

L u i s A l d a z I s a n t a

Publicación
A - 81

OBSERVANDO
EL TIEMPO DESDE
EL ESPACIO



INM

A 81

Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones
Instituto Nacional de Meteorología
Madrid - 1982

AEMET-BIBLIOTECA



1011727

Rev. 9.107 CB.1011777

Sig 400 = 60

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Publicación: A - 81

OBSERVANDO EL TIEMPO DESDE EL ESPACIO

La presente publicación es el texto completo de la conferencia pronunciada por el meteorólogo D. Luis Aldaz Isanta, Director del proyecto de intensificación de la precipitación (PIP), en el salón de actos del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, con motivo de la celebración del "Día Meteorológico Mundial 1982" el 23 de marzo de 1982.

I.S.B.N. -84 - 500 - 5319 - 6
Dep. Legal - M - 9018 - 1982

Sección de Publicaciones
Madrid - 1982

EL SUEÑO DORADO DEL METEOROLOGO

*Observar y observar
desde el suelo y el espacio
automáticamente.*

*De polo a polo
circularmente,
sobre el ecuador
fijamente.*

*Día tras día
eternamente.*

*En la vertical, en la horizontal
finamente.*

*Datos, datos y más datos
para un ordenador
omnipotente
capaz de elaborar
continuamente
pronósticos reservados.*

Sr. Ministro, Sr. Director General, señoras, señores:

Hace 22 años que en la décimosegunda reunión del Comité Ejecutivo de la Organización Meteorológica Mundial se resolvió que los Países Miembros conmemoraran todos los 23 de Marzo, el de 1950, año en que entró en vigor, al adherirse el Miembro trigésimo, el convenio que establecía la O.M.M.

Para unificar cómo se realizarían las celebraciones, se adoptó la decisión de que la O.M.M. elegiría cada año un tema a glosar y refiriéndose al cual cada País Miembro organizaría las actividades que creyera apropiadas.

La lista de los 21 temas tratados en los años anteriores es variada y refleja tanto la extensa gama de actividades de la O.M.M., como la multiplicidad de puntos de contacto entre la Meteorología y otras actividades humanas.

El tema seleccionado para este año es "La observación meteorológica desde el espacio". Una lectura atenta de esta frase nos descubre su imprecisión, sin duda a propósito y en aras de la brevedad, pues realmente no observamos desde el espacio sino "desde plataformas en el espacio" sean satélites tripulados o automáticos o cohetes. Por otra parte el espacio es muy extenso y por ahora las observaciones han sido hechas sólo desde distancias cercanas a la Tierra.

Para el año que viene el tema a tratar será "Observación meteorológica desde la superficie", recalándose de este modo, que la importancia de ambas actividades es la misma y que sus tareas son complementarias. Esta conferencia se enmarca dentro de las actividades planeadas por el Instituto Nacional de Meteorología para la conmemoración correspondiente al año 1982.

Quizás pudiera decirse, generalizando, que las palabras observación y observar están asociadas desde nuestra niñez con las de Astronomía y Meteorología.

Es muy común tener del astrónomo una imagen romántica, e imaginárselo allá en la soledad del frío observatorio, pegado a un telescopio, mirando quién sabe qué luminarias o movimientos celestiales. Lo mismo ocurre en el caso del observador meteorológico que siempre aparece yendo, incansable, hacia la garita de los

instrumentos sin que ni el viento, ni la lluvia, ni la nieve, ni el calor, ni el frío sean obstáculos para leer fielmente los instrumentos a una hora fija.

El humor, como contrapunto, aligera un poco esta imagen de esforzada dedicación y todos recordamos algún chiste de astrónomos mirando a hermosas bañistas, pues, a pesar de todo, siempre habrá estrellas y estrellas.

La realidad es diferente; pocos ojos están, hoy día, pegados a un objetivo de telescopio. La mayoría de los astrónomos están mirando a pantallas repetidoras de TV en la comodidad de su despacho o laboratorio. Aunque todavía muchos observadores meteorológicos tienen que ir a la garita, es cada vez más frecuente verlos delante de pantallas de TV o de radar, de paneles con presentación digitalizada y con terminales de ordenador al lado.

En última instancia todos siguen haciendo eso que es su misión primera: el mirar. Llama la atención las finas distinciones que hacemos inconscientemente sobre ésta, aparentemente, simple actividad. Por ejemplo, en Filosofía, las artes lúdicas y las históricas el que mira es un espectador; en Religión y las artes plásticas el mirar es contemplar; en Medicina, examinar; en la Seguridad, vigilar y en la Meteorología y Astronomía, observar. Curiosamente la definición principal del Diccionario para estos verbos es la misma: mirar atentamente.

Aunque la frontera semántica que separa estas variantes es, en ocasiones, fluctuante se podría intentar caracterizar al espectador como aquél inclinado hacia la apreciación, al contemplativo hacia la admiración, al médico hacia la exploración, al vigilante hacia la precaución y al observador hacia la precisión.

Dejando de lado otros matices posibles, se podría decir que observar es, en algunos casos, cambiar; en otros, definir y entender; aunque también pueda ser incorporar algo a ese conjunto de modelos, reflejos, preferencias, opiniones, deseos y afectos que es la mente humana. El observador y el acto de conocer se mezclan con el hecho observado. Filosóficamente hoy día estamos menos seguros que lo estaban digamos, como muestra, Newton y Laplace, de que existan hechos que tengan una existencia “estable” fuera de nuestra

mente, tan lingüística y culturalmente contaminada. A la visión clásica, mediterránea, Sorollana, de luz y sombra, de aristas nítidas, de predicción, determinística, la tendencia actual es la de ver un mundo donde las brumas nórdicas, los grises, la penumbra y el principio de incertidumbre predominan.

Este desplazamiento en la manera de ver las cosas es un cambio profundo y como cualquier otro, bien sea político, económico, científico, etc., se hace notar tanto en las Ciencias como en las Humanidades, como el más somero repaso a nuestro entorno lo evidencia.

La Meteorología también ha sido influenciada por este cambio y así las mediciones “in situ” están siendo sustituidas por sistemas de detección a distancia (“telemetry” en francés o “remote sensing” en inglés) donde entre la variable a medir y su valor numérico final existe una conexión más tenue y compleja que, pongamos por caso, en el sistema clásico: observador - columna de mercurio - graduación - temperatura, que es totalmente “in situ”.

A título de anécdota cabe decir que la expresión “detección a distancia” no aparece en las publicaciones científicas previas al año 1959, hasta el punto de que el Vocabulario Meteorológico Mundial de la O.M.M. (1966) no la incluye.

Además de dar vigencia y una demostración práctica de los métodos de detección a distancia, hasta entonces conocidos sólo de unos pocos, el satélite meteorológico evidenció, como lo prueban las innumerables fotografías publicadas, su potencial para incrementar enormemente la porción de la atmósfera y de la superficie que podrían ser observadas simultáneamente. Conviene señalar que, en principio, el satélite meteorológico no se diferencia de otros como pudieron ser los de comunicaciones, recursos, navegación o espías. Parámetros tales como: órbitas, distancia, método de lanzamiento, transmisión de datos, peso, tamaño, métodos de observación, etc., son comunes y cada caso representa una variación más sobre el mismo tema. La característica que los distingue es el conjunto de variables atmosféricas y terrestres que miden las cuales, naturalmente, obligan a adoptar ciertas

configuraciones operativas distintas a las de otros satélites. Se añadía así un hito más en el camino emprendido por la Meteorología para aumentar las dimensiones de lo explorado.

Sus primeros pasos, por necesidad, los constituyeron las observaciones empíricas, o sea las hechas sin instrumentos. Eran de ámbito local y se referían a las condiciones en superficie.

La época científica de la Meteorología comienza con las observaciones cuantitativas. Con este objeto se construyen y perfeccionan, el pluviómetro, la veleta, el barómetro, el termómetro y el higrómetro con los cuales se midieron, y se miden, algunas de las variables atmosféricas más importantes.

No hay que olvidar que se pueden hacer valiosas observaciones sin ayuda de instrumentos. Entre ellas están las nefoscópicas o de nubes, que sirven para indicar el movimiento del aire a cierta altura, o alturas, y las fenológicas, o biológicas, con las que se observa el comportamiento de plantas y animales, sistemas integradores, por excelencia, de las condiciones meteorológicas.

Los meteorólogos se dieron cuenta pronto de que para explicar la evolución del tiempo necesitaban frecuentes observaciones simultáneas (sinópticas) hechas sobre la mayor extensión posible.

Para ello organizan redes regionales y nacionales de estaciones. Es de interés recordar aquí que una de las primeras tareas emprendidas, por la que, hoy día, es la Organización Meteorológica Mundial, fue establecer normas de cooperación internacional entre los Servicios Meteorológicos y, en particular, en lo referente a la observación, claves y transmisión de los datos meteorológicos disponibles entonces.

Al mismo tiempo que se ampliaba la extensión de las regiones con estaciones de observación, se alcanzaban mayores cotas en la dimensión vertical, pues la teoría y la práctica de la Meteorología sugirieron que quizás la clave del éxito en las predicciones residía, más que en los datos de la superficie, en la observación de la estructura vertical de la atmósfera.

Para ello el observador se sirvió primero de montañas, luego de cometas, y más recientemente, de globos y aviones. Más tarde como persona precavida, ya que el subir implica bajar y a veces

violentemente, construye un aparato para que haga las observaciones en vez de él. Así aparece el radiosonda, instrumento que, suspendido de un globo, transmite según va subiendo a una estación receptora en el suelo, los valores de la presión, la temperatura y la humedad que encuentra en su ascenso, desde la superficie hasta unos 30 km de altura. A partir de observaciones de la posición del aparato, y con ayuda de la Trigonometría, calcula los vientos en altura. Con la medida de todas estas variables la estructura de la baja atmósfera, en la vertical, quedaba bien caracterizada. Tan sólo la alta atmósfera permanecía desconocida.

El saber de la existencia de fenómenos rotatorios en la atmósfera, de la circulación de los vientos, de regiones con altas y bajas presiones, de líneas de mal tiempo (frentes), de la tropopausa, etc., así como de su persistencia, movimientos y estructura, fue consecuencia de que se investigara, en los centros meteorológicos de análisis, el conjunto de observaciones tridimensionales, recibido desde regiones extensas.

Gracias a estos avances, el "horizonte" del meteorólogo había sido ampliado miles de veces, desde las centenas de Km² que se ven a simple vista a los millones de kilómetros cuadrados que aparecen en el mapa sinóptico, pero aún así el "horizonte" no pasaba de ser continental o como máximo, intercontinental.

La segunda Guerra Mundial dió un gran impulso a la Meteorología como consecuencia de la gran extensión de los teatros bélicos, en todos los cuales se necesitaba apoyo meteorológico.

Las redes de observación tanto en superficie, como en altura, fueron ampliadas y como resultado de ello se pudo lograr por vez primera una visión hemisférica de la circulación y de la estructura de la atmósfera, más detallada en el boreal que en el austral, que menos afectado por la lucha, fue, por tanto, menos observado.

Los océanos también fueron explorados: islas, boyas, barcos oceanográficos, etc. sirvieron de plataforma para observadores y equipos.

Por su parte las variables extraterrestres, esto es, los factores solares y astronómicos, difíciles de observar con precisión, se consideraban constantes aunque esporádicamente se recurría a su

influencia para explicar, teóricamente, variaciones climáticas de diversos períodos.

Ya por los años cuarenta prevalecía entre los meteorólogos la opinión de que los continentes, la atmósfera y el océano forman un sistema que hay que conocer en su totalidad, pues cualquier cambio en uno de los componentes afecta, en un proceso esencialmente *no lineal*, a los otros.

La existencia de estas interacciones implicaba que las observaciones debían ser más numerosas, más completas, más frecuentes, más exactas, alcanzando mayores cotas, realizadas en sitios inhóspitos y de difícil acceso, etc., todo lo que en última instancia, significaba mayores costos. Entre lo deseable y lo posible comenzaron a interponerse las finanzas. Al período de expansión siguió, y sigue, uno de contracción, forzado como consecuencia del empeoramiento de la situación económica de la mayoría de los países. Pero el ingenio, hijo de la necesidad, es capaz de encontrar soluciones por los caminos menos esperados.

El relato de cómo fue así comienza hacia finales de la Segunda Guerra Mundial que es cuando hace su aparición operativa el cohete. Este invento, aunque poca gente lo sospechaba, introduciría, quince años más tarde, cambios decisivos en los métodos de observación meteorológica, al ser capaz, primero, de observar las capas altas de la atmósfera y luego, de poner en órbita plataformas de observación (satélites). Por los mismos años el ordenador daba sus primeros pasos firmes y muy pronto intervendría para cambiar, decisivamente, las técnicas para manejar observaciones.

La miniaturización electrónica, en combinación con el satélite, con los ordenadores y con la implantación de un sistema mundial de comunicaciones rápidas, configuran decisivamente todas las actividades de la Meteorología de nuestro tiempo.

El satélite, y en especial el satélite meteorológico, actuando como plataforma de sensores, aparece, como una prolongación de la mayoría de los sistemas de observación utilizados anteriormente. Además de permitir una vigilancia repetida, completa y detallada de toda la Tierra, representa una solución económica al problema de obtener observaciones a escala mundial.

En nuestro tiempo es casi un lugar común decir que la era espacial nos ha traído una nueva manera de ver y entender del mundo que nos rodea.

Su protagonista, el satélite, es renovador en sus métodos, seminal en sus posibilidades e influyente en sus resultados. Es un avance tecnológico que se asemeja, por su importancia, a una revolución científica. Cuando una de éstas ocurre, el investigador que, por decirlo de alguna manera se asoma al conocimiento a través de una cierta ventana o adoptando un cierto punto de vista, ahora se vuelve hacia otros. El viejo paisaje, al que se había acostumbrado, bajo la nueva luz toma aspectos diferentes; lo que parecía en relieve ahora es liso; los detalles discordantes se hacen armoniosos; lo que parecía un teorema ahora no es más que un corolario. Además de un cambio en el modo de ver científico, estas revoluciones muestran características adicionales como son: la proliferación, a su sombra, de nuevos campos de investigación o la febril actividad de aquellos interesados en confirmarlas o refutarlas. Sin embargo su rasgo más destacado es, quizás, su capacidad para extenderse fuera del recinto de la Ciencia y entrar con plena vigencia en el vivir cotidiano de la Humanidad cambiando los antiguos hábitos de percibir el entorno, los modos habituales de entender el ámbito cultural e incluso los modos usuales de morir. Basta un momento de reflexión sobre las consecuencias que han traído la relatividad, la mecánica cuántica, la geometría no-euclidiana, la teoría de la evolución, etc. para darse cuenta de ello.

Hoy en día no podemos pensar sobre la Tierra como lo hacían nuestros antepasados, dado que el satélite nos ha convertido en testigos de todo lo que en ella ocurre, incluso en los lugares más lejanos, gracias a su doble papel de originador y de repetidor de señales. Lo mismo puede decirse de la Luna, de la que hemos visto sus dos caras. Se podrían desgranar ejemplo tras ejemplo, de los cambios que el satélite ha ocasionado, simplemente estudiando ese sensitivo detector que es el lenguaje hablado, pero quede ello para otra ocasión.

En octubre de 1957 el primer satélite artificial de la Tierra hizo de la palabra "Sputnik" que en ruso significa eso, satélite, un vocablo internacional. Aunque pequeño y primitivo era, sin embargo, el

primer paso en la larga marcha que la Humanidad ha emprendido para utilizar el espacio interplanetario.

Entre las instituciones científicas que anticiparon más pronto las potencialidades de los satélites artificiales estuvieron los Servicios Meteorológicos. Este hecho no es sorprendente y aparece como muy natural si pensamos que el progreso de la Meteorología ha dependido, como ya se ha mencionado más arriba, de observar mejor las variables y los fenómenos atmosféricos y nada resulta más evidente que el satélite es, sobre todo, un puesto de observación privilegiado.

En mayo de 1960 los Estados Unidos ponían en órbita el cabeza de serie de los satélites meteorológicos. Tenía el nombre de TIROS siglas (en inglés) de Televisión InfraRed Observation Satellite o en castellano: Satélite para la observación en el infrarrojo y por televisión.

Un satélite meteorológico, como cualquier otro no tiene contacto directo con la atmósfera pues si lo hiciera pronto dejaría de serlo. Por operar en el vacío no lleva a bordo termómetros, barómetros, higrómetros o anemómetros, al menos del tipo usual en la Meteorología, y todo tiene que medirlo a distancia. Para ello debe de utilizar exclusivamente la radiación electromagnética que llega a sus sensores emitida por los continentes, el mar o la atmósfera.

Los intervalos del espectro más empleados para la detección, o medida, a distancia son: en el ultravioleta, entre 0.25 y $0.32 \mu m$; en el visible y el infrarrojo cercano entre 0.5 y $2 \mu m$, en el infrarrojo lejano, entre 2 y $30 \mu m$ y finalmente en la región de la microondas, desde 0.5 a $30 T cm$.

Con el satélite actuando como plataforma de sensores pasivos, la fuente de radiación es el Sol (visible) u otros cuerpos (infrarrojo). Si actúa activamente, el satélite posee su propia fuente de radiación: un laser o un radar. La energía emitida por estos dispositivos, luego de reflejada o difundida, el satélite la vuelve a captar. Los cambios que se observan entre la energía emitida y la recibida son función de las propiedades de la magnitud que se desea medir.

Gracias a algoritmos muy avanzados, sólo posibles de realizar con la ayuda de un ordenador, se pueden obtener sondeos verticales de temperatura con satélite; esto es, por ejemplo, conocer la

variación de la temperatura con la altura, que hasta ahora sólo se medía por medio de radiosondas. Con técnicas semejantes es posible también determinar la distribución vertical del ozono, el vapor de agua y de otros gases en las capas altas y medias de la atmósfera.

La capacidad para hacer observaciones nocturnas se consiguió ya en el primer satélite con el uso de detectores sensibles a la radiación infrarroja, que es emitida continuamente por todos los cuerpos en función de su temperatura. La capacidad para hacer observaciones a través de las nubes es más reciente y para ello se utiliza el intervalo del espectro electromagnético ocupado por las microondas.

Para fines meteorológicos se utilizan dos tipos de órbita, uno el polar, con el satélite pasando cerca de los polos, y otro el ecuatorial, con el satélite en el plano del ecuador.

De todas las posibles órbitas de este último tipo se prefiere aquella en la que el satélite aparece fijo con relación a la Tierra (geoestacionario) a unos 36000 km de distancia. El área observada abarca un 25 por ciento de la superficie terrestre. Con cinco satélites de las mismas características se puede mantener bajo observación continua, tanto de día como de noche, la casi totalidad del globo terrestre, con excepción de los casquetes polares.

La mayoría de las variables meteorológicas más importantes, excepto la presión y la evaporación, pueden ser medidas por los satélites con una mayor o menor precisión. En lo que concierne al océano se pueden mencionar: la intensidad del oleaje, la temperatura de la superficie del mar, el tamaño de los derrames de petróleo, las corrientes marinas, el contenido de clorofila y otras propiedades, todas las cuales han sido medidas, hasta el momento, a modo experimental. La lista de variables de la atmósfera incluye: los contaminantes, las nubes de polvo, el ozono, el contenido de vapor de agua y, en especial, las nubes: forma, nubosidad, composición, precipitación, desplazamiento, evolución, altura de las cimas, etc. En cuanto a las variables continentales tenemos: la humedad del suelo, las coberturas de hielos y nieve, y algunas más de menor importancia.

Año tras año los avances se han ido sucediendo, obteniéndose mejores resoluciones, midiéndose más variables y lográndose mayor precisión.

Se diría que, en cierto modo, nos hemos “pasado” en la capacidad de producir datos, si pensamos que se puede dibujar un mapa meteorológico de todo el hemisferio norte con unos diez mil “bitios” de información, mientras que una sólo imagen del satélite TIROS es equivalente a unos 10 millones de “bitios”. Los satélites actuales generan hasta 10000 millones de “bitios” por día. El transmitir esta cantidad de datos, el número de cintas magnéticas necesarias para archivarlos, el tiempo de ordenador empleado para elaborarlos, el gran número de personas empleadas para operar el sistema, etc. implica unos costes comparables al del satélite y al de su lanzamiento juntos.

Los primeros satélites, debido a lo limitado de su capacidad, suministraron, principalmente, informaciones sobre fenómenos sinópticos o sea aquellos con tamaños del orden de los 1000 km y con escalas cronológicas (duración) superiores a las 12 horas. En este grupo se incluyen las ondas planetarias, los ciclones extratropicales, los huracanes, etc. que mantienen su identidad durante todo este tiempo.

En la atmósfera hay sin embargo otras escalas significativas. Una de ellas, corresponde a fenómenos con períodos más cortos (horas) y dimensiones más reducidas (decenas de kilómetros) entre las cuales se encuentran, por ejemplo, las tormentas intensas y los tornados. En esta escala la máxima efectividad observadora la consiguen los satélites geoestacionarios los cuales permiten una vigilancia continua de estos fenómenos. Por ejemplo, en la región de Denver (EEUU), donde las tormentas son particularmente intensas, se ha establecido un sistema piloto integrado (PROF) para predecirlas con la mayor precisión. Está basado en integrar en un todo las observaciones satelitarias (geoestacionarias y polares), las de las estaciones automáticas de superficie y las de observación radárica. Los datos recibidos desde estos aparatos son analizados de muy diversas maneras, por ordenadores controlados por terminales inteligentes, para obtener la máxima información. La difusión de los boletines de aviso también es automática.

Otra escala de interés es la de las variaciones climáticas, cuyos fenómenos son de dimensión mundial y su cronología de decenios. Según los climatólogos, las variables que son necesarias medir para

investigar las oscilaciones climáticas son: el balance de radiación de la Tierra, la constante solar, el perfil vertical de temperatura de los océanos, las variaciones en cobertura de los hielos polares, las concentraciones de gases minoritarios y el contenido de polvo de la atmósfera; pero ésta no es, ni mucho menos, una lista definitiva.

Sin los ordenadores y las grandes memorias disponibles hoy día, este tipo de investigaciones sería imposible, y aún contando con ambas cosas resultan muy difíciles.

De estas observaciones es de esperar que seamos capaces de extraer respuestas a preguntas de importancia fundamental para la Humanidad. ¿Qué pasaría si grandes erupciones volcánicas, o intensa actividad solar, perturbaran la atmósfera?. ¿Qué es lo que puede ocurrir en la atmósfera a consecuencia de las actividades humanas? Dado un modelo formado por un planeta imaginario, en la misma relación con respecto al Sol y a sus influencias, con las mismas constantes astronómicas (rotación, traslación e inclinación), la misma composición de la atmósfera, la misma naturaleza y forma de su superficie y las mismas propiedades de sus océanos que la Tierra real ¿sería el clima actual y el del modelo el mismo?.

Dejando a un lado estas consideraciones, un tanto abstrusas, volvamos al tema central considerando un aspecto más inmediato de la Meteorología. Se trata de la predicción del tiempo, quizás la actividad de los meteorólogos más conocida, donde la observación satelitaria ha dado como resultado la introducción de nuevos métodos y puntos de vista.

De manera aproximada, podría decirse que la metodología empírica de la predicción se fundamenta en dos premisas: una que supone que situaciones análogas evolucionan de manera semejante, y otra, que presupone que los procesos meteorológicos muestran considerable persistencia y continuidad.

El marinero, el campesino, el montañero, fueron algunos de los primeros en utilizar estas propiedades en sus predicciones de ámbito local. Ojean el “horizonte” buscando indicios en las nubes, en los colores del cielo, etc. de futuros cambios.

Más adelante el “horizonte” del profesional de la Meteorología,

gracias a las telecomunicaciones y a la colaboración de muchos observadores (cada uno mirando a su horizonte local), resulta enormemente aumentado. Para hacer sus predicciones sigue no obstante, la misma técnica que los “aficionados”, y desplaza los indicios que “ve”, no en el cielo, sino en el mapa sinóptico: líneas de mal tiempo, centros de presión, etc.

La obligación moral del científico de ser objetivo, se plasma en una cuantificación de este empirismo, desarrollando fórmulas para el desplazamiento y cambio de intensidad de los campos básicos de presión. Esta metodología empírico-matemática fue llevada a su punto más alto por el meteorólogo noruego S. Pettersen.

Con los avances de la Meteorología, la “visión” del meteorólogo se hace aún menos “óptica”, al ser capaz de expresar los fenómenos meteorológicos utilizando ecuaciones físico-matemáticas (modelos) cuya solución, por medio de operaciones efectuadas por el ordenador, permite obtener una previsión termoaerodinámica de la atmósfera a la escala sinóptica.

Se hace necesario introducir aquí la interpretación meteorológica del concepto escala, palabra que acaba de mencionarse. Se define como la magnitud de la dimensión (longitud) más representativa del fenómeno en cuestión; por ejemplo, diámetro, distancia entre crestas, etc. y que sirve para establecer jerarquías entre fenómenos semejantes.

Citando algunos ejemplos: los ciclones extratropicales, y las líneas de mal tiempo asociadas con ellos, tienen dimensiones lineales del orden de los 1000 km, los ciclones tropicales, o huracanes, son más pequeños, con diámetros del orden de cientos de kilómetros, mientras que la anchura de las nubes de tormenta no sobrepasa las decenas de kilómetros. Por tanto, se requieren para detectar la presencia de los fenómenos mencionados más arriba, redes de estaciones, sucesivamente más numerosas.

Las mismas razones que dictan cuál debe ser el tamaño de la malla de una red de pescar, según el tamaño de lo que se quiere coger, así la escala de un fenómeno meteorológico determina la separación que debe existir entre estaciones, si queremos estar seguros de observar dicho fenómeno.

Como las redes actuales tienen las estaciones principales distanciadas, en promedio, del orden de 100 km se puede deducir del argumento anterior que los métodos numéricos sinópticos no darán buenos resultados en el caso de fenómenos locales (utilizando el término preciso: “fenómenos de mesoescala”) como son las brisas, las tormentas, las granizadas, los chubascos, las lluvias intensas, etc. que son los que afectan más directamente a nuestras vidas. De una manera jocosa podría decirse que los métodos numéricos sinópticos no preven el tiempo de mañana, sino ¡el mapa sinóptico de mañana!.

La entrada en funcionamiento del satélite geostacionario permite, en un sorprendente salto atrás, volver a “ver” el tiempo, seguir su evolución y por tanto hacer, con una buena dosis de empirismo, predicciones a corto plazo. Después de todo, la atmósfera es el “ordenador” más adecuado para “resolver” todas las ecuaciones, sin aproximaciones, mientras tiene en cuenta las condiciones de contorno. Basta, pues, observar para tener los resultados exactos de los “cálculos”. ¡Y qué mejor que los satélites geostacionarios para ello!. Con ellos se obtiene una película cinematográfica, con imágenes cada 30 minutos, tanto de día como de noche, de la evolución de los fenómenos atmosféricos en la región de la Tierra, avistada por los sensores del satélite. Esta capacidad es muy importante, pues las perturbaciones atmosféricas nacen, crecen, se desarrollan y mueren, dentro de la dimensión horizontal. La razón de ello es que el espesor de la atmósfera es de tan sólo unas dos milésimas del radio terrestre, o sea, comparativamente, muy delgada.

Los meteorólogos creemos entender la física de muchos de los procesos atmosféricos. Si se consideran aisladamente, no hay duda que se sabe bastante sobre la estructura y la evolución de los centros de presión, de la configuración de los sistemas nubosos, del desplazamiento de las líneas de mal tiempo, de la evaporación, de la formación de gotas y de cristales de hielo en las nubes, de los mecanismos de la precipitación, de la circulación atmosférica, etc., por citar unos pocos. La prueba de ello es que el comportamiento de todos estos fenómenos puede ser, en mayor o menor grado, predicho. Y no hay que olvidar que el saber predecir con acierto es una buena prueba de que sabemos de lo que hablamos. Desgraciadamente, al

estudiarlos en conjunto es cuando surgen las complicaciones, puesto que ahora, además de conocer el comportamiento de los fenómenos por sí solos, tenemos que saber cómo se influyen entre sí.

Si conociéramos todos los sistemas presentes en la atmósfera y sus influencias mutuas y si poseyéramos un conjunto inicial de datos completos, entonces seríamos capaces, en principio, de predecir, por medio de las leyes físicas fundamentales, expresadas por medio de las correspondientes ecuaciones y resueltas por métodos numéricos, el tiempo en cualquier punto y para siempre. Esto es así porque, a partir de los datos iniciales se obtendrían predicciones que servirían para iniciar, a su vez, otras predicciones y así sucesivamente. En la práctica, la complejidad de las interacciones hace necesario corregir o reajustar los mapas previstos (que tienen errores) a las condiciones reales. Sin este retorno, a “la verdad”, de la observación sinóptica, las predicciones serían cada vez peores y pronto los mapas previstos y la realidad meteorológica no se parecerían en nada.

Aún en condiciones favorables estos errores degradan la validez de la predicción, medida por su parecido con los valores observados, limitándola a 3 ó 4 días.

El satélite de órbita polar contribuye, dada su capacidad de efectuar sondeos verticales y de observar todos los puntos de la Tierra, no simultáneamente, sino sucesivamente y con gran resolución, a completar los mapas con datos de regiones sin observaciones y por tanto ayuda a determinar con una mayor precisión las condiciones iniciales. Lo que, a su vez, redundará en predicciones más correctas.

Este rápido y superficial repaso al tema de la observación desde el espacio nos permite concluir con confianza que los satélites artificiales meteorológicos, éstos recién llegados, representan una enorme promesa para la Meteorología del futuro y son una considerable ayuda a la Meteorología del presente.

Como primicia maravillosa ya nos han ofrecido el espectáculo, casi inconcebible, de ver, *realmente*, el planeta Tierra, esa lentejuela azul prendida en el lienzo negro del espacio, donde vivimos.

I.S.B.N. -84 - 500 - 5319 - 6
Dep. Legal - M - 9018 - 1982