en buena medida, de nuestra actuación, de nuestro nivel de implicación en la adopción de medidas eficaces que pongan freno a las emisiones de los gases de efecto invernadero a la atmósfera, etc. Tal y como señala el quinto informe del IPCC: "Cuanto más alteremos el clima, más riesgos tendremos de impactos severos, generalizados e irreversibles". Nuestra adaptación al cambio climático será mejor o peor dependiendo de cómo se vayan resolviendo las guerras, el hambre, las desigualdades sociales.

Acaba bellamente el capítulo, volviendo al yo: "Confío en que podamos asistir a esa profunda transformación del mundo, que mejorará nuestra calidad de vida y la del resto de seres vivos que habitan el planeta. ...Dispondremos de pronósticos cada vez más precisos y ciertos, tanto para conocer el tiempo de los días siguientes en un lugar concreto como para saber cómo será el clima que les tocará vivir a nuestros descendientes. Tanto ellos como nosotros podremos seguir disfrutando del universo meteorológico, algo que empezaron a hacer nuestros ancestros alzando la vista al cielo".

En suma, una excelente y respetuosa aproximación al universo meteorológico.

**María Asunción Pastor Saavedra**