



LA METEOROLOGIA EN ESCALA PLANETARIA

por Robert L. Munteanu

El 1.º de abril de 1960 —día en que se procedió al lanzamiento del Tiros I, primer satélite meteorológico completo, se abrió una nueva posibilidad— enorme —de conocimiento climatológico del tiempo. Ante el asombro de los meteorólogos y del mundo en general, el mundo se encontró «por encima» del tiempo— así como unos años antes los «jets» habían empezado a volar por encima de las nubes.

Esta nueva mirada que se echaba a la vastedad y complejidad de los elementos que contribuyen a los cambios de tiempo iba a transformar radicalmente la observación meteorológica. Tanto el satelitoide como su aliado —la calculadora electrónica de gran velocidad— junto con todos los adelantos registrados en las comunicaciones y las nuevas técnicas de observación del tiempo habrían de permitir a los expertos expandir su ciencia hasta el punto de lograr pronósticos por períodos más largos que los actuales y quizá convertir en realidad el viejo sueño de dominar los elementos.

El hombre ha observado desde hace miles de años el tiempo reinante en la localidad en que vive, registrando sus rasgos regulares y lamentando sus irregularidades. Como es natural, para tener algún conocimiento de la materia ha mirado al cielo, pero la visión restringida que tenía desde su rincón ha limitado a su vez sus nociones y su capacidad de pronóstico.

Por espacio de casi 100 años, los meteorólogos del mundo han tratado de exponer las leyes físicas que rigen

ese tiempo y el clima en nuestro planeta, tarea que no ha resultado nada fácil. A diferencia de otros científicos, no les es fácil llevar sus investigaciones al laboratorio, ya que el tiempo es una cosa demasiado vasta para estudiarla en miniatura, y desde luego demasiado vasta también como para que un solo país se ponga a emprender un examen lo suficientemente amplio de ella.

Al convertirse el estudio del tiempo en la ciencia de la meteorología, los hombres de todos los países del mundo se dieron cuenta de que sus pronósticos e investigaciones serían insuficientes a menos que estuvieran basados en datos globales, y que sólo con el intercambio y la cooperación de todos podría traducirse en conocimiento útil su comprensión de los procesos del tiempo. La meteorología se ha convertido por ello en una ciencia mundial, cuyos cultores están alerta 24 horas al día, período durante el cual se apresuran a tratar de cumplir con una gran cantidad de pronósticos inevitables. Esto la ha convertido en uno de los ejemplos más acabados de cooperación internacional.

Los sateloides meteorológicos, junto con las nuevas técnicas introducidas en este medio, han aumentado la necesidad de cooperación internacional al respecto. Los Estados Unidos de América y la Unión Soviética, por ejemplo, colaboran estrechamente en este sentido, habiendo formulado planes para la coordinación de programas de lanzamiento de sateloides y para la creación de la famosa «línea fría» establecida en 1964 entre Washington y Moscú para la transmisión directa de fotografías de nubes y de otras informaciones meteorológicas pertinentes.

En 1961 la Asamblea General de Na-

ciones Unidas pidió a la Organización Meteorológica Mundial que elaborara un plan que permitiera hacer el uso más amplio posible de estos recursos nuevos para el adelanto de los conocimientos que el hombre tenga de las fuerzas físicas básicas que afectan el tiempo y para poder efectuar una modificación de éste en gran escala, así como para hacer uso de esos conocimientos con el fin de desarrollar la capacidad de pronóstico en todos los Estados Miembros de la Organización. Así nació la idea de una vigilancia, de una vela mundial, de un estudio continuo del tiempo en todas partes en las 24 horas del día.

El más reciente e importante capítulo de la historia de la meteorología nació así verdaderamente el 10. de Abril de 1960, al lanzar los Estados Unidos de América el Tiros I. Desde entonces se han enviado al espacio diez sateloides

del grupo de los Tiros y otro sateloide experimental llamado Nimbus. Aunque unos y otros estuvieran destinados primordialmente a la investigación, los miles de fotografías que tomaron y retransmitieron a la Tierra han resultado de valor inmediato para los encargados de los pronósticos del tiempo. De las fotografías tomadas por casi todos los sateloides Tiros ha sido posible derivar además oportunos alertas sobre formaciones de huracanes y tifones.

El sateloide guarda sus fotografías de nubes en una cinta magnética y las retransmite en forma de señales electrónicas al ponerse al alcance de una estación receptora. En 3 minutos puede transmitir a una estación capaz de interpretarlas en la Tierra hasta 32 fotografías diferentes; las señales que llegan de él se transforman en fotos haciéndose uso de las calculadoras

electrónicas para insertar cuadrículas de longitud y latitud que dan la ubicación geográfica correspondiente. Dentro de las seis horas del «tiempo orbital» esta información se transmite al mundo.

Uno de los últimos aparatos de los sateloides es el APT, o sistema de transmisión automática, según el cual se transmiten imágenes de nubes cada 208 segundos durante el día. Empleando un equipo receptor relativamente simple y barato cualquier país puede recibir imágenes de un sateloide equipado con un aparato APT en cuanto dicho sateloide entre dentro de su radio de captación. Las fotografías así transmitidas dan a los encargados de los pronósticos del tiempo una información local que les resulta particularmente valiosa.

El sateloide sigue activo durante la noche. Detectores de rayos infra-rojos

miden entonces la radiación, las temperaturas relativas de las superficies de tierra, mar y nube, la distribución geográfica del vapor de agua y la altura de la parte superior de las nubes. Esos detectores pueden indicar también en qué parte de la superficie terrestre se registra una ganancia o pérdida neta de energía solar, información inestimable para las investigaciones que conducen a los pronósticos del tiempo a largo plazo. El sateloide soviético Cosmos 92 ha proporcionado asimismo amplia información sobre la radiación terrestre y las variaciones de temperatura en la atmósfera misma.

El 3 de febrero de 1966 se inició la operación del sistema de satélites artificiales Tiros al lanzarse en Cape Kennedy el Essa 1, que junto con todos sus descendientes ha de obtener fotos de nubes en toda la parte de la Tierra iluminada por el Sol, por lo

menos una vez cada 24 horas. En agosto de este año se registró otro adelanto en la observación del tiempo desde el espacio al lanzar la Unión Soviética su sateloide Cosmos 122, dotado de instrumentos con los cuales puede hacer mediciones de radiación en la banda infrarroja y tomar así en plena oscuridad «fotos» de los sistemas de nubes, permitiendo a los meteorólogos comparar las fotos de éstas hechas a la luz del día con las hechas por la noche en los rayos infrarrojos.

El Cosmos 122 lleva a cabo al mismo tiempo otra labor importante de investigación meteorológica: la medición de la intensidad de la radiación que sale de la Tierra. La radiación solar que alcanza la superficie de ésta es la fuente principal de energía de nuestro planeta y la causa de los diversos movimientos atmosféricos. Al analizar

estos procesos, los científicos necesitan saber cuánta energía solar ha llegado a la superficie de la Tierra y a qué zonas ha llegado, cuánta vuelve a reflejarse al espacio y cuánta energía calorífica emiten la superficie de la Tierra y la atmósfera al espacio exosférico. Los instrumentos instalados en el Cosmos 122 recogen una serie de datos importantes sobre este equilibrio de radiación existente en el sistema Tierra-atmósfera, datos que se transmiten a las diversas reparticiones del Servicio Hidrometeorológico de la Unión Soviética, así como a los servicios correspondientes e institutos de investigación de diversos países.

En el corto espacio de seis años, los sateloides meteorológicos han pasado del plano experimental al pleno funcionamiento. Pero los perfeccionamientos que se siguen produciendo en la técnica espacial, en la interpretación

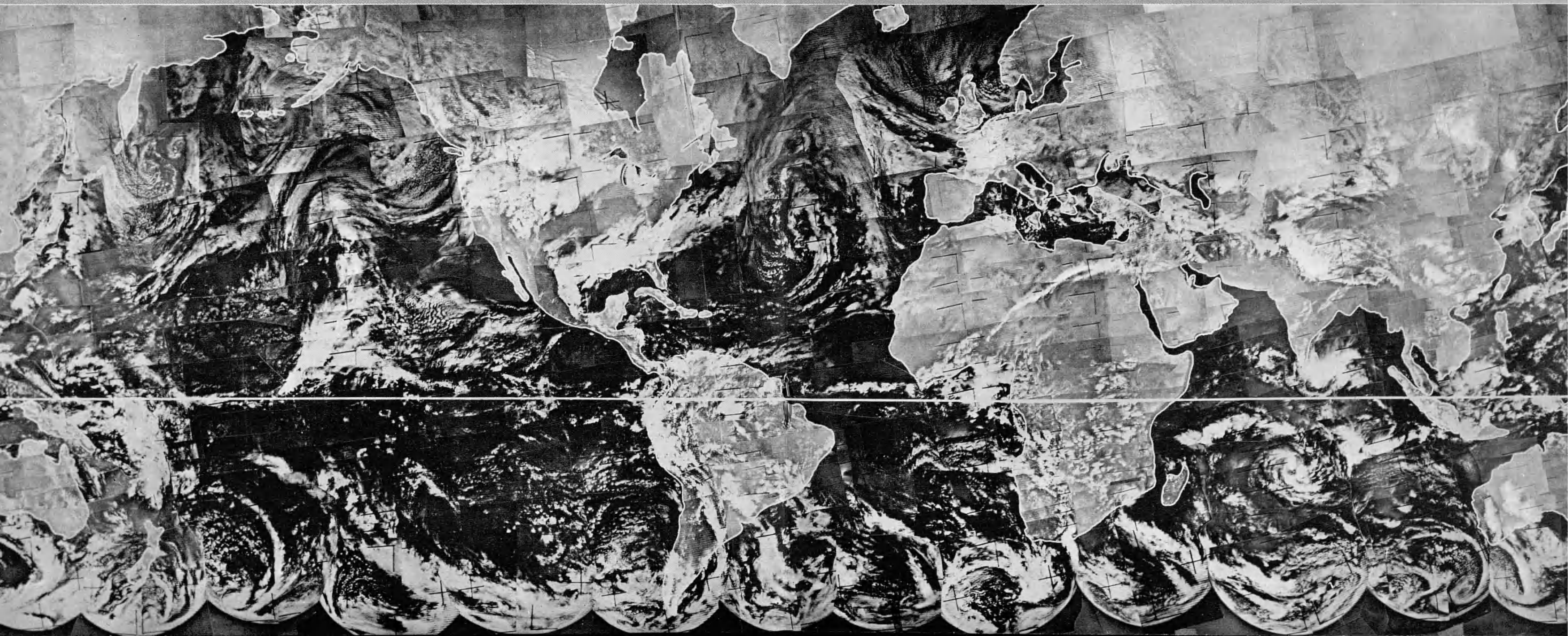
SIGUE A LA VUELTA

Primera vista completa del tiempo que hace en la Tierra

Esta notable foto es un mosaico de muchas otras tomadas por el sateloide meteorológico TIROS IX el 13 de febrero de 1965; en ella pueden verse las zonas de tormentas y de nubes sobre todos los continentes y los océanos; y el desierto de Sahara, por ejemplo, se distingue claramente sin una nube. La gente sigue hablando del tiempo, pero ahora hay alguien que hace algo al respecto; cada nación del mundo tiene su propio servicio meteorológico, y todas ellas contri-

buyen al sistema de observación general, derivando también las ventajas correspondientes. La Organización Meteorológica Mundial prepara actualmente una expansión de tan notable ejemplo de cooperación internacional: la Observación Mundial del Tiempo, empresa que coordinarán tres centros instalados respectivamente en Melbourne, Moscú y Washington.

Foto del Departamento de Comercio de los E.E.U.U., Weather Bureau, Washington



Cuatro quintas partes de la Tierra escapan aún a la observación del tiempo

automática de datos y en las telecomunicaciones han de aportar todavía grandes cambios a la meteorología mundial y sus prácticas. Estas es una ciencia en que los cambios y mejoras se han vuelto cada vez más importantes e indispensables.

Aunque en el curso de los últimos 50 años se haya descubierto más sobre el tiempo y los climas que en todo el resto de la historia de la civilización, la urgencia con que cada país expresa su necesidad de comprender de una manera más completa los procesos del tiempo y de contar con mejores prácticas meteorológicas es cada vez más grande.

El tiempo puede no ser más maléfico, ni más devastador, ni más benigno que hace 20 años —o 100 años si se quiere— pero el mundo actual se ha vuelto más sensible a los extremos, en este como en otros sentidos. La mayor población de la Tierra, su mayor urbanización, industrialización y la forma en que depende de la producción agrícola nos hacen cada vez más sensibles a los caprichos del tiempo. Lo que en otros tiempos se consideraba una tormenta fuerte o una sequía, grado de humedad o frío sin precedentes puede asumir rápidamente en nuestros días las proporciones de una catástrofe nacional.

Las pérdidas financieras causadas por los trastornos del tiempo suben a cifras cada vez más impresionantes. Cuanto más compleja se hace nuestra civilización, más daño pueden causar los trastornos del tiempo. El meteorólogo, en consecuencia, necesita datos al respecto, y en gran cantidad. Dentro del actual sistema meteorológico cada 24 horas se graban y distribuyen por todo el mundo unas 100.000 observaciones de las condiciones del tiempo en la superficie de la Tierra y otras 11.000 de la atmósfera superior. Estas observaciones proceden de unas 8.000 estaciones situadas en tierra, de unos 3.000 aparatos aéreos y unos 4.000 barcos.

Por formidables que parezcan estas cifras, sólo representan una serie de datos correspondientes a un 20% de la superficie de la Tierra. Hay grandes zonas del mundo que deben rendir todavía una información vital. Por largo tiempo océanos y desiertos, por ejemplo, han opuesto su propio desa-



Foto © APN



¿Podría modificarse el clima de Europa desviando más al norte la Corriente del Golfo? Si se ennegreciera el hielo del Ártico ¿se reduciría la pérdida de la energía debida a la reflexión, haciendo más habitables las regiones vecinas? Por la forma en que la Observación Mundial del Tiempo puede llevar al hombre a comprender mejor la conducta de la Naturaleza en cuanto respecta a los cambios de tiempo, cabe esperar que algún día aumenten las posibilidades humanas de modificarlo. La foto muestra el Lejano Norte soviético, en que la temperatura desciende a veces hasta 55° C. bajo cero.

La W.W.W., sistema nervioso del mundo

fio a la aplicación de métodos normales de observación.

Pero las fotos provenientes de los sateloides empiezan a llenar muchos vacíos en el mapa mundial del tiempo, y se espera que se llenen muchos otros con técnicas tan nuevas como la de los sensores de sateloides para la medición de la temperatura, de la distribución de la humedad y de los vientos de la superficie, así como las estaciones meteorológicas automáticas, las boyas y los globos a nivel constante. El sateloide desempeñará el doble papel de mensajero y de observador, pasando información de estas estaciones automáticas y globos a los centros de recolección de datos.

El encargado de los pronósticos necesita datos, pero necesita también recibirlos e interpretarlos con toda la rapidez y exactitud posibles.

Si se pone la foto proveniente de un sateloide en una máquina calculadora se verá que en un momento ésta ha pintado un cuadro en letras, convirtiendo los matices de blanco y negro en una serie ordenada de símbolos diversos. Esta «fotografía» es uno de tantos medios de información de que la calculadora ha de servirse para producir sus análisis.

La máquina puede hacer un millón de cálculos por segundo, asimilar observaciones procedentes de miles de puestos en todas partes del mundo, clasificarlas y filtrarlas, siguiendo fielmente en este sentido las instrucciones contenidas en ecuaciones matemáticas complicadísimas; y puede, por último, imprimir el probable curso de los acontecimientos en la atmósfera. Este es un pronóstico para pronosticadores.

Los modelos numéricos de la atmósfera —instrucciones fundamentales que se imparten a la calculadora— son un reflejo de los conocimientos del meteorólogo y del desarrollo de nuevas técnicas de cálculo electrónico. Por ser incompletos los conocimientos del meteorólogo, también lo es el «pronóstico» de la calculadora. Cuando ésta anuncia un ciclón que cruza el Atlántico a unos 800 kilómetros por hora (un ciclón medio viaja a unos 25 kilómetros, tranquilamente) el meteorólogo sabe que en alguna parte

del proceso de cálculo falta alguna cifra fundamental dentro de sus juegos de ecuaciones. La perfección de éstas es uno de los primeros objetivos que debe alcanzar.

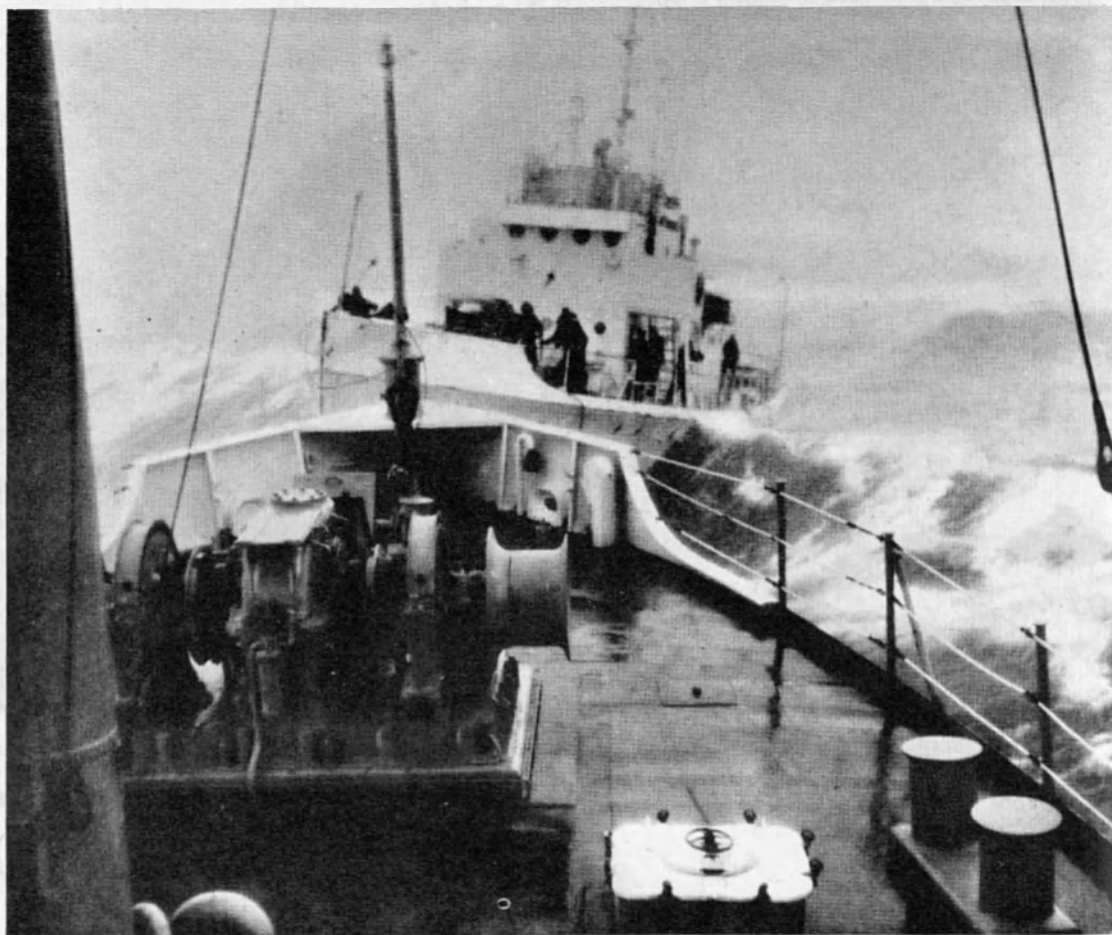
La Organización Meteorológica Mundial no tardó en darse cuenta, al abordar el problema, de que los descubrimientos revolucionarios efectuados en la técnica del espacio, en la de las comunicaciones y en la del cálculo electrónico eran demasiado vastos y sus implicaciones demasiado grandes como para incorporarlos así como así al sistema internacional de pronóstico del tiempo ya existente. Lo que se necesitaba era encarar la cuestión en una forma totalmente nueva. Se necesitaba también un concepto nuevo para poder explotar todos esos adelantos en todo lo que valen, unirlos a métodos más corrientes y permitir que tanto la investigación como el trabajo operativo tuvieran todas las oportunidades posibles de desarrollarse y completarse mutuamente.

La solución que se ha hallado es la World Weather Watch (Observación Mundial del Tiempo), cuya mejor descripción sería la de una especie de sistema nervioso internacional, grandemente sensible y capaz de reacciones inmediatas a cualquier cambio de tiempo que se produzca en el globo. Hay muchos miles de puntos en la superficie de la Tierra y en la atmósfera superior que puedan registrar

el menor cambio en ese sentido, sirviendo los sateloides de ojos que pueden captar la visión global. El cerebro y la memoria de este sistema ha de encontrarse en tres centros mundiales instalados en Melbourne, Moscú y Washington,* junto con un número limitado de centros regionales que, como ellos, han de recibir gran volumen de datos e interpretarlos por medio de calculadoras electrónicas. Una complicada red de máquinas «teleprinter» y de transmisión eléctrica de imágenes que se reproducen sobre papel llevará rápidamente la necesaria información pictórica y escrita a cualquier componente del sistema.

En esta «World Weather Watch» habrán de volcarse todos los recursos de que la meteorología dispone en el mundo entero. Toda clase de países; los altamente industrializados de la zona templada, los países en vías de desarrollo en regiones tropicales y subtropicales, los perdidos en los vastos océanos del hemisferio sur, todos, sea cual sea su grado de adelanto, habrán de poder disponer de la misma información global. Algunos de ellos se saltarán así de un golpe 50 años de perfeccionamientos científicos y técnicos.

Es fácil trazar una lista de todas las ventajas que ha de proporcionar al mundo esta WWW. Desde el punto de vista de la seguridad y protección, los pronósticos para la aviación y los aler-



Los interesados en el tema pueden leer, en inglés, las siguientes publicaciones de la Organización Meteorológica Internacional: «World Weather Watch» (No. 183, TP. 92); «Weather and Man» (No. 143, TP. 67); «Weather and Food» - Freedom from Hunger Campaign Basic Study No. 1 (No. 133 - TP. 50), y también, en la revista trimestral de la Unesco «Impact on Science and Society», «A New Look in Meteorology: the World Weather Watch» por K. Langlo (Vol. XVI, No. 2, 1966).

tas de ciclones e inundaciones hablarán por sí solos. Por lo que respecta a la energía que necesita la industria y a la prosperidad de la agricultura, ambas estarán servidas por un mejor conocimiento de las lluvias y la evaporación del agua. Cuanto más aguda y segura se vuelva la observación, más aumentará la lista de beneficios para el hombre.

El sistema ha de absorber todos los métodos de observación, comunicación y pronóstico, tanto viejos como nuevos, y todos los futuros adelantos que se haga en la materia. Ya se ha contemplado la posibilidad de que los satélites artificiales recojan los informes de las estaciones automáticas de tiempo, de los globos flotantes y las boyas meteorológicas y que pasen luego esos datos a los centros mundiales. El hacer uso de los sateloides para el intercambio de datos entre los centros regionales mundiales y los de cada país permitirá apresurar más aún la rapidez de estas comunicaciones, y las calculadoras electrónicas se irán encargando cada vez más de las funciones que actualmente lleva a cabo el encargado del pronóstico del tiempo.

«Todo el mundo habla del tiempo, pero nadie hace nada por cambiarlo» dice un viejo adagio. Ahora se empieza a hablar ya con cierta frecuencia precisamente de la posibilidad de cambiarlo, que ha de suceder al pronóstico dentro de un plazo relativamente largo.

Hay ya muchos servicios meteorológicos que predicen el tiempo que ha de reinar en los tres próximos días y lo

hacen con éxito innegable. Al ir aumentando el conocimiento de la circulación general de la atmósfera, el encargado del pronóstico se esforzará por extender el período de su predicción.

Cuando el meteorólogo sea capaz de producir modelos matemáticos fieles a la atmósfera, la calculadora no sólo hará pronósticos exactos, sino que también lo ayudará a anticipar lo que ocurriría con el tiempo reinante si el hombre desviara de su curso la Corriente del Golfo, condenara el estrecho de Bering, arrojara petróleo en los océanos o ennegreciera el hielo del Artico. Lanzando una capa de sustancias químicas sobre vastas zonas

del océano, podría, por ejemplo, reducir la evaporación y con ella las fuertes lluvias y las violentas tempestades de las regiones tropicales. Al ennegrecer el hielo del Artico lograría reducir la pérdida de energía por reflexión y hacer más habitables las regiones vecinas. Pero sólo puede lanzarse a estas modificaciones en gran escala cuando tenga absoluta confianza en la permanencia de los efectos benéficos consiguientes.

Así podrá el hombre robar al tiempo la capacidad de pescarnos desprevenidos y manejarlo para dar a la humanidad en general un bienestar y una prosperidad mucho mayores que los que goza actualmente.

Desde 1961, la combinación de los sateloides y el radar de largo alcance ha permitido detectar y seguir el curso de más de 130 vientos cataclísmicos: tifones en el Pacífico, ciclones en el Océano Índico y huracanes en el Atlántico. El alerta dado con tiempo suficiente ayuda a reducir las pérdidas causadas por estas calamidades tanto en tierra como en el mar. La foto muestra una embarcación de la Guardia Costera Norteamericana ayudando a un barco víctima de un huracán en el Golfo de México.

Foto USIS

Todos los días se graban y transmiten en todo el mundo más de 110.000 observaciones del tiempo en la superficie terrestre y en la atmósfera superior, observaciones provenientes de unas 8.000 estaciones de tierra, así como de 3.000 aviones y 4.000 barcos. A la derecha, un observador argentino de guardia en su puesto en la frontera con Chile (donde hay otras dos estaciones más) saluda desde los Andes, a 4.000 metros de altura, a un avión que pasa.

Foto © Paul Almasy, París

