

## QUID EST CLIMA?

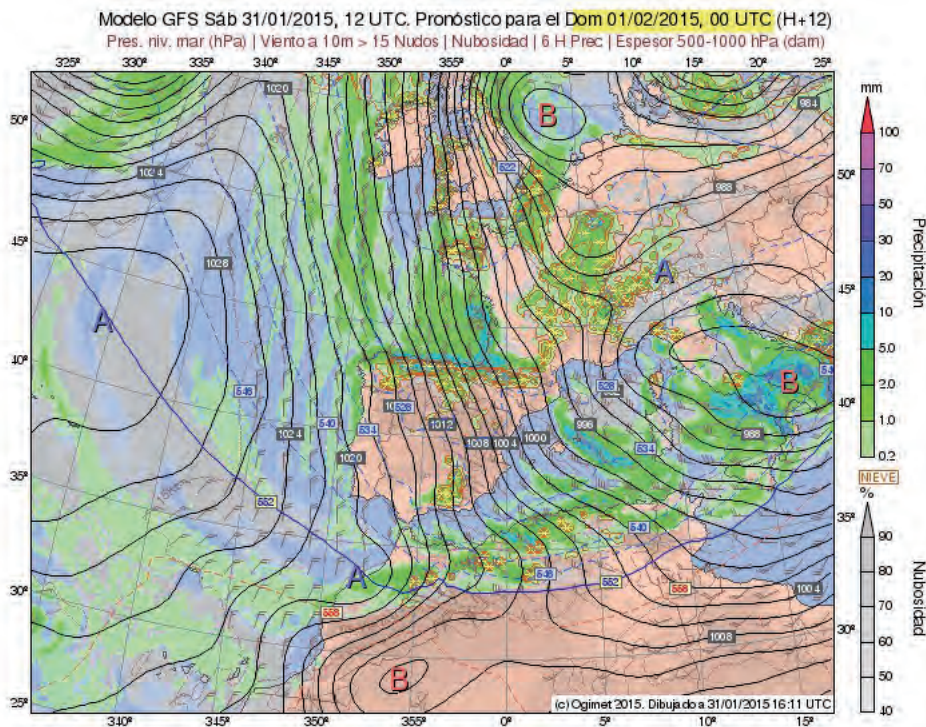
Francisco Sánchez Gallardo, Académico de Número de la Malagueña de Ciencias

### CONSIDERACIÓN PREVIA

Los hechos ineludibles, y con frecuencia exasperantes, distinguen las relaciones personales del hombre con el tiempo atmosférico, que son el estado en que estaba ayer la atmósfera o en el que está hoy, y en el que es probable esté mañana o en un futuro próximo. El tiempo siempre está presente en la vida del hombre. Podrá gustarle o resignarse a él; lo único que no puede hacer es ignorarle. El tiempo nos preocupa a todos; prueba de ello es que más del 70% de las personas interrogadas declaran consultar sistemáticamente las previsiones meteorológicas antes de cualquier desplazamiento; y en determinadas épocas del año, el espacio televisivo más visto es la información meteorológica. Necesitamos saberlo para decidir cómo vestimos, si salimos a la calle con paraguas, o si hemos de abrigarnos más de lo normal.

Igualmente, el conocimiento del clima de una determinada región permite tomar decisiones sobre la implantación de nuevos productos agrícolas, instalaciones eólicas, campos de golf, etc. En la zona de Málaga y su Costa del Sol se organizan numerosos eventos al aire libre, que los organizadores (operadores turísticos, cofrades de Semana Santa, etc.), esperan con inquietud y con sumo interés la información meteorológica para asegurarse la celebración del evento.

Los comentarios sobre el tiempo han pasado de ser un tema de recurso en las conversaciones, a considerarse como un asunto de permanente actualidad. No hay persona que no se pregunte por un verano exageradamente seco o caluroso, o por un invierno de lluvias torrenciales, y ¡cómo no! cuando en Málaga, por ejemplo, sopla el tan conocido “terral” (Fig. 1).



## DE AYER A HOY

Los relatos sobre las condiciones atmosféricas abundan en numerosos escritos y hasta en el folclore de las civilizaciones antiguas. Un relato épico babilonio, que precedió al Antiguo Testamento en cien años, describe una desastrosa inundación seguida de la caída prolongada de una lluvia torrencial.

En el libro segundo de Moisés, el Éxodo, se puede leer:

*Mañana, a esta hora,  
haré caer una granizada  
tan fuerte como no la ha  
habido en Egipto desde  
su fundación hasta hoy.  
(7ª plaga-18)*

Homero (900 a. C.) atribuye a los dioses los cambios de tiempo. Los cuatro textos más antiguos de la literatura india, los "Veda", que se remontan al siglo VI a. C., dan una explicación sagrada al fenómeno de los monzones en la zona del Indostán (lo que hoy se conoce como India, Pakistán, Bangladés, Sri Lanka, Las Maldivas, Bután y Nepal).

Teofrasto (380 a 285 a. C.) nos habla de los signos meteorológicos utilizados por los antiguos griegos. Algunos historiadores

consideran a Aristóteles (384 a. C - 322 a. C) el primer meteorólogo por afirmar que la lluvia procedía de las nubes y no de Júpiter. Los dioses Zeus y Thor son solamente dos ejemplos de fenómenos atmosféricos, personificados tal como los conocen todavía algunos pueblos. Y hasta en Inglaterra existía una ley del siglo XVI según la cual se castigaba con la muerte a las "brujas y a los profetas del tiempo".

Conviene recordar que las observaciones meteorológicas con instrumentos se inician de forma muy discreta, y aisladamente, a finales del siglo XVII y el siglo XVIII con las instalaciones de una red de observación que fomentaron la Academia del Cimento (Florencia, 1652) y la Royal Society de Londres (a partir de 1660). Las primeras series completas de observaciones estrictamente comparables no fueron obtenidas ni se publicaron hasta que la Societas Meteorologica Palatina de Manheim (Alemania) tomara la iniciativa en 1781. Es en el siglo XIX cuando aparecen las redes de estaciones de observaciones simultáneas y homogéneas.

Es decir, el estudio de la atmósfera, como parte de la Física encargada de analizar e interpretar el misterioso mundo de esa parte del Cosmos, es pues una ciencia que era esencialmente empírica y fortuita, basada principalmente en la experiencia. Con los

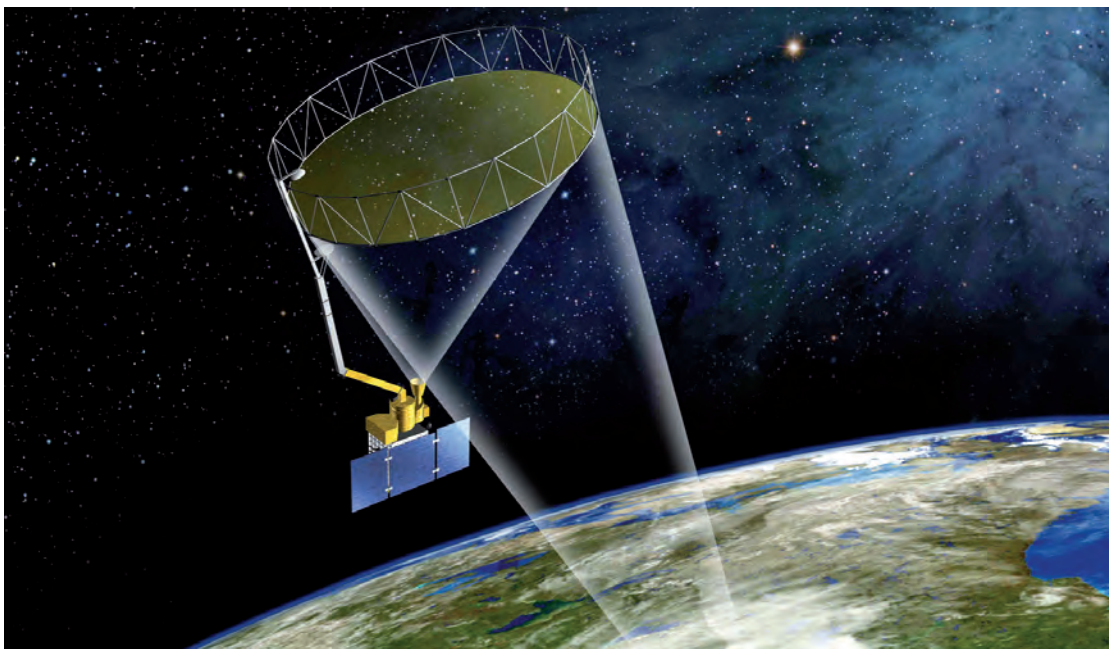


Figura 2. Satélite SMAP (Soil Moisture Active Passive) lanzado el 31 de enero de 2015 para medir la humedad del suelo de la tierra.

avances científicos y técnicos en estaciones automáticas, modelos matemáticos, radares, y satélites artificiales, (en el año 2015 cerca de 160 satélites meteorológicos en órbita procesaron unos 80 millones de observaciones satelitales por día), la Meteorología se ha convertido en una de las ciencias más avanzadas (Fig. 2).

### QUID EST CLIMA?

Hay tres factores que influyen prácticamente sobre todas las esferas de la actividad humana: el tiempo, el clima y el agua. Y aunque la palabra "clima" se usa para muchas cosas, (con expresiones no siempre acertadas), fijémonos en su sentido más propio.

Etimológicamente, la palabra *klima* en griego significa inclinación, y se refiere a la oblicuidad de los rayos solares que llegan al suelo, la cual varía como bien es sabido según las horas del día, la época del año y la latitud del lugar. Sin embargo, según el vocabulario meteorológico internacional, el clima es "el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas caracterizado por los estados y las evoluciones del tiempo en una porción determinada del espacio". Pues bien, en esta concepción existen tres ideas principales:

1. El clima es una expresión del comportamiento de la atmósfera.
2. El clima está compuesto de fluctuaciones.
3. El clima hace referencia a una zona o porción determinada del espacio.

Hay otro concepto de la climatología que sugiere una razón por la que interesa su conocimiento: climatología es el estudio de las generalizaciones que se obtienen de la comparación entre ejemplos pasados del comportamiento atmosférico.

El climatólogo portugués Peixoto, parafraseando a San Agustín, cuando trata de definir el clima, dice:

*Quid est clima? Si nemo a me quaerat, scio.  
Si quarenti explicare velim, necio.*

¿Qué es el clima? Si nadie me lo pregunta, lo sé.  
Si me lo preguntan y trato de explicarlo, no lo sé.

Por otra parte, prestigiosos autores parecen orillar la palabra clima, pero emplean

sin reserva el término climatología. Lo cual no es un contrasentido pues sabemos lo que es la Biología, pero no podemos definir lo que es vida.

Por eso, generalmente, se hace climatología para obtener una idea de lo que se puede esperar de la atmósfera en el futuro, basándose en ejemplos de lo que ésta ha hecho en el pasado. Si se quiere saber lo que ocurrirá en la atmósfera en las próximas horas, o en los días siguientes, es que interesa la situación meteorológica y en ese caso se debe acudir al predictor meteorológico. Si basta con conocer las características generales del tiempo que se espera, por ejemplo, en el próximo mes, o meses venideros, entonces se debe recurrir a la ayuda del climatólogo, que manejando valores medios semanales de temperatura y precipitación, por ejemplo, de al menos 20 ó 30 años, utiliza técnicas estadísticas mediante las cuales puede "blanquear" aquellas áreas donde la serie de valores previstos por un modelo de predicción, no es significativamente diferente de la serie elegida. Conviene aclarar que a pesar de todo, en estos casos, se trata de "tendencias" mensuales sujetas a incertidumbres que se incrementan, por un lado, al aumentar el plazo de predicción y, por otro, al reducir el área geográfica del pronóstico.

Es decir, en el análisis y predicción del tiempo atmosférico se estudian las variables meteorológicas en función del tiempo-cronos. Esta variable del tiempo cronológico que es fundamental para la predicción, (una vez parametrizado el estado atmosférico en la aplicación de los modelos matemáticos empleados), se incrementa en un número de horas o días y se obtiene el pronóstico. El tiempo-cronos, es pues esencial, incluso en las predicciones puramente empíricas; en cambio, en la climatología se hace lo posible para "prescindir" de esta variable. Es importante resaltar que en el discurso de lo climatológico, como los estados atmosféricos son infinitos, se recurre a planteamientos estadísticos, no siempre sencillos, como en el caso de la circulación general de la atmósfera, piedra angular de la climatología dinámica.

Por tanto, en la medida en que hablemos de lo "cuasi-permanente", estamos refiriéndonos al clima, mientras que si lo esencial es la dependencia del tiempo cronológico, la referencia es la meteorología predictiva.

## UN SÍMIL DEL SISTEMA CLIMÁTICO

Modernamente, el actual concepto de clima está más bien orientado a un concepto global, como interacción de los componentes de lo que se conoce como "sistema climático". El sistema climático (S), en su acepción más general, es un sistema dinámico en equilibrio transitorio, que se puede considerar como la unión de los subsistemas que lo conforman. Se puede representar entonces por:

$$S = A U H U L U B U C$$

Siendo **A**: Atmósfera. **H**: Hidrosfera. **L**: Litosfera. **B**: Biosfera. **C**: Criosfera. **U**: Símbolo de unión o acoplamiento entre subsistemas.

Este concepto, de primordial importancia en la modelización del clima, es fácil de imaginar comparándolo con el movimiento de vehículos.

El corazón de la ciudad de Nueva York, la isla de Manhattan, sufre (o disfruta) cada mañana de una gran entrada de vehículos, y por la noche de una salida de importancia similar. Durante períodos de tiempo superiores a unos cuantos días, Manhattan tiene un equilibrio aproximado de vehículos, mientras que durante algunos períodos de unas cuantas horas existen grandes flujos de vehículos de entrada y salida. Si las autoridades cerraran todos los puentes y túneles solamente en parte de la isla, o cerraran los aparcamientos y no dejaran aparcar en las calles, los flujos de vehículos se alterarían considerablemente y cambiaría el balance neto del flujo de esta parte del subsistema de Nueva York.

De esta forma, los flujos considerados como vectores (son el movimiento de un lugar a otro de cierta cantidad, siendo importante la dirección y el sentido del flujo) y los flujos netos, difieren considerablemente en función del período de tiempo examinado. Cuando varía la alteración impuesta, también se establecen diferentes balances, resultado de los flujos netos. Los flujos más importantes en el sistema climático son los flujos de la energía radiante (solar y calorífica), aunque los flujos de agua y masa también afectan a la dinámica del clima.

## EL CUBO CLIMÁTICO

El clima también es percibido en términos de los rasgos distintivos de todo el sistema climático que más fácilmente o más útilmente

caracterizan los fenómenos de interés. Estas características del clima se pueden reflejar mediante un hexaedro llamado *cubo climático* (Fig. 3). Las tres aristas indicadas por sí mismas son fundamentales, pero los intervalos señalados en ellas son arbitrarios, y se podrían incluir muchos más.

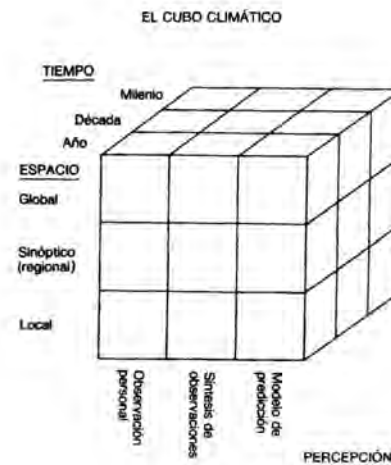


Figura 3. El cubo climático.

Se puede considerar pues que el clima está compuesto de tres dominios, al menos: tiempo (cronológico), espacio y percepción humana; y como ya se ha expresado antes, recientemente se ha reconocido el alcance del sistema climático, y además la importancia de las interacciones entre estos tres dominios.

Las distribuciones, o los intervalos, del tiempo y del espacio que se muestran en la figura 3 parecen suficientemente claros; aunque el prestigioso meteorólogo español Inocencio Font Tullot, en su libro "Historia del clima de España", puntualiza:

*...cualquiera que sea la magnitud del área de referencia, desde una localidad determinada a la totalidad del planeta, quedan supeditadas a la amplitud del lapso elegido. Cuanto mayor sea, más amplios serán los cambios y fluctuaciones climáticos comprendidos y, por consiguiente, mayores serán también las diferencias entre condiciones extremas. Si, por ejemplo, eligiésemos como período el último millón de años, los repetidos bandazos desde las edades glaciales a las cálidas condiciones interglaciales y vuelta de nuevo a las glaciales, tendrían que ser considerados como parte del clima normal, que así definido podríamos considerar como constante. Pero, a efectos prácticos, de climatología*

*aplicada, ello nos serviría de bien poco, ya que lo que nos interesa es conocer el clima actual; es decir, referido a un período de tiempo comparable con la duración de la vida humana. Es por ello que se ha convenido en elegir el período de 30 años para definir lo que, desafortunadamente, se ha venido en llamar clima normal.*

En el caso de la percepción, solamente una breve reflexión sobre las tres divisiones expuestas.

#### **a) Observación personal:**

Cada persona tiene unas impresiones sobre el clima, más o menos desordenadas, que luego ordena desde conocimientos previos de la memoria histórica y/o desde conocimientos previos de la realidad observada en su entorno medioambiental. (Conviene llamar la atención sobre la ambigüedad que supone utilizar en este contexto la palabra realidad, puesto que hay una "realidad inmediata" fruto de nuestras percepciones, y una "realidad psíquica", distinta de la realidad física, previa o posterior una de la otra según la perspectiva que adoptemos).

#### **b) Síntesis de observaciones:**

Desde un punto de vista social el concepto de clima y su variabilidad toma dimensiones y niveles diferentes según sean las condiciones particulares de cada sector o comunidad social, y también de la capacidad de síntesis de las observaciones realizadas (independientemente

de la fiabilidad o bondad de los datos escogidos en las series cronológicas).

#### **c) Modelos de percepción:**

Y en cuanto a los modelos de percepción, la mayoría de las veces se considera como elemento referencial preferente, la temperatura; a veces las precipitaciones (la lluvia más que la nieve) y el viento, y también la nubosidad (por citar los meteoros más conocidos por la sociedad).

Sirvan pues estas consideraciones para poner de manifiesto que de acuerdo con la visión newtoniana del mundo, en este caso del mundo atmosférico, la percepción del clima que realmente experimenta el ser humano, no puede, por construcción, ser objetiva del todo, pues cada observación es una acción recíproca entre el observador y lo observado, de modo que la interacción mutua de estos dos componentes proporciona la sensación de "realidad". Lo cual viene a corroborar, por otra parte, lo que ha sido el objetivo de la Física a lo largo de la historia, cual es, el desprendimiento de toda visión personalizada y semisubjetiva del mundo; de ahí la medida de las magnitudes, el desarrollo de teorías matemáticas, los modelos de predicción, etc.

En todo caso, y a pesar de las incertidumbres inherentes a las predicciones a largo plazo, el vaticinio científico del futuro clima en la tierra es una historia que no deja de ser apasionante.