UNESCO

Una ventana abierta al mundo

El Correo

Agosto-septiembre 1973 (año XXVI) - España : 52 pesetas - México : 9 pesos

COMO CONSTRUIR UNA ESTACION METEOROLOGICA

8 páginas especiales para los niños

Predecir y cambiar el tiempo

UNESCO ARCHIVES

Foto © Annette Diaz-Lewis, México D.F.

TESOROS DEL ARTE MUNDIAL

Tlaloc, el dios de la lluvia

Uno de los dioses más antiguos del México precolombino era el de la lluvia. Los totonecas, cuya civilización floreció del siglo VII al XIV en lo que actualmente es el Estado de Veracruz, a orillas del golfo de México, le daban el nombre de Tlaloc; gracias a él podía la tierra mostrarse fecunda y los hombres vivir. La bellísima estatuilla de barro cocido que aquí reproducimos, recientemente descubierta, representa a un personaje provisto de los atributos de Tlaloc. Los anillos en torno a los ojos simbolizan las nubes (que en lengua totoneca reciben justamente el nombre de «tlaloques»). La nariz y la boca recuerdan las de la serpiente-jaguar, símbolo de las fuerzas de la tierra. La estatuilla se encuentra actualmente en el Museo de Jalapa, capital del Estado de Veracruz.

El Correo

AGOSTO-SEPTIEMBRE 1973
AÑO XXVI

PUBLICADO EN 15 IDIOMAS

Español	Arabe	Hebreo
Inglés	Japonés	Persa
Francés	Italiano	Portugués
Ruso	Hindi	Neerlandés
Alemán	Tamul	Turco

Publicación mensual de la U N E S C O (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).

Venta y distribución
Unesco, Place de Fontenoy, 75700-París

Tarifa de suscripción anual : 17 francos. Bienal : 30 francos. Número suelto : 1,70 francos; España : 26 pesetas.

★

Los artículos y fotografías de este número que llevan el signo © (copyright) no pueden ser reproducidos. Todos los demás textos e ilustraciones pueden reproducirse, siempre que se mencione su origen de la siguiente manera : "De EL CORREO DE LA UNESCO", y se agregue su fecha de publicación. Al reproducirse los artículos y las fotos deberá hacerse constar el nombre del autor. Por lo que respecta a las fotografías reproducibles, serán facilitadas por la Redacción siempre que el director de otra publicación las solicite por escrito. Una vez utilizados estos materiales, deberán enviarse a la Redacción tres ejemplares del periódico o revista que los publique. Los artículos firmados expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista de la Unesco o de la Redacción de la revista.

★

Redacción y Administración
Unesco, Place de Fontenoy, 75700-París

Director y Jefe de Redacción
Sandy Koffler

Subjefe de Redacción
René Caloz

Asistente del Jefe de Redacción
Olga Rödel

Redactores Principales
Español : Francisco Fernández-Santos
Francés : Jane Albert Hesse
Inglés : Ronald Fenton
Ruso : Georgi Stetsenko
Alemán : Werner Merkli (Berna)
Arabe : Abdel Moneim El Sawi (El Cairo)
Japonés : Kazuo Akao (Tokio)
Italiano : Maria Remiddi (Roma)
Hindi : Ramesh Bakshi (Delhi)
Tamul : N.D. Sundaravadivelu (Madrás)
Hebreo : Alexander Peli (Jerusalén)
Persa : Fereydun Ardalan (Teherán)
Portugués : Benedicto Silva (Rio de Janeiro)
Neerlandés : Paul Morren (Amberes)
Turco : Mefra Telci (Estambul)

Redactores
Español : Jorge Enrique Adoum
Inglés : Howard Brabyn
Francés : Philippe Ouannès

Ilustración : Anne-Marie Maillard

Composición gráfica
Robert Jacquemin

La correspondencia debe dirigirse al Director de la revista.

25° aniversario de la Declaración Universal de Derechos Humanos

Página	
4	LA METEOROLOGIA UNA EMPRESA PLANETARIA *por Kaare Langlö*
14	50 RECORDS METEOROLOGICOS EN TODO EL MUNDO
17	DESDE HACE TREINTA AÑOS LA TIERRA SE ENFRIA *por Hubert H. Lamb*
21	EL TROPICO, PLATAFORMA PARA EXPLORAR LA ATMOSFERA *por Yuri V. Tarbeev*
24	EL TIEMPO ES ORO *por Dan Behrman*
27	LOS PROGRESOS DE LA METEOROLOGIA EN LA INDIA
	OCHO PAGINAS PARA LOS NIÑOS
31	El ABC de la meteorología
34	Los 10 tipos principales de nubes
36	Como construir una estación meteorológica
39	DE LAS PALABRAS A LAS COSAS Breve glosario dialogado *por François Le Lionnais y Roger Clausse*
44	CATASTROFICA SEQUIA EN AFRICA *por Jean Dresch*
48	FRENTE A LOS GRANDES DESASTRES NATURALES *por Jerome Namias*
50	MISTERIOSAS CORRIENTES A GRAN ALTURA
52	CUANDO EL CICLON SE ACERCA *por Peter Rogers*
54	BANGLADESH: LAS «KILLAS» SALVADORAS
58	CARA Y CRUZ DE LA SABIDURIA METEOROLOGICA POPULAR *por Roger Clausse*
61	FLORILEGIO DE REFRANES SOBRE EL TIEMPO
63	DE TUT A MISRA *por Abdel Moneim El Sawi*
65	LATITUDES Y LONGITUDES
66	LOS LECTORES NOS ESCRIBEN
2	TESOROS DEL ARTE MUNDIAL El dios de la lluvia (México)

Foto © APN

PREDECIR Y CAMBIAR EL TIEMPO

La meteorología mundial está iniciando una era verdaderamente revolucionaria. Gracias a las nuevas armas de que ahora dispone, tales como los satélites meteorológicos y las computadoras de gran velocidad, y a una intensificación de la cooperación internacional, los científicos tienen ya la posibilidad de trabajar, con las mejores perspectivas de éxito, por la realización de ese antiguo sueño de la humanidad: saber con exactitud no solamente el tiempo que hará mañana en todas partes sino también su evolución a largo plazo y conocer los mecanismos secretos del comportamiento de la atmósfera para poder prever sus cambios bruscos y descubrir los medios de influir en ella.

Nos 8-9 - 1973 MC 73-2-291

UNESCO ARCHIVES

El Correo de la Unesco se complace en ofrecer a sus lectores un número doble enteramente dedicado a la meteorología y a sus progresos científicos y técnicos. Predecir el tiempo que hará, trazar una ruta segura para los aviones o los barcos, proteger los cultivos contra la acción del granizo, los huracanes o la sequía, son algunos de los servicios que hoy pueden ofrecerse gracias a los progresos alcanzados durante los últimos años en esta esfera del saber humano. Es en el campo de la meteorología donde se ha podido comprobar mejor la eficacia de la cooperación internacional, puesto que el estudio y la previsión de los fenómenos naturales exigen un esfuerzo mancomunado de todos los países. La publicación de este número doble coincide con la conmemoración del centenario de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). En efecto, en 1873 se celebró en Viena (Austria) el primer Congreso Meteorológico Internacional que iba a dar origen a un organismo no gubernamental: la Organización Internacional de Meteorología (OIM). En 1951, la OIM se incorporó al sistema de las Naciones Unidas con el nombre de Organización Meteorológica Mundial; de ella forman parte, en 1973, 136 Estados miembros, es decir casi todos los países del mundo, tal como anhelaban sus fundadores reunidos en Viena.

LA METEOROLOGIA UNA EMPRESA PLANETARIA

por Kaare Langlö

Foto © APN, Moscú

La meteorología dispone hoy de una amplia gama de instrumentos complejos que le permiten prever con mayor o menor antelación el tiempo que va a hacer en nuestro planeta. La fotografía muestra el momento en que un equipo científico soviético del Artico lanza a la atmósfera un cohete meteorológico, que curiosamente recuerda los paraguas de nuestra portada. Por la silueta de los miembros del equipo (en el ángulo izquierdo de la foto) puede calcularse la dimensión de la flecha y del arco de fuego que dibuja el cohete al ser lanzado.

BIEN puede afirmarse que el conocido aforismo «El tiempo no tiene fronteras» va a adquirir una significación particular en este año de 1973, en el que los meteorólogos de todos los países conmemoran un siglo de colaboración internacional organizada. Muchas personas, probablemente la mayoría, se encogerán de hombros y dirán: «Un centenario más, ¿y qué?»

Precisamente, uno de los propósitos de este artículo es mostrar lo que para cada uno de nosotros significa el conocimiento del tiempo y del clima, lo que hemos aprendido en cien años de esfuerzo internacional concertado y lo que puede depararnos el porvenir.

En los últimos años, dos acontecimientos, aparentemente no relacionados entre sí, han tenido consecuencias trascendentales en la esfera de la meteorología.

El primero es la aparición de las computadoras electrónicas de gran velocidad, capaces de suministrar soluciones numéricas suficientemente rápidas a las ecuaciones matemáticas que se emplean para expresar la evolución de las condiciones atmosféricas. Esto ha permitido lograr considerables progresos en lo que atañe a la predicción del tiempo expresada en cifras, progresos que habrán de continuar sin duda alguna.

KAARE LANGLÖ, *científico noruego, es Secretario General Adjunto de la Organización Meteorológica Mundial. Toda su carrera científica la ha consagrado a la investigación en el campo de la meteorología. Miembro electo de la Sociedad Noruega de Geofísica, ha escrito numerosos artículos y estudios sobre distintas cuestiones meteorológicas.*

El otro acontecimiento de importancia es el desarrollo de los satélites artificiales. El lanzamiento del primer satélite meteorológico TIROS I, en abril de 1960, demostró que los artefactos tecnológicos más recientes podían ser útiles para la meteorología.

El valor potencial que encerraba esta nueva plataforma, única en su clase, para efectuar investigaciones globales (véase más adelante) fue sin duda la razón primordial de que la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobara, veinte meses más tarde, una resolución a la cual los círculos meteorológicos atribuyeron una importancia histórica y que dio origen a la noción de Vigilancia Meteorológica Mundial.

Su principal objetivo es el de establecer un sistema que permita suministrar a todos los países las observaciones y datos relativos al tiempo y al clima que necesitan para la adopción de medidas pertinentes. Todos los Estados participan activamente en el sistema, recibiendo y transmitiendo las informaciones del caso.

Además, algunos países tienen que desempeñar funciones internacionales concretas. Por ejemplo, existen tres Centros Meteorológicos Mundiales (en Washington, Moscú y Melbourne) y 21 Centros Meteorológicos Regionales, en los cuales se emplean ampliamente las computadoras electrónicas de gran velocidad.

Estos grandes centros meteorológicos efectúan predicciones numéricas del estado futuro de la atmósfera, para lo cual se sirven de leyes físicas expresadas en ecuaciones matemá-

SIGUE EN LA PAG. 7

De la flecha al cohete

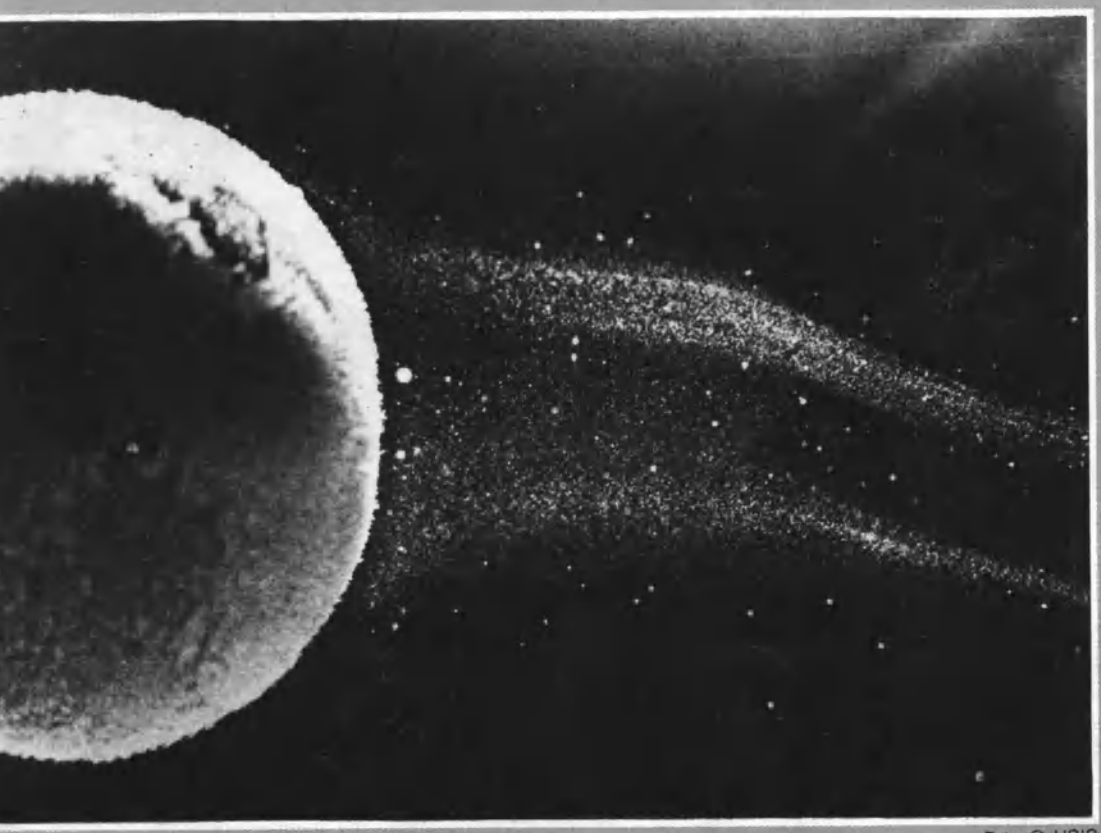


Foto © USIS

Foto © APN, Moscú

En este grabado de mediados del siglo XVI (fotografía de abajo) unos arqueros disparan sus flechas contra el cielo para alejar la tormenta y el granizo. Hoy los cohetes han sustituido a las flechas, pero el gesto sigue siendo el mismo; sólo difieren los medios y los resultados. Lo importante es combatir el granizo, que tan enormes estragos causa en los cultivos, tronchando las plantas, arrancando los frutos, etc. Los científicos han logrado producir en laboratorio pedriscos artificiales (como el que se reproduce arriba) con el fin de estudiar su comportamiento en condiciones análogas a las de la naturaleza. Los investigadores actuales se esfuerzan en elaborar medios de lucha contra el granizo, como los cohetes (a la derecha).

Foto © Biblioteca Nacional, París, tomada de *De gentibus septentrionalibus* por Olaus Magnus, Roma, 1555

ticas (llamadas «modelos»). A más de elaborar modelos adecuados, los centros tienen que resolver tres problemas principales:

1. Es preciso conocer el estado real de la atmósfera, considerada en su totalidad, de preferencia a una hora dada (es decir, efectuando observaciones «de muestreo» de la temperatura, la presión, la humedad, el viento, etc.), así como las condiciones que predominan en los límites inferior y superior de la atmósfera.

2. Es menester disponer de las instalaciones necesarias para tratar la inmensa cantidad de datos de manera rápida, a fin de reducir al mínimo el tiempo que transcurre entre la hora en que se realizan las observaciones y aquella en que se dan a conocer las predicciones.

3. Hay que transmitir rápidamente las observaciones originales a los centros correspondientes de predicción y comunicar inmediatamente las conclusiones de estos centros (análisis del agua, predicciones, advertencias, etc.) a quienes hacen uso de ellas.

Hasta hoy, los meteorólogos han tenido que conciliar las aspiraciones científicas con las posibilidades económicas en lo que se refiere a la obtención de datos mediante una red mundial de estaciones de observación meteorológica. Por tal razón, ha habido que hacer un muestreo del estado de la atmósfera a horas fijas realizando observaciones mediante una red de estaciones de superficie y sondeos aerológicos, hasta unos 30 o 40 km de altitud, con globos que transmiten datos meteorológicos por radio.

Actualmente, la red mundial de estaciones meteorológicas de superficie abarca aproximadamente unas 9.000 estaciones de tierra, a las cuales hay que añadir más de 6.000 barcos que envían observaciones desde alta mar. Los sondeos de la atmósfera se efectúan desde unas 700 estaciones de tierra y desde unos cuantos barcos meteorológicos anclados en el Pacífico Norte y el Atlántico Norte, complementándose con las observaciones que realizan algunos aviones.

Puede parecer que estas fuentes suministran abundantes datos y que no se necesita mucho más. A decir verdad, la cantidad de observaciones relativas a una buena parte de la superficie emergida del globo es ya perfectamente suficiente. Pero unas tres cuartas partes de la superficie de la tierra están cubiertas por los mares y una gran proporción de los mismos se encuentra lejos de las rutas marítimas regulares. Muchas regiones de los países en vías de desarrollo, particularmente las de condiciones climatológicas rigurosas, carecen todavía de centros adecuados de observación. Por otro lado, las condiciones que existen en los límites de la atmósfera son insuficientemente conocidas.

Todo ello quiere decir que no conocemos la estructura de la atmósfera de la mayor parte de nuestro planeta de manera suficientemente detallada como para comprender los procesos físicos que tienen lugar en un momento dado. Y como los métodos actuales de predicción del tiempo se basan en el conocimiento que tenemos de las condiciones atmosféricas tal como se presentan, las consecuencias de esa ignorancia son muy graves.

Por consiguiente, no se cumple la primera condición necesaria para una satisfactoria predicción numérica del tiempo. De ahí que uno de los primeros objetivos de la Vigilancia Meteorológica Mundial sea planificar e implantar un sistema de observación verdaderamente mundial. Entre las nuevas técnicas, la más prometedora con vistas a superar los principales obstáculos son los satélites meteorológicos y los llamados globos de nivel constante, es decir, globos de tamaño relativamente grande que flotan con el viento a un nivel de presión atmosférica constante y que transmiten sus observaciones por radio. Aunque no se trata de una técnica nueva, puesto que ya fue una de las «armas secretas» de la última guerra mundial, cabe mencionar también la estación meteorológica de boya automática como uno de los medios complementarios para obtener datos relativos a las regiones marítimas.

En los últimos 13 años los satélites meteorológicos han tenido un desarrollo extraordinario. Al comienzo sólo eran capaces de transmitir por televisión fotografías de las formaciones nubosas, pero pronto se advirtió que eran de gran valor práctico para detectar y seguir el movimiento de uno de los fenómenos atmosféricos más devastadores: los ciclones tropicales, como el huracán y el tifón. Así, en septiembre de 1961, el satélite TIROS 3 descubrió el huracán «Carla» con anticipación suficiente para que 500.000 personas pudieran evacuar la región amenazada de Texas y Luisiana,

SIGUE A LA VUELTA

Foto John Dominis © Life

MURALLAS CONTRA LA HELADA

Contra la helada que destruye las plantas, hasta hoy el único recurso conocido es el calor. Tal es la finalidad del muro de llamas de la foto, obtenido mediante tubos perforados con agujeros a través de los cuales salen gases inflamados. Gracias al calor que desprenden estos «quemadores», la temperatura puede elevarse hasta 25 grados, lo que impide que se forme la escarcha.

en los Estados Unidos; sólo 46 perdieron la vida.

La introducción del Sistema Automático de Transmisión constituyó un gran éxito; gracias al mismo, cualquier país puede recibir, con un equipo relativamente sencillo, emisiones directas del satélite mientras éste pasa sobre su territorio. Actualmente funcionan en todo el mundo centenares de estaciones de este tipo que prestan una valiosa ayuda con vistas a la predicción meteorológica destinada al público y, en particular, a la aviación.

Los mismos satélites de órbita polar empleados para las observaciones de este tipo pueden medir la distribución vertical aproximada de la temperatura en las regiones despejadas. Esta técnica se halla aun en etapa experimental pero su aparición ha suscitado ya un serio debate sobre la posibilidad de emplearla para reducir el número de los barcos meteorológicos actualmente estacionados en el Atlántico Norte, que resultan sumamente onerosos.

Otros tipos de satélites meteorológicos se hallan situados en posiciones fijas sobre la línea ecuatorial. A una distancia de 36.000 kilómetros de la Tierra, vigilan permanentemente la atmósfera y suministran datos valiosísimos, particularmente con respecto a las zonas tropicales.

En el hemisferio sur se han ensayado los globos de nivel constante con resultados prometedores. Cada uno de estos globos, que tienen un promedio de «vida» de cien días, da varias veces la vuelta al Antártico. También es posible emplear satélites para centralizar las informaciones de un gran número de globos de nivel constante y de las estaciones de boya automática.

Los héroes anónimos de la meteorología

SERIA una grave omisión hablar del sistema de observación meteorológica sin mencionar el esfuerzo humano que requiere. Piénsese en los observadores, esos héroes olvidados que suministran la información básica de la cual depende toda la estructura de la meteorología. Su labor es una de las más incómodas y más modestamente retribuidas que quepa imaginar. Sus tareas les obligan a estar presentes en su lugar de trabajo a horas fijas del día y de la noche, los domingos y días de fiesta lo mismo que los días laborables de la semana.

Todos ellos deben acatar implícitamente los procedimientos establecidos como resultado de cien años de colaboración internacional. Si suponemos que éste es el momento preciso para realizar la próxima observación, podemos imaginar un ejército silencioso de 8.000 a 10.000 personas de todas las nacionalidades, bajo todos los climas desde al ártico hasta los trópicos, efectuando las mismas observaciones a la misma hora: tomarán nota de la temperatura que indican unos termómetros colocados en una pantalla especial pintada de blanco, determinarán la velocidad y la dirección del viento en un intervalo de diez minutos, estimarán la cobertura de nubes y el tipo de éstas de conformidad con un Atlas Internacional de Nubes, y así sucesivamente.

Los oficiales de varios millares de barcos mercantes realizan voluntariamente a las mismas horas observaciones similares, las cuales deben efectuarse no solamente a la hora legal fijada sino cualesquiera que sean las condiciones meteorológicas, incluso las más duras. Bajo una furiosa tormenta de nieve o en medio del calor tropical abrasador, todos esos esforzados observadores realizan un trabajo de precisión a cambio de una remuneración modesta. No debe extrañar que empleemos la palabra «héroes» para referirnos a ellos. Algunos han dado su vida por la meteorología. Así, durante una fuerte tormenta de invierno en la estación meteorológica noruega de Jan Mayen, el observador no volvió jamás de una visita nocturna a la pantalla meteorológica que se hallaba apenas a unos 20 metros de la cabaña en que habitaba; seguramente perdió el sentido de la orientación y al día siguiente fue encontrado muerto bajo la tempestad de nieve.

La segunda condición que se requiere para mejorar las predicciones meteorológicas es poseer una técnica para el tratamiento rápido de gran cantidad de datos relativos a todo el mundo.

Un ejemplo puede poner más claramente de manifiesto la razón por la cual esta condición es indispensable y, en consecuencia, la importancia que tiene en meteorología el empleo de computadoras electrónicas modernas de gran velocidad.

Como ya se ha indicado, las ecuaciones matemáticas básicas que rigen el movimiento de la atmósfera se conocen desde hace muchos años. Sin embargo, aun no ha sido posible resolver esas ecuaciones en su forma más general, por lo que ha habido que recurrir a algunas simplificaciones y supuestos. En 1922, el teórico inglés Lewis F. Richardson concibió una solución numérica aproximada de dichas ecuaciones. La simple calculadora de oficina, que era lo único con que se contaba por entonces, no bastaba para esa tarea. El propio Richardson tuvo que trabajar arduamente en cierta ocasión, durante seis semanas, para establecer un pronóstico (desacertado) correspondiente a un periodo de doce horas; estimó entonces que habría sido necesario disponer de 64.000 calculadoras para estar al día en lo concerniente a las variaciones del tiempo.

Pues bien, la computadora electrónica de gran velocidad ha hecho posibles cálculos tan complejos como esos y actualmente se utiliza en muchos países para elaborar o contribuir a elaborar las mapas de pronósticos del tiempo que constituyen la base sobre la cual se hacen las predicciones.

La Vigilancia Meteorológica Mundial utiliza las técnicas más modernas de tratamiento de datos. Cada Centro Meteorológico Mundial prepara mapas meteorológicos de regiones muy extensas y los distribuye rápidamente a otros centros meteorológicos mundiales, regionales o nacionales. Uno de los principios básicos de la Vigilancia Meteorológica Mundial es el de que cada centro meteorológico nacional debe acopiar y difundir una serie de datos para que los pueda utilizar el resto del mundo.

Como contrapartida, cada centro meteorológico nacional recibe los datos mundiales que necesita y tiene acceso a los mapas y otras informaciones de los centros mundiales y regionales que le son necesarios para poder llevar a cabo sus tareas de carácter nacional.

Una red mundial de telecomunicaciones

NOS queda la tercera condición indispensable para mejorar las predicciones meteorológicas: la existencia de una red mundial de telecomunicaciones de mayor rapidez y eficacia, cuya implantación es justamente uno de los objetivos del programa de Vigilancia Meteorológica Mundial.

Satélites, globos, boyas automáticas, navíos, computadoras...: un ejército técnico al asalto de los secretos de la atmósfera

A menudo se ha dicho que las telecomunicaciones son el elemento vital de la meteorología. A este respecto, dos acontecimientos han tenido consecuencias sobremanera importantes en el desarrollo de la predicción meteorológica. El primero fue, naturalmente, la invención del telégrafo eléctrico y su utilización práctica, tanto en Estados Unidos como en Europa, a partir del decenio de 1840. El segundo fue la desastrosa tempestad que causó graves pérdidas a la flota franco-inglesa en el Mar Negro el 14 de noviembre de 1854.

Poco tiempo después de este desastre se llevó a cabo un estudio detallado para averiguar si habría sido posible predecir la tempestad de haber existido entonces un servicio meteorológico basado en las informaciones telegráficas. Napoléon III, que fue quien encargó la realización del estudio, recibió una respuesta afirmativa de Laverrier y el mismo día dio órdenes para que el famoso astrónomo francés organizara un servicio meteorológico telegráfico. Resultado de ello fue el establecimiento de servicios meteorológicos oficiales en diversos países, entre ellos Inglaterra (1861), Francia (1863) y Noruega (1866).

Desde hace muchos años existe una red mundial de telecomunicaciones con fines meteorológicos, la cual se ha desarrollado aun más posteriormente con los auspicios de la Organización Meteorológica Mundial. El programa de Vigilancia Meteorológica Mundial prevé la creación de un circuito principal que conectará entre sí los tres Centros Meteorológicos Mundiales y los centros regionales apropiados. Ese circuito constituirá un dúplex completo capaz de permitir la transmisión simultánea en direcciones opuestas en todo el mundo. Un amplio sector del circuito está ya en funcionamiento.

El programa de Vigilancia Meteorológica Mundial prevé también la instalación de redes regionales de telecomunicaciones para el acopio de datos de observación obtenidos en determinados puntos del globo y para su transmisión a los centros del circuito principal. Esas redes se utilizan para la difusión de informaciones, análisis y pronósticos de los centros mundiales y regionales a los nacionales.

En cuanto a los satélites de telecomunicación, se emplean para proporcionar ciertos enlaces dentro del sistema mundial de telecomunicaciones, tales como el de Dakar-París y el de India-Australia.

DE la descripción que acabamos de hacer del programa de Vigilancia Meteorológica Mundial se desprende que está realizándose un esfuerzo extraordinario para organizar un eficaz sistema mundial de intercambio de datos meteorológicos que puedan servir tanto a los servicios de información cotidiana como a la investigación.

Pero nuestros propósitos —de acuerdo en ello con los deseos de la Asamblea General de las Naciones Unidas— van más lejos. Queremos saber si en el futuro será posible predecir el tiempo con razonable certeza y con mayor antelación, por ejemplo a dos semanas de distancia. Queremos saber si es posible determinar numéricamente los cambios climatológicos futuros y si esos cambios son naturales o son originados por la actividad humana. Tales son, en resumen, los objetivos del Programa de Investigación Global de la Atmósfera emprendido conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial y por el Consejo Internacional de Uniones Científicas.

¿Qué necesitamos para que las predicciones meteorológicas tengan mayor alcance? ¿Necesitamos, por ejemplo, efectuar mediciones en zonas más altas de la atmósfera? ¿O bien tener en cuenta los cambios de temperatura de los océanos? La primera pregunta es relativamente sencilla. La masa de aire que se encuentra a más de, pongamos, 30 kilómetros es tan insignificante que en la mayoría de los casos puede ser ignorada en los «modelos» utilizados en las computadoras. Tampoco es necesario tomar en consideración los fenómenos que se producen en la atmósfera superior o ionosfera, que es muy importante para la transmisión de ondas de radio pero carece de importancia en lo que atañe a los fenómenos meteorológicos.

Por el contrario, aunque los cambios de temperatura de la superficie de los océanos son mucho más lentos que los que se producen en la atmósfera y pueden ser ignorados cuando se trata de la previsión a corto plazo, hay que tenerlos en cuenta si se quieren establecer predicciones para más de una semana.

El supuesto básico del Programa de Investigación Global de la Atmósfera es que los cambios diarios del tiempo e incluso las fluctuaciones de mayor duración como los graves períodos de sequía que afectan actualmente a Africa, se deben en gran parte a las fluctuaciones de la llamada «circulación general» de la atmósfera.

PARA mejorar nuestra comprensión de tales procesos y establecer predicciones exactas para más de tres días, es preciso: a) elaborar los mejores «modelos» teóricos de la atmósfera y someterlos a prueba en la computadora, y b) efectuar «experimentos» en la atmósfera a fin de que suministren los datos necesarios para elaborar dichos «modelos» y verificar su eficacia.

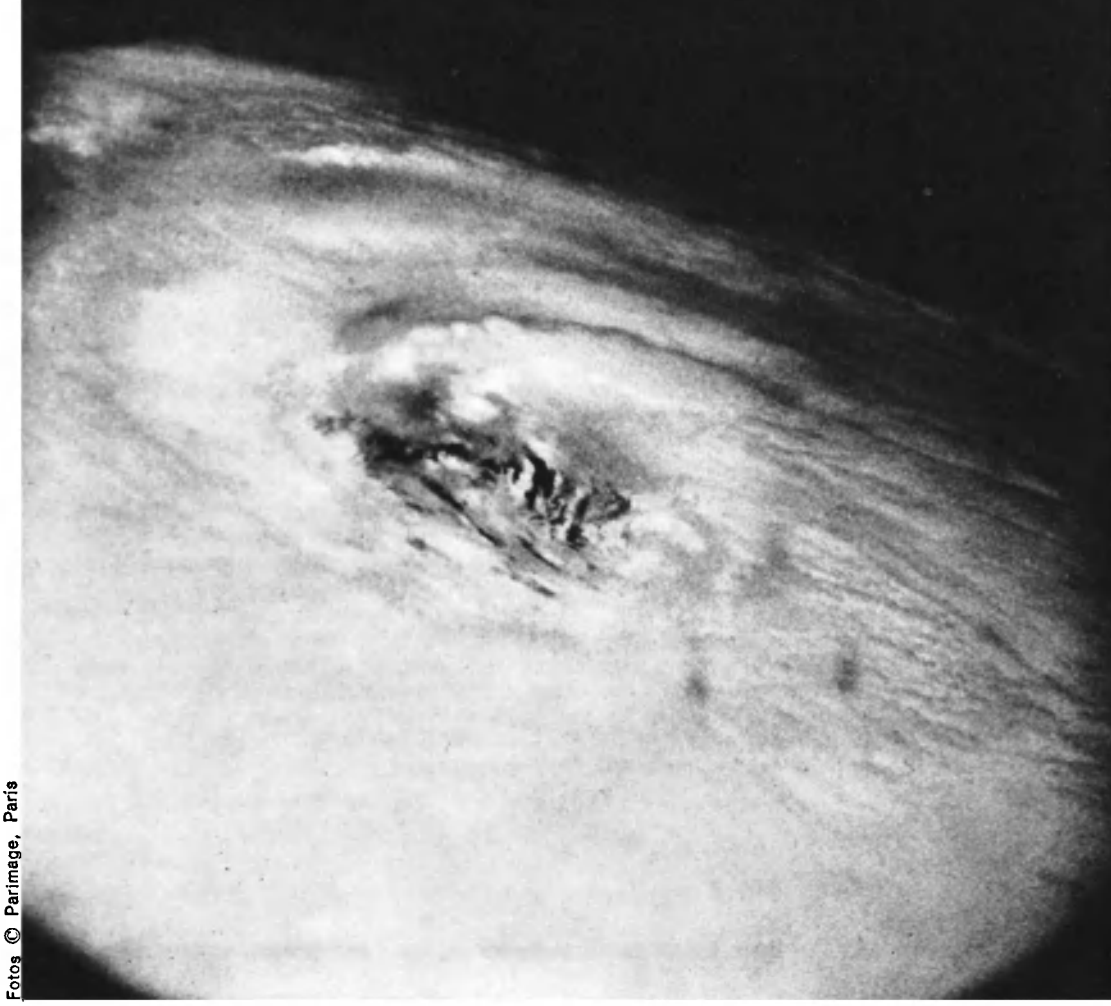
De ahí que el Programa de Investigación Global de la Atmósfera comprenda diversos experimentos: un Experimento Tropical del Atlántico que en 1974 estudiará ciertos problemas propios de los trópicos (véase pág. 21); un Experimento Polar destinado a analizar el papel que desempeñan las regiones polares; y el Experimento sobre los Monzones que permitirá estudiar globalmente el fenómeno de estos vientos periódicos.

Finalmente, se prevé para 1977 un primer Experimento Global cuya finalidad será dar una respuesta general

SIGUE EN LA PAG. 12

La naturaleza enfurecida

La más violenta de todas las tormentas es el tornado, ciclón o tifón, remolino vortiginoso de aire en forma de embudo, dentro del cual giran vientos cuya velocidad es de centenares de kilómetros por hora. Los ciclones se producen al chocar corrientes de aire cuya temperatura, humedad y densidad son diferentes, mientras una masa de aire frío se abre paso por debajo de otra masa de aire caliente y cargado de humedad. Aunque rara vez alcanza más de unos pocos centenares de metros de ancho y su velocidad media no pasa de 40 kilómetros por hora, el ciclón deja a su paso una larga zona de devastación. Las fotos de la izquierda y de abajo nos muestran el temible avance de dos tormentas de este tipo. En la foto inferior, el ciclón, que se dirige hacia la tierra desde una nube tormentosa, adopta la forma de una trompa de elefante. A la derecha, una fotografía aérea del huracán «Debbie», tomada en septiembre de 1961 por un satélite a 160 kilómetros de altura sobre el Atlántico. En el centro relativamente tranquilo de ese «maelstrom» de vientos girando en espiral, puede verse claramente el ojo del huracán. Abajo un equipo de salvamento en una calle de Río de Janeiro, durante una violenta borrasca tropical que azotó al Brasil en 1965.



Fotos © Parimage, París

UNA EMPRESA PLANETARIA *(viene de la pág. 9)*

a las preguntas planteadas anteriormente. Se espera también que, de modo secundario, este experimento contribuya a determinar cuál es el sistema más eficaz y económico para realizar las observaciones globales.

Para asegurar su éxito será necesario disponer de una red mucho más densa que la que proporciona actualmente el programa de Vigilancia Meteorológica Mundial. El Experimento Global —que utilizará toda la atmósfera como laboratorio— necesitará para su realización cinco satélites geoestacionarios que se espera faciliten los Estados Unidos (dos), la URSS, el Japón y la Organización Europea de Investigaciones Espaciales.

Además de los satélites de órbita polar usuales, el experimento requerirá un gran número de globos de nivel constante y de estaciones de boya automática para obtener una información más completa sobre los trópicos y el hemisferio sur. Las enormes cantidades de datos provenientes de esas fuentes serán comunicados a computadoras de gran potencia.

Gracias a todo ello es posible que el año del experimento —1977— sea el que los meteorológos están esperando desde hace un siglo. Quizás la atmósfera revele por fin algunos de los secretos que guarda todavía y responda por lo menos a algunos de nuestros interrogantes.

De la importancia que revisten estos esfuerzos de investigación global tienen clara conciencia tanto el hombre de la calle como los gobiernos de todo el mundo. No es necesario lanzar gritos de alarma para obtener el apoyo que requieren tales actividades. Para cualquiera es evidente que un mejor conocimiento del comportamiento de la atmósfera y del futuro del clima de la Tierra redundará en beneficio de la humanidad entera.

La información y la previsión meteorológicas al servicio de los grandes planes de desarrollo

¿COMO elevar el nivel de vida de los países en vías de desarrollo? Nadie ignora que pese a todos los esfuerzos la distancia económica que separa a los países más avanzados de los países en vías de desarrollo no deja de aumentar. Para que las cosas cambien es preciso movilizar todos los recursos de la ciencia, tarea para la cual es indispensable aplicar los conocimientos meteorológicos al desarrollo económico.

En la elaboración de cualquier programa de desarrollo económico conviene tener en cuenta los factores atmosféricos y el clima. Del clima dependen la vegetación, las cosechas, la abundancia o la escasez de agua y las condiciones de explotación que las diversas regiones ofrecen al hombre.

Por otra parte, es innegable la influencia de las condiciones atmosféricas en lo que atañe a la demanda de energía para la industria o el consumo doméstico, a la utilización de embalses o a la fijación de fechas propicias para las labores agrícolas. Los economistas están de acuerdo en que una buena información meteorológica es indispensable para la elaboración y la ejecución de los planes de desarrollo.

La Vigilancia Meteorológica Mundial ayudará a los países en vías de desarrollo a participar en el progreso tecnológico y científico y a beneficiarse de él. Igualmente les ayudará a establecer las condiciones necesarias para la explotación eficaz del suelo y el aprovechamiento de los recursos hídricos.

Los nuevos datos globales en que se basa el programa de Vigilancia Meteorológica Mundial permitirán acelerar este programa. Por ejemplo, los satélites meteorológicos ofrecen desde ahora múltiples ventajas a los países en vías de desarrollo; en particular, el sistema APT, al que nos hemos referido ya, permite anunciar con la debida antelación la proximidad de tempestades devastadoras.

Son muchos los Estados que actualmente tienen conciencia de que las inversiones en los estudios meteorológicos pueden determinar el éxito de los programas de desarrollo. Así, los meteorólogos y los hidrometeorólogos deben reunir, con carácter previo, todas las informaciones útiles sobre los factores atmosféricos y sobre el agua, a fin de evitar esa verdadera trampa que constituye la construcción de embalses a un costo considerable en regiones donde las lluvias son insuficientes.

No existe país alguno, sea cual fuere su importancia, capaz de mantener un servicio meteorológico eficaz sin utilizar las informaciones de los países vecinos y, en muchos casos, de todo el hemisferio. La primera proposición tendiente a crear un fondo internacional para instalar estaciones especiales o medios de comunicación en las regiones aisladas data de 1873; tuvieron que transcurrir 90 años antes de que se pusiera en práctica esta idea.

En nuestros días, la OMM no se conforma con participar en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo sino que ha concebido su propio Programa de Asistencia Voluntaria. Gracias a este programa, los países en vías de desarrollo pueden solicitar una asistencia para cualquier proyecto relacionado con la OMM, y los países que están en condiciones de suministrar esa ayuda pueden contribuir con la donación de equipos o con una asistencia técnica o con ambas cosas a la vez. En los veinte últimos años, la OMM ha enviado doscientas misiones de expertos, ha financiado 1.500 becas, ha suministrado equipos y organizado seminarios de formación de personal, con un costo total de más de 53 millones de dólares.

El éxito de la cooperación técnica en materia de meteorología quizá se deba al hecho de que se trata de una actividad en la cual la reciprocidad de los servicios es necesaria y la colaboración de los países en vías de desarrollo es indispensable y plenamente reconocida.

Esta cooperación comprende también el estudio de los problemas científicos y técnicos en escala mundial, al cual se dedican ocho comisiones de expertos, que abarcan todas las ramas de la meteorología y algunos aspectos de la hidrología.

Para evitar un hambre catastrófica en el año 2000 la meteorología puede tener una importancia capital

¿CUALES son las actividades humanas a las que benefician en mayor grado los servicios meteorológicos?

Aunque varían según los países, a muchos de nuestros lectores sorprenderá la siguiente enumeración de esas actividades, hecha en orden decreciente según el beneficio que obtienen y aplicable a los países muy desarrollados: 1) pesca, 2) agricultura, 3) transportes aéreos, 4) silvicultura, 5) construcción, 6) transportes terrestres, 7) transportes marítimos, 8) producción y suministro de energía, 9) organización del comercio, 10) suministro y control del agua, 11) comunicaciones, 12) actividades recreativas y 13) industrias. A continuación damos algunos ejemplos de las aplicaciones prácticas de la meteorología.

Los efectos del mal tiempo (viento fuerte, helada, lluvia, etc.) en la industria son evidentes cuando los trabajos se realizan a la intemperie. Se ha calculado que en los Estados Unidos las pérdidas anuales de la industria de la construcción debidas al mal tiempo ascienden a 3.000 millones de dólares.

En cuanto al comercio, las condiciones climáticas influyen decisivamente en la demanda de determinados artículos. El consumo suplementario de energía cuando se produce una ola de frío constituye un buen ejemplo de las fluctuaciones de la demanda debidas a los cambios del tiempo, como puede serlo también la venta de productos alimenticios (helados) o de ropa. Muchos de los riesgos contra los cuales se aseguran personas y bienes están relacionados directa o indirectamente con el tiempo.

Casi todas las etapas de la agricultura, desde la planificación de la utilización del suelo hasta el transporte de las cosechas, necesitan del consejo del meteorólogo. Tierras que antes se consideraban estériles ahora pueden ser productivas gracias a un mejor conocimiento de los factores meteorológicos que influyen en el crecimiento de las plantas.

Las consecuencias sociales de la meteorología aplicada rara vez son tan evidentes como cuando se trata de la producción de alimentos. A menudo se ha dicho que la mitad de la población mundial no come lo suficiente para disfrutar de una salud normal. Esta cifra resulta terrible; en efecto, el crecimiento de la población es tal que prácticamente absorbe todo incremento de la producción, sin que aumente la cantidad de alimentos disponibles para cada persona. Se nos dice que hacia el año 2000 habrá el doble de bocas que alimentar. A fin de que el hambre no revista proporciones catastróficas, es preciso encontrar nuevas fuentes de alimentos y lograr que la producción agrícola alcance niveles no conocidos hasta ahora.

Nuestra capacidad para responder a semejante desafío depende considerablemente de que seamos capaces de impedir las pérdidas que actualmente ocasionan las condiciones del clima y del tiempo. En tal sentido, es necesario tener un conocimiento mucho más detallado de las diversas fluctuaciones del clima en las regiones productoras de alimentos, así como una información completa de los procesos atmosféricos a fin de poder predecir con la suficiente anticipación las condiciones climáticas desfavorables.

LA seguridad, la eficacia y la regularidad de los transportes por aire, mar y tierra dependen en gran medida del tiempo que encuentren en su ruta. En consecuencia, es de primordial importancia disponer de una información y de una predicción meteorológicas precisas. La aparición de aviones de reacción que vuelan a gran altura y el empleo del radar y otros instrumentos electrónicos, lejos de volver caducas tales informaciones, exigen previsiones meteorológicas sobremanera especializadas.

La necesidad de cambiar de ruta hacia otro aeropuerto o de disminuir la altitud de vuelo a causa de las perturbaciones atmosféricas tiene obvios efectos de carácter económico, y la próxima generación de aparatos supersónicos que vuelan a mayor altura y con mayor rapidez volverá más apremiantes aun estos problemas.

La información meteorológica tiene muchas otras aplicaciones tanto en materia de seguridad como de economía de los transportes. Las consecuencias de los retrasos, aunque sean relativamente pequeños, debidos a la niebla, el hielo o la nieve, a más de los inconvenientes personales que causan a los pasajeros, ocasionan pérdidas de horas de trabajo que pueden afectar al crecimiento económico de un país. El transporte terrestre o marítimo de mercancías perecederas debe también recurrir a la información meteorológica especializada.

Las tentativas para cambiar el tiempo

A lo largo de la historia el hombre se ha preocupado por protegerse contra las condiciones climáticas o meteorológicas desfavorables. Y, hasta cierto punto, lo ha logrado. La calefacción y el aire acondicionado de los edificios e incluso el hecho de vestirse constituyen tentativas para modificar el clima en que hemos de vivir y trabajar.

Pero, al mismo tiempo, el hombre ha provocado inadvertidamente cambios en el clima local debidos a la construcción de grandes ciudades y a la contaminación de la atmósfera mediante el empleo de combustibles. Desde hace muchos años se han llevado a cabo experimentos en pequeña escala para modificar localmente el tiempo, tales como la dispersión de la niebla o la «siembra» de nubes para aumentar las lluvias, pero el problema de la modificación meteorológica en gran escala aun no ha sido resuelto. Se cree que

SIGUE EN LA PÁG. 16

50 RECORDS METEOROLOGICOS EN TODO EL MUNDO

Record de frío en América del Norte
—62,8° C
Snag, Yukón, Canadá

Record de frío en Groenlandia
—66,1° C
Northice

Record de velocidad del viento
416 km/hora
(registrado el 12 de abril de 1934).
Velocidad media más alta en 5 minutos
338 km/hora
Mount Washington, New Hampshire, EUA

Record mundial de lluvia en 20 minutos
205,7 mm
(el 7 de julio de 1889).
Curtea de Arges, Rumania

Record mundial de presión atmosférica
1.083,8 milibares
(el 31 de diciembre de 1968).
Agata, URSS

Diferencia mayor entre la temperatura más alta y la temperatura más baja
101,7° C
Verjoiansk, URSS

Record de frío en el hemisferio norte
—67,8° C
Verjoiansk y Oimiekon, URSS

Media anual más alta de precipitaciones en América del Norte
6.655 mm
Henderson Lake, B.C., Canadá

Nevada más fuerte en 24 horas en América del Norte
193 cm
(del 14 al 15 de abril de 1921).
Silver Lake, Colorado, EUA

Ola de 20,40 m de altura (observada el 12 de sept. de 1961) a 52° norte y 19° oeste en el Atlántico

Media anual más alta de precipitaciones en Europa
4.648 mm
..., Yugoslavia

Record mundial de calor
58° C
..., Libia

Media anual más baja de precipitaciones en Europa
162,6 mm
Astrakán, URSS

Record de nevada durante una estación en América del Norte
25,40 m
(en 1955-1956)
Paradise Ranger, Washington, EUA

Media anual de 120 días de niebla
Grandes Bancos de Terranova

Granizo más pesado
1,9 kilos
Kazajstán, URSS

Records mundiales de lluvia : en un mes (julio de 1861)
9.300 mm
en 12 meses
(ag. 1860 a jul. 1861)
26.461 mm
Cherapundji, India

Temperatura más alta en América del Norte
56,7° C
Valle de la Muerte, California, EUA

Record mundial de lluvia en un minuto
31,2 mm
(el 4 de julio de 1956)
Unionville, EUA

Record de calor en Europa
50° C
Sevilla, España

Temperatura más alta de la superficie del mar
35,6° C
Golfo Pérsico

Media anual más alta de precipitaciones en Asia
11.633 mm
Cherapundji, India

Record de lluvia en 24 horas en el hemisferio norte
1.245 mm
Paishi, Formosa

Insolación máxima anual
4.300 horas
Sáhara

Media anual más baja de precipitaciones en Asia
43,9 mm
Adén

Presión atmosférica más baja
874 milibares
Ojo del tifón « Ida ».

Media anual más baja de precipitaciones en América del Norte
30,5 mm
Bataques, México

Record mundial de lluvia en 42 minutos
304,8 mm
(el 22 de junio de 1947)
Holt, Montana, EUA

Media anual más baja de precipitaciones en Africa
menos de
Wadi-Halfa, ...
2,5 mm
...udán

Record mundial de precipitaciones medias anuales (periodo de 1912 a 1945)
11.684 mm
Mt Waialeale, Kauai, Hawai

Media anual más elevada de precipitaciones en América del Sur
8.992 mm
Quibdó, Colombia

Media anual más alta de precipitaciones en Africa
10.287 mm
Debundcha, Camerún

Temperatura media anual probablemente la más alta del mundo
34,4° C
Dallol, Etiopía

Record de lluvia en un día (probablemente record mundial de lluvia en llanura)
990 mm
Dharampur, India

Ola de 34 m de altura observada en el Pacífico (el 6 de febrero de 1933)

Record mundial de lluvia en 12 horas
1.340 mm
(del 28 al 29 de febrero de 1964)
Belouve, La Reunión

Media anual de 242 días de tormenta
Kampala, Uganda.

Media anual de 322 días de tormenta (de 1916 a 1919).
Bogor, Indonesia

Mínimo mundial de precipitaciones medias anuales (en 53 años).
0,8 mm
Arica, Chile

Iceberg observado más cerca del ecuador a 2... sur y 26° oeste.
Buque Dochra, Atlántico meridional

Records mundiales de lluvia :
en 24 horas : 1.870 mm
en 5 días : 3.854 mm
en 7 días : 4.110 mm
(del 12 al 19 de marzo de 1952).
Cilaos, isla de La Reunión

Ausencia de lluvia durante 14 años consecutivos.
Iquique, Chile

Temperatura más alta en América del Sur
48,9° C
Rivadavia, Argentina

Record de frío en América del Sur
—32° C
Sarmiento, Argentina

Record de calor en Australia
52,2° C
Cloncurry, Queensland

Media anual más baja de precipitaciones en Australia
102,9 mm
Mulka

Media anual de lluvia de 325 días.
Bahía Félix, Chile

Temperatura máxima en la Antártida
14,4° C
Esperanza

Temperatura media anual más baja
—56,6° C
Meseta antártica

Record mundial de frío
—88,3° C
(el 24 de agosto de 1960)
Estación Vostok, Antártida

Mapa ©
Adaptación de un mapa preparado por el Earth Sciences Laboratory, de Natrick, Massachussetts (EUA) que publicamos con la amable autorización de los U.S. Army Engineer Topographic Laboratories, de Fort Belvoir, Virginia (EUA).

UNA EMPRESA PLANETARIA *(viene de la pág. 13)*

en el futuro se prestará mayor atención a estos problemas.

Dentro del Programa de Investigación Global de la Atmósfera se ha discutido acerca de la posibilidad de efectuar predicciones numéricas para periodos de mayor duración, digamos de dos semanas, y tal vez dentro de 10 o 20 años sabremos si son los optimistas o los pesimistas quienes tienen razón. El valor económico potencial de la predicción a largo plazo no es el mismo para todas las actividades y no es fácil estimarlo con precisión.

A la aviación, por ejemplo, no le interesa ese tipo de predicciones, pero sí en la agricultura, la producción de combustibles, los servicios públicos, la industria de la construcción y el suministro de agua pudiera economizarse aunque sólo fuera el 5 %, el probable ahorro total podría calcularse moderadamente en unos 5.000 millones de dólares anuales.

La utilización de los recursos naturales constituye otra esfera en la cual no solamente es posible sino indispensable realizar grandes progresos, ya que la demanda de esos recursos aumenta de modo creciente.

Para proteger el agua y el aire contra los excesos de la industria humana

EL agua es la vida. Pues bien, los conocimientos meteorológicos son un requisito previo para evaluar los recursos hídricos y planificar la utilización del agua.

En tanto que fuente de energía a bajo costo, el agua puede constituir uno de los factores fundamentales del desarrollo agrícola e industrial. Tanto en la etapa de la planificación como en la de ejecución de los programas, la predicción del tiempo y de las inundaciones es importante.

La explotación racional de las cuencas fluviales hará que mejoren las obras de riego y avenamiento, el control de las inundaciones, la conservación del suelo, la navegación y la pesca, así como la producción de energía hidroeléctrica.

Los programas internacionales de hidrología que llevan a cabo conjuntamente la Unesco y la OMM son garantía de que en el futuro se estudiarán más detenidamente estos problemas.

La idea de utilizar el viento y el sol como fuentes de energía no es en modo alguno reciente pero despierta cada vez mayor atención debido a que no producen contaminación. Una condición esencial para el desarrollo futuro de estos proyectos es el estudio meteorológico detallado de la distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, de la energía eólica y solar en regiones previamente seleccionadas para tal efecto.

La industrialización de los países muy desarrollados ha planteado nuevos problemas a los meteorólogos. Sabido es que la utilización de combustibles fósiles ha determinado cambios en el clima de ciertas zonas y sólo en los últimos años se han adoptado medidas para evitar una contaminación mayor de la atmósfera.

El hecho de respirar un aire impuro tiene efectos generalmente lentos en el organismo humano pero que pueden ser mortales si las condiciones meteorológicas impiden el desplazamiento y la dispersión de los agentes contaminadores. Durante la gran acumulación de smog sobre Londres a comienzos de diciembre de 1952 murieron más de 4.000 personas, principalmente a causa de afecciones bronquiales y pectorales agravadas por la toxicidad del aire. También los efectos a largo plazo de las concentraciones menores de agentes contaminadores constituyen una grave amenaza para la salud pública.

Otro problema vital que deberá resolverse en el futuro radica en que, al parecer, el consumo de combustibles fósiles incrementa la cantidad normal de bióxido de carbono en la atmósfera, mientras las actividades industriales están cambiando la masa de partículas sólidas que se encuentran en ella. Hoy se examina con especial intéres la cuestión de las posibles consecuencias que esas actividades humanas puedan tener en la modificación futura de los climas.

Con el fin de estudiar estos problemas, la OMM ha creado una red mundial de estaciones de observación de la contaminación «media». Situadas lejos de las zonas industriales, controlan la presencia de ciertos agentes contaminadores y gases en la atmósfera. Las mediciones que efectúan esas estaciones desempeñarán mañana un papel importante cuando se trate de estudiar los cambios climáticos.

La importancia decisiva de la cooperación internacional

POR último, uno de los problemas fundamentales que quedan por resolver es el de la tendencia hacia una mayor automatización de todo el trabajo meteorológico y de la utilización creciente de los satélites para la obtención de informaciones globales.

Un mayor empleo de las observaciones efectuadas por medio de satélites puede significar que importantes servicios de observación global dependerán de los planes nacionales de unos pocos países privilegiados o de un grupo de países. Aunque no hay razón alguna para suponer que esos pocos países hagan en el porvenir un «uso indebido» de su posición ventajosa, es muy probable que el futuro sistema de satélites se base en una participación más amplia de todos los países beneficiarios por intermedio de la OMM, que es la organización internacional responsable de estos trabajos.

No cabe duda de que la Vigilancia Meteorológica Mundial y el Programa de Investigación Global de la Atmósfera tendrán consecuencias importantes para el desarrollo de la meteorología. Durante varias generaciones, los países del mundo se han dedicado a desarrollar la ciencia de la meteorología sin disponer de los instrumentos adecuados para ello. Ni siquiera hoy contamos con todo lo necesario, pero por lo menos se ha realizado un gran esfuerzo para elaborar una lista pormenorizada de lo que necesitamos en materia de observaciones, equipo y personal.

Sería prematuro tratar de evaluar todas las consecuencias de los programas de Vigilancia Meteorológica Mundial y de Investigación Global de la Atmósfera, pero es obvio que en gran parte dependen de los progresos tecnológicos actuales y futuros. Si tales programas responden a todo cuanto esperamos de ellos y si el espíritu de colaboración internacional continúa progresando, la realización de esos grandes proyectos científicos podrá estar a nuestro alcance. ■

Foto © USIS

Para hinchar los globos-sondas, que durante horas se mueven en la estratosfera entre los 25 y los 40 km de altura, se utiliza el gas helio, más ligero que el aire e ininflamable. Los globos llevan consigo diversos instrumentos cuya finalidad es apreciar las características del aire a esa altura, la temperatura reinante, los vientos y otros datos científicos. Terminada su misión, los instrumentos vuelven a la tierra en paracaídas.

DESDE HACE TREINTA AÑOS LA TIERRA SE ENFRIA

¿ Está cambiando el clima del planeta ?

por Hubert H. Lamb

HUBERT H. LAMB, *científico británico, goza de autoridad mundial en materia de cambios climáticos. Es director del Centro de Investigaciones Climáticas de la Universidad de East Anglia (Reino Unido) y ha realizado un intenso trabajo en relación con estos problemas. Entre sus numerosos escritos cabe destacar* The changing climate *(1966) y, más recientemente, el primer volumen de su obra fundamental* Climate: Present, past and future.

A principios de siglo y hasta la Segunda Guerra Mundial, la tesis aceptada por todos los climatólogos era que, si bien se han producido cambios muy pronunciados del clima en el pasado geológico de la tierra —en los periodos glaciales e interglaciales hacía algo más calor que en nuestros días (por no hablar ya de los millones de años de la historia de nuestro planeta en que no había prácticamente hielo ni siquiera en los

SIGUE A LA VUELTA

LLUVIA Y NIEVE A VOLUNTAD

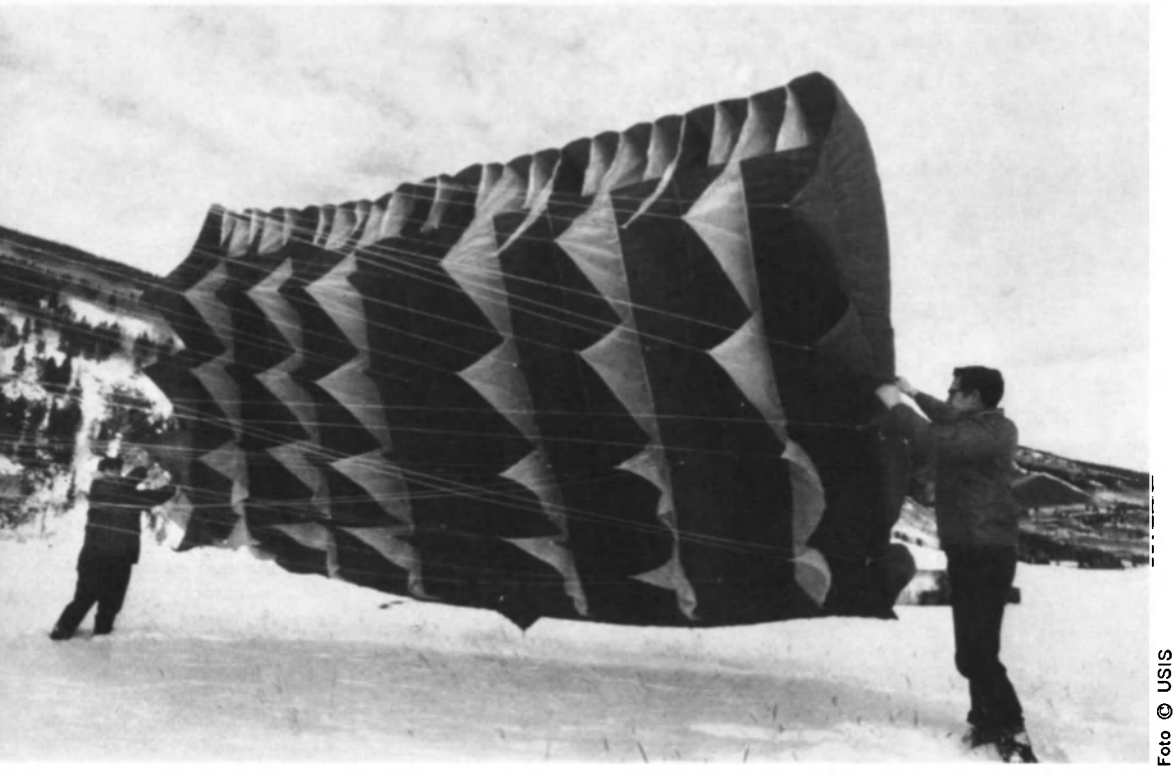


Foto © USIS

El hombre ha influido desde antiguo en el clima de la tierra (por medio de la contaminación de la atmósfera, la agricultura, la deforestación, etc.) generalmente sin proponérselo. Pero los intentos deliberados para modificarlo en escala local datan de fines del pasado siglo, cuando se realizaron los primeros experimentos para provocar la lluvia. Actualmente se están llevando a cabo, con relativo éxito, serios intentos científicos para producir artificialmente nieve y lluvia. Con tal fin se «siembran» las nubes con cristales de yoduro de plata, partículas de sal, sulfato amónico u otras substancias. Si las condiciones son favorables, las diminutas gotas de agua que forman la nube se agrupan en torno a cada «semilla» y caen en forma de lluvia o de nieve.

A la derecha se reproduce una ilustración en la que un avión siembra una nube y, a menor altitud, recoge muestras de la precipitación obtenida. A la izquierda, en la región de las Montañas Rocosas de Colorado (Estados Unidos), momento en que se lanza al espacio una enorme «cometa» equipada con instrumentos destinados a observar los efectos de una siembra de nubes efectuada para provocar nevadas que podrían engrosar el caudal del río Colorado.

LA TIERRA SE ENFRIA *(cont.)*

polos)— el clima se ha mantenido esencialmente constante desde hace por lo menos dos mil años.

Las descripciones del clima de las Islas Británicas, Alemania y la Rusia meridional que hicieron los autores griegos y romanos de la época clásica son tan similares a la impresión que sienten en nuestro tiempo los visitantes procedentes de países mediterráneos que todo parecía confirmar esa tesis; evidentemente nadie se paraba a pensar en la posibilidad de que unos y otros países hubieran sido antes más calientes o más fríos que ahora.

Se admitía que las variaciones climáticas de un año a otro producían épocas alternas de vida fácil y de vida difícil y de vez en cuando provocaban catástrofes naturales ; pero se las consideraba como variaciones aleatorias en torno a un promedio o, en el peor de los casos, como resultado de unos ciclos de duración no superior a unos pocos años o decenios (y de una amplitud más bien irregular).

De ahí que se estimara que un cuadro estadístico del clima correspondiente a un periodo de 30 o más años constituía una base adecuada para la futura planificación (e incluso para calcular, mediante métodos estadísticos perfeccionados, acontecimientos tan excepcionales como esos casos extremos de inundaciones, huracanes o heladas que se producen cada 100, 200 o 500 años).

Esa tesis y esos métodos eran los que se exponían en los libros de texto y los que aprendían en escuelas y universidades las generaciones que ocupan hoy puestos de responsabilidad en el gobierno y en la industria de casi todos los países. Los métodos eran, desde luego, bastante seguros, a condición de que la serie de datos observados se ajustara realmente a la finalidad perseguida; pero hoy se empieza ya a poner en tela de juicio esta última afirmación.

Por muy diversas razones, resulta ya evidente la necesidad de replantear esta cuestión.

Por ejemplo, los cálculos efectuados en los Estados Unidos de América a partir de observaciones de la temperatura del aire al nivel del suelo en todo el mundo muestran que, desde 1880 aproximadamente hasta una fecha posterior a 1940, el clima de la tierra tendía en general a volverse más cálido. El aumento mundial de la temperatura a lo largo de ese periodo equivalió, más o menos, a medio grado; pero en el Artico fue mucho mayor : varios grados de 1920 a 1940.

El hielo de los mares árticos disminuyó en un 10 % aproximadamente y su espesor general en un tercio, más o menos. Menguaron los glaciares en todo el mundo, surgiendo con ello nuevas tierras de pastos y de cultivo, al paso que la nieve derretida engrosaba el caudal de los ríos de montaña en primavera y en verano. En Inglaterra, ese aumento de la temperatura alargó en dos o tres semanas el período en el cual pueden desarrollarse las plantas. Gracias a esas condiciones, cada vez más propicias, se extendieron a nuevas regiones los bosques y las plantas silvestres, así como diversos cultivos, a la vez que se ampliaba la zona de migración estacional de pájaros y peces.

La humanidad se adapta fácilmente a toda mejora de sus condiciones de vida. Así se fueron abandonando cada vez más las viejas costumbres de vestirse con ropa de mucho abrigo y de acumular víveres para el invierno en las regiones septentrionales — costumbres que a menudo se achacaban muy poco amablemente a unas actitudes mentales anticuadas, heredadas del siglo XIX—. Sin embargo, durante cierto tiempo pasó inadvertida esa mejora del clima, que afectó a la inmensa mayoría de los países desarrollados de las zonas templadas y septentrionales.

Pero, en cuanto la humanidad se percató de esa tendencia climática, empezó a especular sobre sus causas y sus posibles consecuencias futuras. En algunos de los primeros trabajos científicos sobre este tema, publicados de 1950 a 1960, se atribuía el calentamiento a la producción por el hombre de anhídrido carbónico al quemar combustibles fósiles (carbón, petróleo, etc.), lo que incrementó la cantidad de ese gas en la atmósfera casi en un 10 % durante la primera mitad de este siglo.

El anhídrido carbónico es un elemento poco importante de la atmósfera — el 0,3 por mil del volumen total, — pero sus efectos sobre el calentamiento de la tierra son importantes. Este gas es mucho menos permeable a las radiaciones de onda larga emitidas por la Tierra (a las que, por consiguiente, « atrapa » y devuelve en parte hacia el suelo) que a las procedentes del sol (que deja pasar casi sin merma alguna). Actúa, pues, como una manta o un invernadero, reteniendo el calor que nuestro planeta ha recibido. Y se calcula que, si se multiplicara por dos la cantidad de anhídrido carbónico existente en la

Foto © IPS

atmósfera, la temperatura global de la Tierra aumentaría en 3 o 4 grados.

Sin embargo, muy pronto pudo comprobarse que el anhidrido carbónico no era el único culpable. Pese al aumento de la producción de ese gas, debido al incremento de la industrialización y de la combustión de petróleo y otros combustibles, la tendencia de la temperatura se invirtió.

En efecto, durante los últimos 25 o 30 años la tierra se ha vuelto a enfriar progresivamente. Ese enfriamiento fue especialmente sensible hacia 1960. Y consta ya documentadamente que se ha producido una inversión paralela en cuanto a la zona de migración de peces y pájaros y a la viabilidad de cultivos agrícolas y forestales cerca de los polos y en las tierras altas.

Por otro lado, los más antiguos registros de la temperatura disponibles en varios países nórdicos desde principios del siglo XVIII (y en Inglaterra desde fines del XVII) indican que el calentamiento anterior tiene una muy larga historia, remontándose por lo menos a los años en los cuales empezó a consignarse la temperatura, con varios altibajos de poca duración. Eso quiere decir que el calentamiento se inició antes de la revolución industrial y no cabe, por lo tanto, imputarlo a la actividad del hombre.

Así, pues, las más recientes tendencias climáticas nos han obligado a reconocer que los cambios y fluctuaciones del clima se vienen produciendo desde siempre y constantemente, incluso en nuestra propia época, y que esos cambios se deben a la vez a causas naturales y a nuestra propia intervención. El descenso de la temperatura desde 1945, más o menos, constituye el más prolongado que se conoce desde que se empezó a registrar la temperatura.

Habida cuenta de este hecho y de los muchos nuevos tipos de contaminación de la atmósfera por obra de la industria, las pruebas nucleares, los aviones que vuelan a gran altitud, los cohetes, etc., etc., no es fácil determinar cómo va a evolucionar el clima. Es, pues, urgente mejorar nuestros conocimientos al respecto para poder contestar a tan importante pregunta.

LAS investigaciones realizadas indican claramente que la circulación general del aire por todo el planeta experimenta variaciones incesantes de intensidad y, en cierta medida, de régimen básico, oscilando entre un gran predominio de los vientos «zonales» del este y el oeste y una preponderancia considerable de los vientos «meridionales» (del norte y el sur), los cuales van acompañados por anticiclones estacionarios en ciertas longitudes a caballo de la zona de latitud media, que es normalmente la zona en la que dominan los vientos del oeste.

Esos cambios constituyen el « mecanismo » mediante el cual se producen los cambios climáticos, cualesquiera que puedan ser sus causas últimas. Y los efectos no se limitan en modo alguno a la temperatura y al volumen de nieve y de hielo.

Entre los promedios decenales sucesivos de las precipitaciones anuales en varias partes del mundo, señalemos las cifras obtenidas aproximadamente desde 1840 en Barnaul (53°N, 84°E), en el corazón de Asia.

El periodo de calentamiento mundial, en la primera mitad de este siglo, fue una época de intensidad anormalmente mantenida de los vientos zonales, y parece haberse caracterizado por un desplazamiento excepcional de vientos húmedos del Atlántico por toda Europa, llegando incluso hasta esa región del centro de Asia.

En decenios anteriores, durante el siglo XIX, y de nuevo a partir de 1950, las precipitaciones disminuyeron considerablemente en Barnaul. Como el promedio anual de lluvia y nieve entre 1900 y 1940, equivalente a unas precipitaciones de 482 milímetros al año, basta apenas para la agricultura, con un prudente aprovechamiento y una cierta proporción de riego, la disponibilidad de agua en esa región, al igual que en otras muchas del mundo, plantea un grave problema.

Al aumentar la población del Asia soviética y crecer también la demanda industrial de agua, las autoridades se han visto obligadas a pensar en la posibilidad de desviar las aguas de los grandes ríos de Siberia que desembocan en el Océano Artico. Pero para ello hay que conocer más a fondo los procesos climáticos en gran escala. Habrá que intentarlo, en todo caso, de un modo muy escalonado y vigilando cuidadosamente los posibles efectos en una escala mayor, dado que el agua de los ríos siberianos es una fuente importante de la capa de hielo de baja salinidad existente en la superficie del Océano Artico.

Si este océano se convirtiera en un océano normal de agua salada con una superficie libre y exenta de hielo, la temperatura de la mayor parte del Artico aumentaría, por término medio, en 10° o 20° (y en invierno 30°). Con ello podría modificarse todo el régimen de circulación de los vientos y, por ende, la distribución de las lluvias en el hemisferio norte.

De un reciente experimento, llevado a cabo en 1973 por R. L. Newson con un « modelo » matemático de circulación atmosférica, se desprende que los inviernos serían más fríos en las latitudes medias de ese hemisferio. Otros estudios, realizados por el científico soviético D.A. Drozdov en 1966, parecen mostrar —cosa que está aparentemente en consonancia con la conclusión anterior— que las lluvias y las perturbaciones ciclónicas portadoras de lluvia y de nieve se desviarían en gran medida hacia el Artico, con lo que muchas regiones continentales resultarían más secas que antes.

SIGUE A LA VUELTA

Este problema del agua que necesitan las tierras áridas del centro de Asia es uno de los puntos — y hay sin duda otros muchos — en los que nuestro conocimiento del clima se ve involucrado con la explosión demográfica, planteando a la humanidad un dilema que puede resultar difícil de resolver.

Gracias a la gran red internacional de observación establecida por la Vigilancia Meteorológica Mundial, que entraña el empleo de satélites y de muchos puntos fijos de observación en todos los océanos del mundo, así como en la Antártida, han aumentado considerablemente nuestras posibilidades de detectar los síntomas de evolución climática en cuanto se producen y allí donde pueden observarse más claramente.

A su vez, el Programa de Investigación Global de la Atmosfera, previsto por la OMM para mediados del presente decenio, ha de mejorar nuestro conocimiento de la circulación atmosférica en gran escala y de sus interacciones.

PERO también es preciso determinar con el máximo detalle los hechos del pasado climático, con objeto de que la climatología pueda disponer de una base de observaciones lo más larga posible para estudiar las fluctuaciones climáticas naturales y sus causas. Por otra parte, esas causas rebasan el ámbito de la meteorología tal como se la concibe habitualmente. Su determinación y, por cierto, también la reconstitución del clima del pasado —a lo largo de los siglos y de los milenios— requerirá una apasionante colaboración entre muchas ramas de la ciencia y del saber humano.

Los datos sobre la intensidad de la radiación solar — que se conocen desde 1883 hasta nuestros días — ponen de manifiesto muy claramente los efectos de las grandes erupciones volcánicas, que proyectan a la atmósfera una capa persistente de polvo, como ocurrió en 1883, 1888, 1902, 1907, 1912 y 1963.

Comparando el régimen de la temperatura y de la circulación de los vientos en los años inmediatamente posteriores a esas y a otras grandes explosiones volcánicas de los siglos XVIII y XIX, se observa que sus efectos sobre el clima, aunque pasajeros, son perfectamente reales y a veces muy profundos.

Pero a partir de 1945 se ha producido una disminución gradual de la intensidad de los rayos solares, que puede atribuirse al propio sol. Probablemente no haya que alarmarse excesivamente por ello: ya se han producio cambios similares que han afectado al clima y al régimen mundial de los vientos en otros muchos momentos anteriores, y lo que estamos presenciando puede ser una fluctuación crónica de la radiación solar, que al parecer tiende a repetirse cada 200 o 400 años, más o menos. Sin embargo, es probable que los efectos tengan un alcance mundial y planteen difíciles problemas allí donde se explotan al máximo los recursos climáticos (como, por ejemplo, el agua o el calor del verano).

Conocemos el número de días al año, desde 1861 a 1970, en los que hubo una circulación zonal general de los vientos del oeste sobre las Islas Británicas. Especiamente notables son las altas frecuencias que se mantuvieron de 1902 a 1938, en el apogeo del calentamiento mundial, y el acusado descenso sobrevenido en los últimos años, hasta alcanzar las temperaturas mínimas, no conocidas hasta entonces, de 1968, 1969 y 1971.

Otros datos nos muestran los 600 años de la frecuencia de los vientos superficiales del suroeste, en la parte oriental de Inglaterra (sobre la base de observaciones rigurosamente diarias efectuadas en Londres a partir de 1669). Esos datos parecen indicar una sensible disminución en los últimos años de los vientos del oeste, que se repite cada 200 años aproximadamente.

Aparte de su posible origen último en una fluctuación a largo plazo de la energía solar recibida, se ha demostrado que existe una relación entre la evolución de la circulación atmosférica y las correspondientes anomalías persistentes de la circulación de los océanos.

Como no se puede reducir rápidamente la temperatura de grandes masas de agua de mar más calientes o más frías de lo normal, esas masas ejercen efectos perdurables en la circulación de los vientos, lo cual resulta útil a fines de previsión.

Entre las consecuencias de los cambios del clima y de la circulación de los vientos en los últimos años cabe citar las siguientes :

- un nuevo aumento (especialmente a partir de 1961) del hielo de los mares árticos, lo cual ha creado dificultades en las rutas marítimas septentrionales, en las aguas soviéticas y canadienses del Artico, y ha provocado malas condiciones durante varias estaciones en las costas de Islandia y de Groenlandia ;

- una subida considerable, también desde 1961, del nivel de los grandes lagos del Africa ecuatorial oriental y, más recientemente, de los grandes lagos de América del Norte ;

- records de temperatura invernal, desde hace dos siglos, en varias partes del hemisferio norte.

Pero los efectos más graves han consistido probablemente en una pertinaz sequía y unas lluvias insuficientes en varias partes del globo, relacionadas con desplazamientos de la faja anticiclónica del mundo. Ha aumentado la presión y, por consiguiente, las situaciones frecuentemente anticiclónicas y más secas, en la mayor parte del Artico, en especial en su franja exterior, con un aumento de 3 milibares en parte de Groenlandia.

Una faja de presiones más bajas que antes en las latitudes medias, sobre todo cerca de los 40° N (en donde el cambio ha sido de menos de 2 milibares en ciertas zonas) caracteriza el desplazamiento de las perturbaciones ciclónicas y las precipitaciones hacia latitudes inferiores.

En consonancia con esto, los anticiclones subtropicales asociados a la franja desértica se desplazaron ligeramente hacia el ecuador, y la zona pluviosa ecuatorial parece haber menguado en la zona de su migración estacional.

Por ello, aumentaron las lluvias en Africa cerca del ecuador, provocando la subida del nivel de los lagos, al paso que la sequía afectaba a la zona más cercana a la faja desértica, que no podía contar ya con las lluvias «ecuatoriales» de verano. En ocho puntos del norte de la India, en el Sudán y entre los 16° y los 20° N en el oeste de Africa, de 1968 a 1972, las lluvias fueron, por término medio, un 45 % inferiores a las del decenio de 1951-1960.

En todas esas regiones, la falta de lluvia ha obligado a emigrar a la población, y en las Islas de Cabo Verde, situadas en esa misma latitud en el Atlántico, se declaró en 1972 el estado de urgencia debido a cinco años consecutivos de sequía. Todo parece indicar que se han producido unos desplazamientos correspondientes de las fajas ciclónica y anticiclónica del hemisferio sur y que la sequía que en los últimos años ha asolado Zambia, Rodesia y parte del Transvaal forma esencialmente parte de ese mismo fenómeno.

DESDE 1970 ha aumentado la extensión de la zona de mayores perturbaciones ciclónicas en el interior del Artico, y se ha ampliado la zona de mayor presión y más fuerte influencia anticiclónica hasta el punto de abarcar la mayor parte de la superficie comprendida entre los 45° y los 70° N, en la cual la sequía puede ser también muy grave para los numerosos países de fuerte densidad demográfica. Al mismo tiempo, los desplazamientos, de un mes o un año para otro, de los principales centros anticiclónicos de esa zona han traido consigo una diversidad anormal de temperaturas y precipitaciones.

Un fenómeno similar puede explicar la sucesión de sequías e inundaciones en distintas partes de Australia en 1972 y 1973.

Todos estos hechos han suscitado una ansiosa demanda de previsiones climáticas de alcance ultralargo, lo cual obliga a redoblar los esfuerzos por llegar a conocer la atmósfera (y sus interacciones con el océano) y para poder reconstituir el pasado climático. ■

Foto Tom Smith, Observer - Camera Press © Parimage, Paris

Cuando se conozcan los resultados del GATE, el gran proyecto internacional de investigación hidrometeorológica en el Atlántico tropical, que comenzará en junio de 1974, quizá desastres tales como el naufragio de la foto, en el que perdieron la vida 13 personas cuando su barco encalló a causa de un inesperado viento duro, resulten cosa del pasado. Dicho proyecto suministrará una inmensa cantidad de datos sobre la evolución de las perturbaciones atmosféricas, tanto en tierra como en el mar, y permitirá elaborar nuevos métodos para predecirlas y modificarlas.

EL TROPICO, PLATAFORMA PARA EXPLORAR LA ATMOSFERA

Un experimento sin precedentes en el que intervienen 35 Estados

por Yuri V. Tarbeev

EL 15 de junio de 1974 dará comienzo en la zona tropical del Océano Atlántico, de Africa y de América Central un experimento científico internacional de 100 días de duración cuya finalidad será estudiar la atmósfera y el océano. Este experimento, por su amplitud y su tema científico, es el primero en su género. Se trata del GATE, o Experimento Tropical del GARP en el Atlántico (véase pág. 9).

Por vez primera en la historia, 35 Estados de Africa, Europa y América aunarán sus esfuerzos para efectuar un gran número de estudios en la atmósfera y el océano, dentro de una zona relativamente pequeña del planeta.

Llevarán a cabo trabajos sincrónicos, de acuerdo con un programa científico global, más de 100 estaciones meteorológicas, repartidas en la zona tropical africana, en las islas del Atlántico y en América Latina, más de 25 navíos científicos, docenas de boyas, 11 aviones-laboratorio y varios satélites orbitales o geoestacionarios. Más de 3.500 personas intervendrán en el programa de observación.

Los resultados de estas observaciones serán comunicados inmediatamente a Dakar (Senegal), donde está

SIGUE A LA VUELTA

YURI V. TARBEEV *es director adjunto del grupo internacional encargado de las cuestiones científicas del Experimento Tropical del GARP en el Atlántico, al que se refiere el presente artículo. Miembro de la Comisión de Meteorología Marítima de la OMM, pertenece también al grupo internacional de coordinación para el sistema de alerta contra los tsunamis del Pacífico y ha dirigido diversas expediciones de investigación oceanográfica.*

Los huracanes matan más de 5.000 personas al año

previsto reunir el estado mayor del experimento, y también a los centros mundiales de análisis de datos, como Washington, Moscú, Bracknell (Gran Bretaña), París y Munich (Alemania Federal). En estos centros científicos los datos obtenidos en el curso del experimento serán analizados por computadoras.

Una vez realizado el experimento, docenas de institutos de investigación, de laboratorios y universidades de Francia, Alemania Federal, la URSS, los Estados Unidos, Gran Bretaña, Canadá y otros países analizarán los resultados.

Pese a que todavía falta un año para el comienzo del experimento, ya en la actualidad hay centenares de especialistas de diversos países que trabajan en la elaboración de los programas y planes científicos. Para coordinar todos estos trabajos ha sido creado el Grupo Internacional encargado de las Cuestiones Científicas y de la Gestión, con los auspicios de la Organización Meteorológica Mundial y del Consejo Internacional de Uniones Científicas.

PENSANDO en la preparación del GATE, la Unión Soviética efectuó por primera vez entre junio y agosto de 1972 un ensayo a escala nacional del experimento, en el que tomaron parte seis navíos científicos y un avión. Esta expedición permitió poner de manifiesto una serie de particularidades aun desconocidas de los procesos atmosféricos dentro de la zona tropical del Océano Atlántico; por otra parte, facilitó elementos particularmente importantes, que servirán de base para la planificación del experimento considerado globalmente.

En el curso del verano de 1973, se ha llevado a cabo un ensayo internacional del experimento tropical en la zona occidental del Atlántico.

Con tal fin, dos navíos científicos soviéticos, el *Académico Korolev* y el *Ernest Krenkel*, un navío norteamericano, el *Researcher*, y el navío mexicano *Cadete Virgilio Uribe* debían reunirse a 20° de latitud norte y 60° de longitud oeste, para estudiar conjuntamente y confrontar los datos obtenidos mediante diversos aparatos de observación, destinados a efectuar medidas en la estratosfera, en la atmósfera y en el océano, con objeto de elaborar métodos comunes de observación y de adquirir la experiencia necesaria para la organización de trabajos conjuntos llevados a cabo en el océano por navíos de diferentes países.

Simultáneamente a estos trabajos realizados en el océano, en la primera mitad del mes de agosto de 1973 se están efectuando trabajos de verificación de las diversas estaciones y telecomunicaciones terrestres de Africa y América Latina.

Después de todo cuanto acabamos de decir, el lector se preguntará por qué se concede una atención tan persistente a la fase preliminar de la preparación del GATE. Las causas son diversas.

La primera estriba en que tales experimentos, orientados hacia la resolución de problemas científicos concretos, tienen un gran porvenir en sí mismos, independientemente de su costo y de las dificultades de organización que presentan.

No hace mucho tiempo, las observaciones meteorológicas en el océano revestían principalmente un carácter descriptivo o estaban dirigidas a la resolución de problemas particulares de física atmosférica. Por supuesto, esto no quiere decir que los investigadores no comprendiesen la importancia y la necesidad de un enfoque global del problema.

La cuestión residía en la ausencia de posibilidades técnicas y materiales para la realización de tales experimentos en escala internacional. Así, por ejemplo, con objeto de describir matemáticamente los procesos físicos atmosféricos que determinan el tiempo en toda su complejidad y sus interacciones hay que efectuar simultáneamente una gran cantidad de observaciones, para lo cual se necesitan aviones, satélites y numerosos navíos científicos.

Es completamente imposible que un Estado, por muy desarrollado que esté en los niveles económico y técnico, realice por sí solo una operación de esta envergadura, que exige la unión de los esfuerzos de varios países.

Por otro lado, es posible que la mayor parte del interés que entraña el Experimento Tropical del GARP en el Atlántico provenga de la necesidad de elaborar métodos más seguros en el campo de las previsiones meteorológicas y, particularmente, en el de las previsiones a largo plazo. Si tenemos en cuenta la producción industrial y agrícola actual, el problema reside en el hecho de que la importancia de las previsiones a largo plazo, y de alguna manera su eficacia económica, aumenta incesantemente, ya que, gracias a las posibilidades modernas de planificación operacional, la previsión de fenómenos naturales, como la sequía y los inviernos rigurosos, puede limitar considerablemente sus estragos y sus funestas consecuencias. Sin embargo, para poder planificar la actividad en la esfera agrícola sobre la base de previsiones, es imprescindible que éstas sean de una gran credibilidad. Pueden establecerse métodos seguros de previsión mediante la utilización de modelos matemáticos de circulación atmosférica, que describan los factores más importantes del estado de la atmósfera y de su interacción con la capa superficial de las tierras y de los océanos.

La construcción de estos modelos es imposible sin un estudio detallado de los procesos de la zona tropical, lo que está condicionado por el hecho de que la capa superficial de la tierra y del océano en esa zona acumula una gran parte de la energía solar que llega hasta la superficie del globo, por lo que los procesos tropicales ejercen una influencia sobre la circulación general de la atmósfera. Las investigaciones que se llevarán a efecto en el curso de esta campaña proporcionarán datos experimentales indispensables, que permitirán evaluar cuantitativamente los procesos que se desarrollan en este sector y contribuirán a averiguar cómo y en qué medida se ejerce la influencia de los procesos tropicales sobre el tiempo y el clima de los restantes sectores del globo terrestre.

Por otra parte, algunos procesos, como la convección, es decir la ascensión del aire caliente y húmedo, la evaporación de la superficie del océano, la formación de los sistemas nubosos, etc., que desempeñan un papel capital para el conjunto de la atmósfera, se producen de manera tan intensa y característica en la zona tropical que, precisamente en este lugar, su estudio permitirá definir mejor y más rápidamente su mecanismo físico. Sin una comprensión exacta de este mecanismo, es imposible resolver problemas prácticos como la acción sobre las nubes para provocar precipitaciones, la limitación artificial de los efectos destructores de los huracanes tropicales, etc. Un ejemplo concreto nos servirá para poner de manifiesto la importancia capital que tiene la solución de estos problemas.

ENTRE todos los azotes naturales, los huracanes tropicales y las inundaciones que producen son los que suponen un costo mayor en vidas humanas y en bienes. Se considera que, entre 1870 y 1970, los huracanes tropicales han ocasionado estragos que alcanzan un valor de casi 1.500 millones de dólares y una pérdida de vidas humanas superior a 5.000 anuales. En el conjunto del mundo, la parte de daños que corresponde a los países de Asia y del Extremo Oriente se eleva a una media de 950 millones de dólares anuales, a casi 400 millones de dólares en los países del Caribe y los Estados Unidos y a cerca de 46 millones de dólares en la costa sudoeste del Océano Indico. Los mayores perjuicios recaen sobre dos países económicamente desarrollados, Estados Unidos y Japón, que sufren pérdidas anuales por valor de unos mil millones

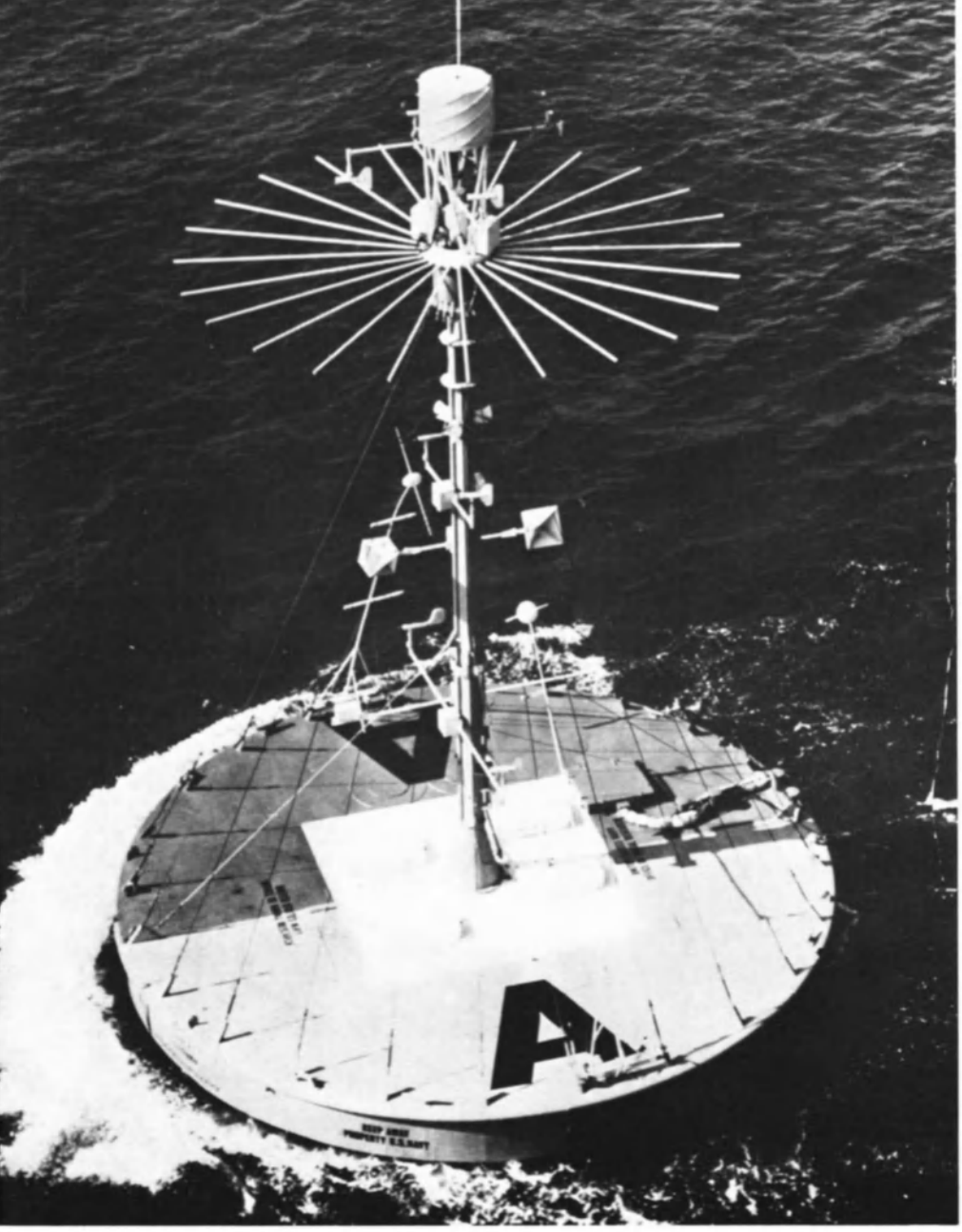


Foto © General Dynamics - Convair Division, St Louis, Misuri, EUA

Las estaciones de boya automática para la observación meteorológica marítima constituyen un elemento importante de la red creada por el programa de Vigilancia Meteorológica Mundial. Decenas de esas boyas gigantes se utilizarán en el experimento del Atlántico tropical que se iniciará el próximo año.

de dólares, es decir, más del 66 % del total.

Según las valoraciones de la Secretaría de la Comisión Intergubernamental de los Tifones creada con los auspicios de la CEALO y de la OMM, 22 países de Asia y Extremo Oriente sufrieron entre 1961 y 1970, a causa de los huracanes y tifones, daños anuales por valor de 930 millones de dólares, lo que equivale a la suma invertida anualmente en esos países por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

Los daños producidos por los huracanes tropicales son un pesado fardo para la economía de numerosos países y, en particular, para los que se encuentran en vías de desarrollo. A pesar del considerable progreso de los métodos de previsión y de protección de las poblaciones contra la amenaza de los huracanes tropicales, las pérdidas causadas por ellos en muchos países representan el 5 %, o incluso más, del producto nacional. A este respecto, resulta interesante examinar por años la distribución de los daños en países con diferentes niveles de desarrollo.

Los daños causados en los Estados Unidos por los huracanes tropicales entre 1915 y 1924 representaron una media de 63 millones de dólares por año. Vemos, pues, que el total de daños ha aumentado en cincuenta años el 473 %, con un incremento anual de 9,5 %, lo que representa aproximadamente el índice de crecimiento de la renta nacional. En el Japón, durante los últimos 25 años, los perjuicios causados por los tifones han pasado de 273 a 600 millones de dólares, es decir un incremento anual del 6 % aproximadamente.

En diez años, los daños han pasado en los países del Caribe de 33,2 a 92,9 millones de dólares, lo que supone un aumento del 18 % anual, es decir casi tres veces el índice de incremento de la renta nacional. La misma tendencia caracteriza a las Filipinas, Taiwan y algunos otros países.

El aumento de los daños está relacionado con el aprovechamiento y mejora de nuevos sectores sometidos a la acción de los huracanes y los tifones, lo que, indirectamente, refleja el desarrollo económico de los diferentes países. Además, las causas fundamentales del aumento de las pérdidas económicas son el encarecimiento de la construcción y el desarrollo del equipo técnico de las realizaciones modernas, causas ambas que seguirán estando presentes en el futuro.

Podemos concluir que, si no se aporta una solución radical al problema de los huracanes tropicales, llegará un momento en que las pérdidas serán iguales al incremento de la renta nacional, lo que supone que, si ese momento llega, el progreso habrá dejado de tener sentido. No obstante, esto no deberá ocurrir nunca y la necesidad forzará a buscar un nuevo medio capaz de hacernos salir del actual atolladero.

A nuestro juicio, la solución debe buscarse en la elaboración de métodos de acción artificial sobre los huracanes. No hay duda de que estos métodos, aplicados a los huracanes tropicales, se desarrollarán paralelamente a los que tienen por objeto provocar precipitaciones y a los que permiten actuar sobre otros fenómenos meteorológicos, ya que son numerosos los procesos atmosféricos que tienen una sola e idéntica naturaleza física.

No cabe duda de que durante el Experimento Tropical del GARP en el Atlántico se efectuarán innumerables observaciones, que proyectarán mucha luz sobre el problema de la naturaleza física los procesos atmosféricos.

Durante el próximo experimento tropical se efectuarán observaciones simultáneas en toda la zona tropical del océano, así como en los sectores limítrofes de Africa y América Central. Esto permitirá seguir el desarrollo de los procesos y el desplazamiento de las perturbaciones atmosféricas, tanto sobre las tierras emergidas como sobre el océano, lo que facilitará la posibilidad de definir en gran escala la influencia del océano sobre tales procesos.

Por otra parte, con vistas a la observación en escala media en un polígono de unos 800 km de lado, situado al sur de las islas de Cabo Verde, se concentrarán 15 navíos, gran cantidad de boyas equipadas con aparatos, más de 10 aviones y algunos globos cautivos, que permitirán llevar a cabo un sondeo permanente de la atmósfera por encima de este polígono, durante el periodo en que se producirán los fenómenos más interesantes.

Todo esto proporcionará a los especialistas una base sin duda única para resolver los problemas actuales y futuros de la hidrometeorología. ■

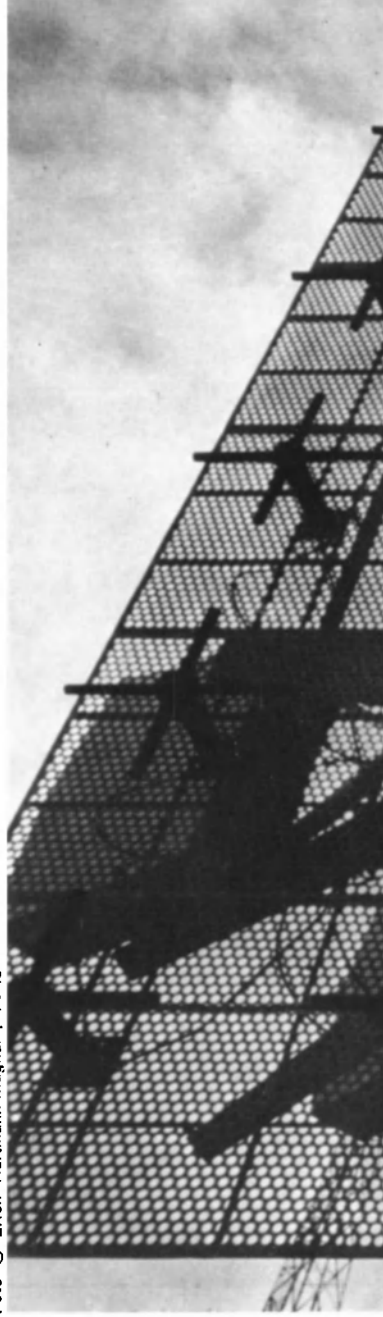


Foto © Erich Hartmann-Magnum, Paris

Los satélites artificiales y las computadoras de gran velocidad, juntamente con los equipos receptores instalados en tierra conocidos con el nombre de Transmisión Automática de Imágenes (APT), han revolucionado la meteorología internacional. Actualmente, cualquier país puede disponer de estaciones para la recepción directa de informaciones meteorológicas en forma de fotografías que abarcan una zona de 1.600 km a la redonda. A la derecha, la antena de la estación seguidora de satélites de la Organización Europea de Investigaciones Espaciales instalada en Redu, Bélgica.

EL TIEMPO ES ORO

Los inmensos beneficios que a la economía mundial aporta la labor del meteorólogo

por Dan Behrman

No siquiera los gobiernos, sobre todo en los países en vías de desarrollo, se dan perfecta cuenta del verdadero valor de los servicios meteorológicos, a no ser como elemento auxiliar del funcionamiento de las líneas aéreas.

A diferencia de cualesquiera otros profesionales, los meteorólogos no pueden ocultar sus errores. Todo el mundo puede comprobarlos y sufrir sus consecuencias: la lluvia que deja calados hasta los huesos a los excursionistas de un domingo «cálido y despejado», la predicción de un tiempo frío que hace que los establecimientos y centros de recreo y de vacaciones se encuentren con sus habitaciones y locales vacíos bajo un sol de fuego, etc. Cuando ocurren semejantes cosas, se echa la culpa a los responsables de los partes meteorológicos y su reputación padece con ello.

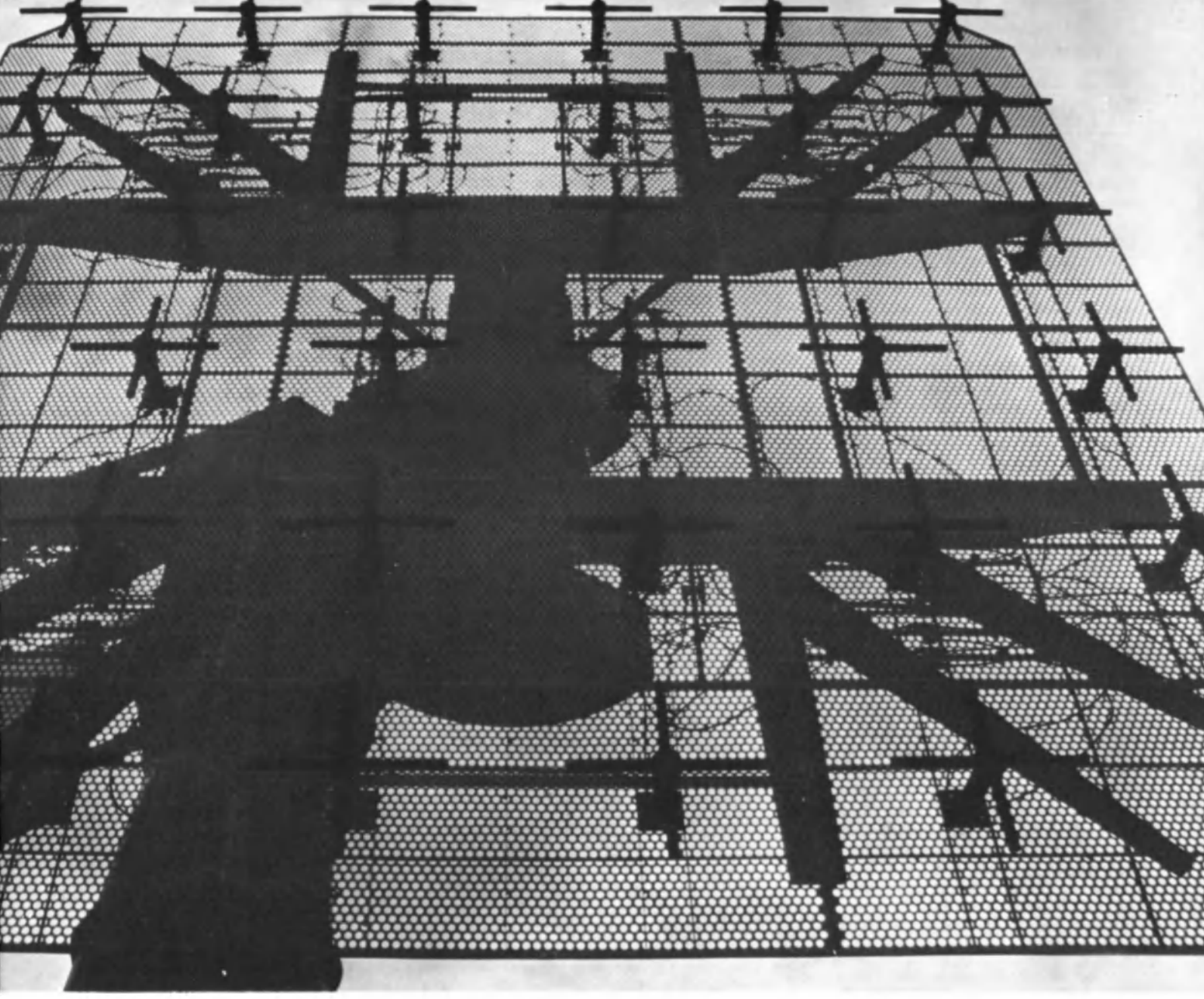
En una nueva publicación técnica de la Organización Meteorológica Mundial sobre las aplicaciones de la meteorología para el desarrollo económico y social pueden encontrarse numerosos elementos que contribuyen a modificar esas ideas. Se trata del informe de un grupo de expertos creado por el Comité Ejecutivo de la OMM para examinar dicho tema.

Hay dos formas en que la meteorología puede influir en la gran pugna económica que enfrenta al hombre con la naturaleza. En primer lugar, puede predecir qué va a hacer la naturaleza, lo cual es tanto como dar a un apostante en las carreras de caballos una información que procede directamente de la cuadra. En segundo lugar, puede intentar manipular la naturaleza de modo tal que, de hecho, el apostante gane de todos modos.

Pues bien, la OMM nos da una idea de hasta dónde hemos llegado en lo que toca a la predicción y la modificación del tiempo, dos de los más antiguos sueños de los hombres.

James McQuigg, meteorólogo norteamericano y profesor de ciencias atmosféricas, aduce toda una serie de ejemplos para poner de manifiesto la

DAN BEHRMAN, *miembro del Sector de Ciencias de la Unesco, es autor de varias obras de divulgación científica, la más reciente de las cuales,* Planète Océan, *apareció en 1971, en París.*



utilidad de una previsión meteorológica exacta. Aunque parezca paradójico, cuanto más desarrollada está una economía, tanto más depende del tiempo atmosférico. Los caprichos de la naturaleza son muy costosos cuando están en juego grandes inversiones de capital.

Un ejemplo muy oportuno es el relativo a las rutas de navegación en el Atlántico septentrional. Los gastos que entraña el trazado de la mejor ruta posible equivalen a los de la explotación de un barco cisterna de tamaño normal durante media hora. Como la previsión meteorológica puede ahorrar de cuatro a doce horas en un viaje por esas rutas, el armador recuperará el dinero que le hayan costado los servicios de previsión multiplicado por una cifra de 8 a 24.

Los barcos consumen dinero cuando están inmovilizados en un puerto. Si empieza a llover cuando los estibadores van a descargar un barco mercante en el puerto de Nueva York, no podrán realizar el trabajo. Sin embargo, habrá que pagarles un mínimo, que puede ascender a 3.000 o 4.000 dólares diarios. Por otra parte, el hecho de mantener un barco en el puerto sin que nadie lo descargue cuesta 5.000 dólares al día. Es decir que en un puerto como el de Nueva York, un buen meteorólogo se gana más que de sobra su sueldo.

Y también se lo gana en el río Misuri, entre Kansas City y Saint-Louis. Un centro de previsión fluvial situado en la primera de esas ciudades puede predecir el nivel del río con una antelación de uno a tres días. Y es ésta una información muy valiosa para los patrones de remolcadores que arrastran barcazas por el río. En efecto, no puede encomendarse a su memoria ni a su instinto para evitar los bancos de arena y los escollos como lo hicieran Mark Twain y sus colegas pilotos hace un siglo. Cuando el nivel del Misuri es muy bajo, cada dos centímetros y medio más de calado suponen una carga mayor y una ganancia de 125 dólares por barcaza en el recorrido de 400 km que separa Kansas City de Saint-Louis. Si el meteorólogo puede predecir con las debidas garantías una subida de 60 cm por encima del nivel de estiaje, un mismo remolcador podrá arrastrar un 50 % más de barcazas.

Como cabía prever, los agricultores son buenos clientes de los servicios de información meteorológica. Y cuanto más se modernizan éstos, más los necesitan. McQuigg nos explica las consecuencias de la Revolución Verde y de las nuevas variedades de cultivos que ha traído consigo:

«Las viejas variedades kenianas de maíz tenían una gama más amplia de características genéticas y, por consiguiente, exigencias menos uniformes en punto a madurez y siembra (y también menores rendimientos). La información climatológica que resultó ser directamente aplicable en este caso consistió en la determinación de los dos períodos de lluvias máximas durante el periodo de crecimiento de la planta, con la recomendación consiguiente de que se efectuaran dos plan-

SIGUE A LA VUELTA

UNESCO ARCHIVES

Motores de reacción subterráneos para disipar la niebla

taciones, utilizando en cada una de ellas una variedad de maíz con un periodo de crecimiento corto. En ciertas zonas se obtuvieron de ese modo rendimientos nueve veces mayores.»

En el delta del Misisipí, en los Estados Unidos, donde el algodón es rey, surgió otra necesidad distinta. Antiguamente, cuando la plantación de algodón se hacía a mano era preciso volver a plantarlo si se producía una ola de frío. Más tarde se introdujo la mecanización y aumentaron los costos, con lo cual la segunda plantación resultaba muy cara.

Los meteorólogos descubrieron que un cultivador de algodón podía reducir sus gastos si conocía la temperatura real del suelo a la profundidad de la plantación y se fiaba de la previsión del tiempo en su región para los cinco días siguientes. A juicio de McQuigg, los agricultores del sureste de Misuri ahorraban unos 500.000 dólares al año gracias a una información que costaba sólo 25.000.

Toda nueva técnica pecuaria trae consigo nuevos problemas, sobre todo cuando los animales no viven al aire libre. Se recurre entonces al climatólogo para evaluar, por ejemplo, los pros y los contras del sistema de acondicionamiento de aire en el caso de las vacas lecheras, con objeto de comprobar si el aumento de los rendimientos compensa la subida de los costos (según McQuigg, la respuesta no es la misma en todos los sitios).

Los animales que viven en un establo no son tan resistentes como los que pastan libremente en tierras forestales y en pastizales. Por ello, el meteorólogo tiene que cerciorarse de que las condiciones atmosféricas son las más adecuadas cuando se envía el ganado porcino o bovino al mercado y deberá advertir al ganadero de que se acerca una ola de calor húmedo, que puede perjudicar a su ganado estabulado.

ALLI donde McQuigg dirige su espíritu inquieto, descubre hechos muy interesantes. Así, nos dice que a la industria de la construcción le gustaría trabajar todo el año en las latitudes frías, obteniendo de ese modo un mejor rendimiento de su capital. Los meteorólogos han de poder decir cuándo va a bajar la temperatura hasta el punto de producirse heladas, con objeto de que puedan tomarse las debidas precauciones en el momento de verter el hormigón.

En las zonas de clima cálido, el establecimiento de previsiones exactas a corto plazo constituye la respuesta a las exigencias del sector de la energía eléctrica en un país como los Estados Unidos de América, en el cual los seres humanos, a diferencia del ganado, desean contar con la comodidad del aire acondicionado, cualquiera que sea el precio que tengan que pagar por él. McQuigg cita el caso siguiente:

«Una empresa de energía eléctrica del Medio Oeste de los Estados Unidos abastece una zona cuya demanda de energía es extremadamente sensible a las condiciones atmosféricas. En el verano, el costo de la energía eléctrica para cuya producción se utilizan a la vez generadores hidráulicos, de gas y de vapor que son propiedad de la empresa, y el de la energía eléctrica que se adquiere a otras dos compañías, es en los días de fuerte calor húmedo de tres a cinco veces mayor que en un día de verano fresco y seco. Las previsiones meteorológicas a corto plazo resultan muy útiles para quienes explotan ese sistema de producción de energía eléctrica.»

Una central eléctrica necesita también disponer de previsiones a largo plazo, con una antelación de cinco a diez años, a fin de poder satisfacer las futuras necesidades de energía sin encontrarse de pronto con una capacidad excedentaria que resulta cara.

Actualmente la demanda de meteorólogos es muy grande. Puede ocurrir, por ejemplo, que la industria de la confección produzca millones de trajes de baño, mientras que lo que los clientes reclaman son impermeables. En la ciudad de Nueva York se ha observado que un mes de septiembre caluroso puede reducir la venta de abrigos de invierno para señoras hasta en un 14 % del promedio estacional. En cambio, si septiembre es frío, las ventas duplicarán fácilmente ese promedio.

Por lo que a los momentos de ocio y a las vacaciones se refiere, los meteorólogos han rebasado ya ampliamente la fase en que lo que se intentaba era descubrir si iba a hacer o no buen tiempo en la playa. McQuigg cuenta que dos grupos de hombres de negocios preguntaron a un climatólogo del Estado de Michigan si habría en determinados lugares nieve suficiente como para que estuviera justificado dedicarlos a zonas de recreo para los entusiastas de los vehículos deportivos de nieve. Las estadísticas indicaban que en un determinado lugar solamente había de 10 a 20 días con nieve suficiente en cada invierno. En cambio, las perspectivas de nieve eran mejores en otro emplazamiento y éste fue el que se eligió para su explotación.

Gracias a la colaboración de los meteorólogos, los hombres de negocios y los ingenieros norteamericanos pueden ir a esquiar al sur, en las montañas de Carolina del Norte. En un principio, el climatólogo oficial del Estado, Albert V. Hardy, afirmaba que la naturaleza no podía proporcionar nieve suficiente para esquiar y que la que caía no duraba bastante. Pero he aquí que los ingenieros descubrieron que se podía emplear la nieve artificial, con lo cual mejoraron las perspectivas. «Muchas de las pendientes que dan al norte tienen un clima invernal favorable para mantener una capa de nieve durante mucho tiempo. De hecho, el proceso tiende a perpetuarse por sí mismo, dado que el suministro ininterrumpido de nieve ayuda a la naturaleza, enfriando el aire circundante.»

CUBRIR de nieve una montaña es modificar el tiempo, siquiera sea en pequeña escala. La OMM ha estudiado la posibilidad de cambiar el tiempo en vastas regiones y los beneficios que ello podría reportar. En su informe sobre los aspectos económicos y sociales de la modificación del tiempo, L.L.Means resume los progresos realizados.

Los beneficios resultan enormes cuando se tienen presentes los daños que pueden acarrear los azares atmosféricos. Según Means, solamente en los Estados Unidos de América los daños debidos a los huracanes ascienden, por término medio, a unos 500 millones de dólares anuales, los provocados por el granizo a más de 300 millones y los que tienen su origen en los incendios forestales causados por los rayos a otros 100 millones más.

Las demoras debidas a la niebla cuestan a las líneas aéreas nacionales más de 75 millones al año y nadie sabe en qué proporción afectan al transporte terrestre, marítimo y fluvial. Los costos que pueden imputarse directamente a los huracanes, al granizo, al rayo y a la niebla representan unos mil millones de dólares al año en los Estados Unidos de América.

En este punto, las perspectivas más brillantes se presentan en lo relativo a la posibilidad de dispersar la niebla en los aeropuertos. Se han utilizado con ese fin muchas técnicas. En particular, se ha sembrado la niebla fría con yoduro de plata o con gránulos de hielo seco que la hacen precipitarse en forma de cristales de hielo.

La niebla caliente es mucho más difícil de combatir. Los helicópteros pueden despejarla gracias al desplazamiento de aire caliente que provocan sus rotores, pero con ello sólo se logra limpiar el espacio suficiente para que aterrice uno de esos aparatos. Se puede calentar el aire con llamas a lo largo de las pistas de los aeropuertos, pero se trata de un procedimiento caro y peligroso para los aviones que aterrizan.

SIGUE EN LA PAG. 28

Foto © CIRIC, Ginebra

Los progresos de la meteorología en la India

El Departamento Meteorológico de la India, creado en 1875, es uno de los más antiguos centros de meteorología de todo el mundo. Su capacidad se ha ampliado últimamente.

En 1954 se instaló el primer radar para la detección de tormentas en el aeropuerto de Calcuta; en 1956 se creó el Directorio de Radiometeorología en Nueva Delhi, y en 1962 el Centro de Intercambio y Análisis de Datos del Hemisferio Norte, en la misma ciudad.

Esta expansión recibió un nuevo impulso en 1963, cuando la Unesco, la Comisión Científica de Investigaciones Oceánicas y la Organización Meteorológica Mundial organizaron la Expedición Internacional al Océano Indico. Con tal motivo, se estableció en Bombay un Centro Meteorológico Internacional que debía centralizar y tratar los datos recogidos durante la expedición. Cuando ésta concluyó, en 1966, el Centro fue trasladado a la ciudad de Poona, al sureste de Bombay, donde se transformó en el Centro de Análisis de Datos sobre el Océano Indico y el Hemisferio Sur.

Entre tanto, en la misma ciudad de Poona se fundó en 1963 un nuevo Instituto de Meteorología Tropical, que realiza importantes investigaciones sobre meteorología tropical y subtropical.

El desarrollo de los servicios meteorológicos es de importancia vital para la India. Pero, al mismo tiempo, el gobierno de este país contribuye de manera importante a la meteorología internacional. Con el establecimiento del Centro Meteorológico Regional y del Centro Regional de Telecomunicaciones del Programa de Vigilancia Meteorológica Mundial (ambos creados en Nueva Delhi en 1971), el Departamento Meteorológico de la India constituye actualmente uno de los eslabones fundamentales del sistema de observación meteorológica mundial.

Foto © Paul Almasy, Paris

TEMPESTADES DE ARENA

Temidas en todos los desiertos y en sus inmediaciones, las tempestades de arena se mueven con una fuerza devastadora. A la izquierda, una enorme «ola» de arena levantada por el viento en el Sáhara oscurece el cielo entero y recubre todo a su paso. Una tempestad semejante puede recorrer distancias increíbles. En junio y julio de 1969, el satélite norteamericano ATS III fotografió, a lo largo de miles de kilómetros, la progresión de una gigantesca nube de polvo que se originó en el Sáhara, en Africa, y fue avanzando hacia la otra orilla del océano Atlántico, hasta la isla Barbados en el Caribe (a la derecha). Una de las principales consecuencias de este tipo de nube es que sólo deja llegar a tierra una ínfima parte de los rayos solares. A la izquierda de la foto, las imágenes transmitidas por el satélite; a la derecha, las mismas imágenes en las que se han marcado los contornos de los dos continentes, de la nube de polvo *(dust cloud)* y del reflejo del sol *(sun glint)*.

EL TIEMPO ES ORO *(Viene de la pág. 26)*

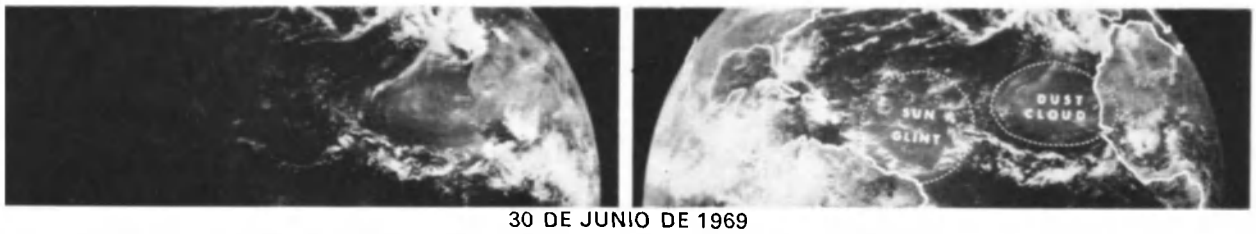
En la prática, ningún método había dado verdaderamente resultados satisfactorios hasta que a los franceses se les ocurrió la idea de colocar motores de reacción subterráneos en el aeropuerto parisiense de Orly y utilizarlos para calentar el aire. Según Means, puede tratarse de «un importante progreso, tanto desde el punto de vista técnico como del económico».

El nuevo procedimiento llega en el momento más indicado. Los enormes «aerobuses» transportan tantos pasajeros que, se ha calculado, las demoras y anulaciones de billetes pueden costar el doble que en otros tiempos. De las pruebas llevadas a cabo al efecto en los Estados Unidos durante el invierno de 1969-1970, se desprende que suprimir la niebla en nueve ciudades costó 118.300 dólares, pero que los beneficios correspondientes ascendieron a 330.970 dólares. Al ser mayores los aviones y mejorar las técnicas, cabe prever que esa proporción aumentará considerablemente.

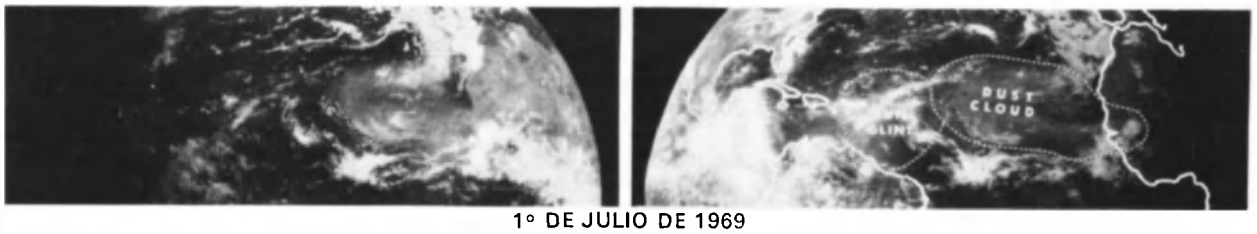
Otras operaciones, en escala mucho mayor, se están llevando a cabo para suprimir el granizo. En este campo, el país más adelantado es la Unión Soviética. Según L.L.Means, existen allí por lo menos cuatro programas que abarcan casi 2.500.000 hectáreas de tierras agrícolas. Means señala que «por lo general se envían directamente conglomerados helados (que suelen ser de yoduro de plomo) a las nubes, a una altitud apropiada, utilizando para ello cañones o cohetes. Según los científicos soviéticos, todos esos proyectos se han visto coronados por el éxito. El resultado ha sido que los daños ocasionados por el granizo han disminuido en una proporción del 50 al 90 %».

En Kenia, se afirma que las pérdidas debidas al granizo han disminuido en un 58 % en una superficie de 2.000 km2, en la que se cultivan unas 16.000 hectáreas de té. Pero las opiniones no son en modo alguno unánimes. En un informe suizo se dice al respecto que «de los experimentos realizados no se desprende que haya diferencias importantes de duración, extensión e intensidad entre el granizo que cae normalmente y el provocado de modo artificial». El informe señala incluso que el granizo cayó más frecuentemente los días de intervención

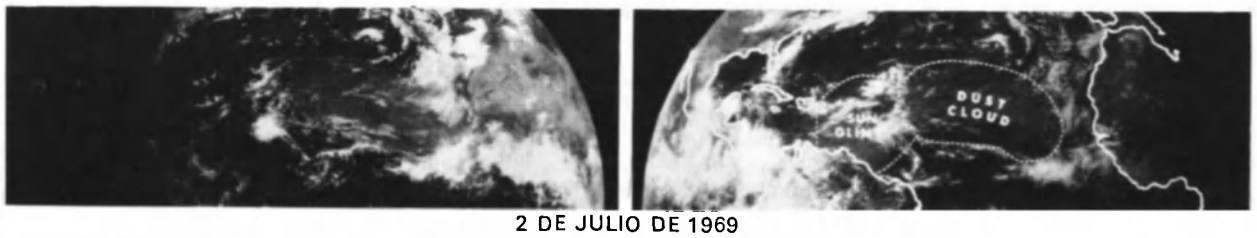
29 DE JUNIO DE 1969



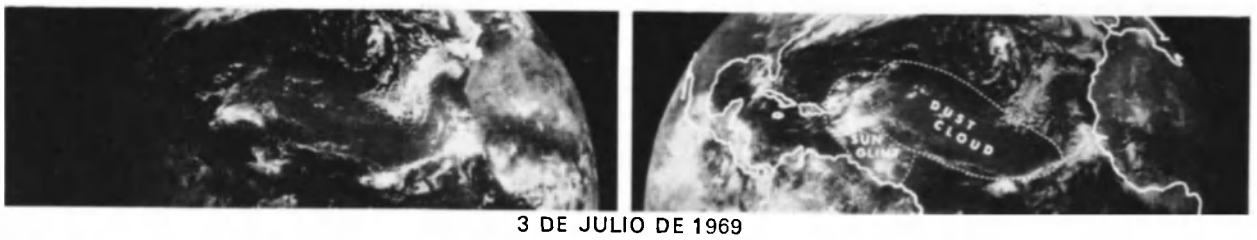
30 DE JUNIO DE 1969



1° DE JULIO DE 1969



2 DE JULIO DE 1969



3 DE JULIO DE 1969

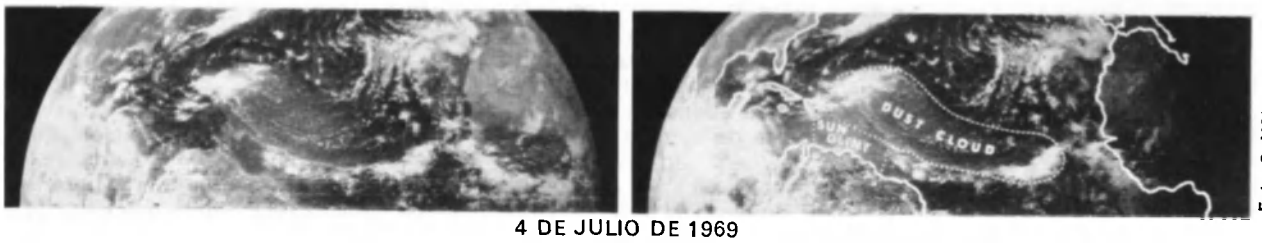


Foto © USIS

4 DE JULIO DE 1969

y que, además, se produjo un aumento del 21 % del promedio de lluvias.

También se «siembran» las nubes para impedir que los rayos provoquen incendios forestales. El Servicio Forestal de los Estados Unidos manifiesta que sus experimentos —a los que se ha dado el terrible nombre de «fuego del cielo» *(Skyfire)*— han reducido hasta en un 90 % esos incendios en las zonas tratadas. Algunos científicos ponen en tela de juicio esa cifra y actualmente se está sometiendo más intensamente a prueba el método.

El envío de un avión encargado de sembrar un frente de células de convección capaz de producir rayos al cruzar el Pacífico noroccidental para adentrarse en los Estados Unidos costaría 50.000 dólares, pero la lucha contra los 124 incendios que en 1971 asolaron un solo bosque en esa zona durante once días costó 11 millones de dólares.

Según el informe de la OMM, son mayores todavía las sumas que están en juego cuando se trata de modificar tifones y huracanes, como está haciéndose en los Estados Unidos al amparo de otro proyecto de nombre impresionante: «Furia tempestuosa» *(Stormfury)*. La finalidad de este proyecto es sembrar los huracanes para reducir la intensidad máxima de los vientos.

En el informe de la OMM se afirma: «Durante el huracán 'Debbie' (agosto de 1969) los datos recogidos por los aviones pusieron de manifiesto que, tras una serie de pasadas desde unas tres horas antes de la primera siembra hasta 5 o 6 horas después de la quinta, a una altitud de 3.600 metros los vientos disminuyeron en un 30 % más o menos el día 18 de agosto.

«El vendaval se intensificó de nuevo el 19, empezando unas 8 horas después de la última siembra efectuada la víspera. El 20 de agosto, 'Debbie' fue sembrado nuevamente cinco veces. Los vientos decrecieron en un 15 % aproximadamente... Se ignora si la disminución de la intensidad... se debió a las siembras o a fuerzas naturales.

«Será preciso efectuar nuevos experimentos para confirmar los alentadores resultados obtenidos con la siembra del huracán 'Debbie'. Así, se

SIGUE A LA VUELTA

Sembrar nubes para recoger lluvias

han formulado ya propuestas en el sentido de llevar ese proyecto al Pacífico, donde las oportunidades de sembrar tifones serían más numerosas».

Como ya ha quedado dicho, los daños ocasionados por los huracanes en los Estados Unidos ascienden a 500 millones de dólares al año. A su vez, los tifones que asolan el Golfo de Bengala originan pérdidas incalculables de vidas humanas. Como indica Means, «el costo de las investigaciones y experimentos del proyecto *Stormfury* resulta, en comparación, relativamente bajo. De continuar efectuando esos gastos durante los diez años próximos al presente ritmo anual y si al cabo de esos diez años es posible modificar un solo huracán como 'Camille' (1969), hasta el punto de reducir los daños en un 10%, esa reducción habrá cubierto 10 veces los gastos de investigación e intervención correspondientes al decenio».

Means señala, sin embargo, que la modificación de los huracanes plantea ciertos problemas económicos y jurídicos fáciles de imaginar. Una persona que pueda demostrar que la siembra de nubes ha desencadenado un huracán sobre su cabeza podría conseguir una indemnización astronómica en concepto de daños y perjuicios. Ciertamente, sería difícil demostrar el hecho alegado pero bien valdría la pena intentarlo.

SOLAMENTE los Estados Unidos llevan a cabo investigaciones en materia de modificación de huracanes, y la Unión Soviética suprime el granizo en escala mucho mayor que cualquier otro país. En cambio, son varios los países que han intentado «intensificar las precipitaciones», que es la expresión que utilizan los meteorólogos porque suena más seria que la de «fabricar lluvia».

Means cita algunos ejemplos. Uno de ellos, relativo a Florida, en los Estados Unidos, resulta muy aleccionador. «Se recurrió al sistema de la siembra dinámica, consistente en utilizar fuertes dosis de yoduro de plata que se lanzan a la parte superior de los cúmulos mediante cohetes disparados desde un avión. Con la siembra dinámica se pretende producir un gran crecimiento de la nube liberando para ello el calor latente de congelación en el agua superrefrigerada.

«Se asegura que las nubes sembradas con este sistema producen más lluvia gracias a su mayor tamaño y persistencia. Los cúmulos pueden engendrar grandes cumulonimbos que se aglutinan en un gigantesco conjunto. Una masa de nubes de esas características produjo en un solo día hasta diez veces más lluvia que unas nubes aisladas... Convendrá recurrir sistemáticamente al método de la siembra dinámica cuando se quiera aumentar el volumen de las lluvias.

«La lección principal que se desprende de esos experimentos y de los análisis estadísticos correspondientes es que el efecto de la siembra dinámica sobre la lluvia es positivo e importante... Las nubes sembradas produjeron tres veces más lluvia que las nubes no tratadas.»

Según informa la OMM, los científicos soviéticos han observado que en Ucrania pueden incrementarse las precipitaciones invernales en una proporción del 13 al 18%. En dos zonas de Australia se han obtenido lluvias más copiosas hasta a 300 km de distancia del punto de siembra. Los australianos venían adoptando desde hacía bastante tiempo una actitud escéptica e incluso negativa a propósito de la posibilidad de producir lluvias de modo artificial. Tal actitud ha cambiado y Means cita los resultados de un importante experimento efectuado en Tasmania: «Al estudiar los efectos de una siembra de nubes en relación con las precipitaciones sobre una amplia cuenca de captación, se observó que la lluvia había aumentado de un 10 a un 20%. Se ha estimado que un 1% de aumento supondría en esa zona más de 100.000 dólares de beneficios al año.»

De las Filipinas nos llega el relato de un caso de producción de lluvia que tuvo un feliz desenlace. «El proyecto se inició en abril de 1970, tras varios meses de sequía. En el Luzón central se estaban agostando la caña de azúcar y otros cultivos. Cuando se dio por terminado el proyecto, en el mes de junio, las islas habían recobrado su verdor. El Instituto Filipino del Azúcar reunió informaciones al respecto y evaluó las consecuencias para la economía en 45 millones de dólares de aumento neto de la producción y en unos 500.000 el costo del proyecto.»

Means llega a esta prudente conclusión: «Todos están en general de acuerdo en que la siembra de nubes puede incidir en las precipitaciones, pero sus efectos pueden ser positivos o, en ciertos casos, negativos, en función de las condiciones meteorológicas, de la contaminación ambiente y, probablemente, también de otros factores. Se están haciendo ciertos progresos en lo que atañe a la determinación de las condiciones meteorológicas favorables para la obtención de resultados positivos. El método de sembrar las nubes para lograr un aumento de las precipitaciones no ha llegado todavía a la fase de precisión y eficacia alcanzadas por las técnicas de eliminación de la niebla fría.»

No se trata tampoco de un modo barato de facilitar el crecimiento económico. La OMM ha formulado en este sentido una clara advertencia por boca del profesor E.A. Bernard: «Ha llegado ya la hora de reaccionar contra la tendencia, harto corriente en los países en desarrollo, a realizar operaciones o experimentos relativos a la lluvia artificial con vistas a mitigar los fallos del régimen de precipitaciones. Esas técnicas, tentadoras pero costosas, deben dejarse por ahora a los países desarrollados.

«Mientras estos últimos no hayan logrado dar una base científica y tecnológica segura a tales operaciones, traerá más cuenta dedicar los recursos presupuestarios a aprovechar mejor el agua disponible tomando como base los estudios agrometeorológicos e hidrometeorológicos.»

A juicio de Bernard existe otro factor que frena la realización de tales estudios. Prácticamente todos los países disponen de líneas aéreas nacionales y nadie piensa en la posibilidad de rebajar la calidad de los medios meteorológicos al servicio de la navegación aérea. Ello explica, según Bernard, que la mayor parte de unos medios y servicios que sólo existen en cantidad limitada se dedique a la meteorología aeronáutica.

«Por esa razón —dice el autor—, las autoridades consideran la meteorología como una técnica aplicable a la aviación civil. Este lamentable estado de cosas predomina en muchos países del Tercer Mundo, coartando la creación de verdaderos servicios meteorológicos, destinados primordialmente a atender los aspectos más importantes del desarrollo nacional.»

DE todo ello se desprende la siguiente moraleja: ningún meteorólogo puede conseguir que caiga el maná del cielo. Los beneficios que describe McQuigg son consecuencia de fuertes inversiones para obtener unos servicios meteorológicos adecuados y para formar los científicos encargados de su utilización.

Bernard cita unos datos muy elocuentes, reunidos por la OMM. Ciento cinco de sus 133 Estados Miembros son países en vías de desarrollo que en 1968 dedicaron 109 millones de dólares a la meteorología, en comparación con los 854 millones que gastaron 28 países desarrollados. Tales cifras equivalen a 1,38 dólares por persona en América del Norte y a 0,02 en Asia, esto es, una proporción de 70 a 1.

Hasta que no cambie esa proporción, parece probable que en meteorología, como en muchos otros campos, los ricos de este mundo seguirán haciéndose más ricos y la situación de los pobres seguirá siendo como hasta ahora o incluso peor. ■

EL ABC DE LA METEOROLOGIA

8 páginas para los niños

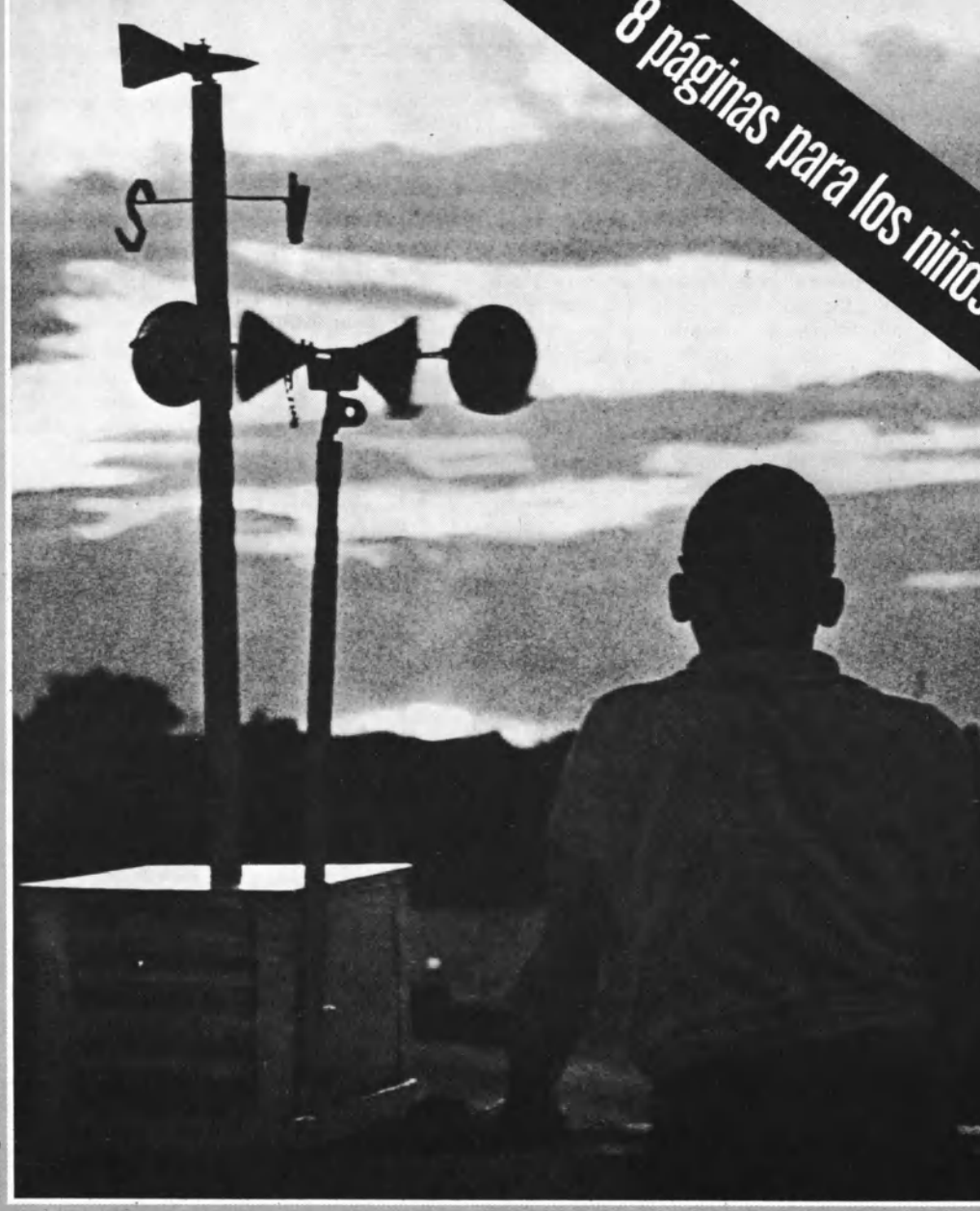


Foto © Ted Russel - Life

CUANDO la radio anuncia que habrá sol o lluvia, ¿no se les ocurre a ustedes preguntarse cómo se hacen esas predicciones? ¿Basta para ello con observar el cielo, como hacían nuestros antepasados?

Es innegable que un observador experimentado puede prever la evolución del tiempo con algunas horas de anticipación. Pero, para poder hacer una predicción a más largo plazo, hay que observar la atmósfera en una superficie muy amplia (por ejemplo, Europa y el Océano Atlántico hasta las costas de Estados Unidos, como mínimo), gracias a una red de estaciones de observación situadas tanto en tierra como en el mar.

Ante todo es menester averiguar cuáles son las leyes que rigen el comportamiento de la atmósfera. Una vez en posesión de estos conocimientos, será posible elaborar mapas meteorológicos y prever el tiempo que va a hacer al día siguiente o en los días sucesivos.

LA ATMOSFERA TERRESTRE La tierra está rodeada por una capa gaseosa de un espesor de unos 1.000 kilómetros, lo que no es mucho si se la compara con el radio de la circunferencia terrestre (6.000 km aproximadamente). El límite superior de la atmósfera no está bien definido; es la exosfera, donde las moléculas de aire pueden alcanzar velocidades suficientes para escapar a la atracción terrestre.

El aire que constituye la atmósfera es un compuesto de gases —principalmente nitrógeno y oxígeno— mezclados en proporción prácticamente constante. A esos gases se agrega el vapor de agua en proporciones muy variables. Tal es el aire que respiramos y que hace posible la vida en la tierra.

Las características de la atmósfera son las siguientes:

la temperatura, que se mide por medio de un termómetro;

la presión, para cuya medición se utiliza el barómetro. Se trata del empuje o peso que el aire ejerce sobre la superficie de los cuerpos (una caja de paredes delgadas en cuyo interior se hace el vacío es aplastada por el peso del aire);

la humedad, que se calibra mediante un higrómetro o un psicrómetro; es la proporción de vapor de agua mezclado en el aire;

el viento, que se registra con un anemómetro; es la velocidad con que se desplaza el aire en un punto dado.

SIGUE A LA VUELTA

Estas características varían según la altitud y la posición geográfica.

Variaciones debidas a la altitud. — La presión disminuye a medida que se asciende en la atmósfera. A 5.000 metros su valor es ya sólo la mitad que en el suelo y a 12.000 la décima parte.

La temperatura varía en forma más complicada. Las distintas capas de la atmósfera se determinan en función de la disminución o del aumento de la temperatura según la altitud (troposfera, mesosfera, termosfera).

En las capas inferiores de la atmósfera, la temperatura disminuye como promedio seis grados centígrados por cada 1.000 metros de altura hasta un nivel llamado tropopausa, por encima del cual deja de disminuir.

La tropopausa se sitúa a unos 6.000 metros en los polos y a unos 15.000 metros en el ecuador. La temperatura es allí de —50° y —85°, respectivamente.

La troposfera es la capa atmosférica situada debajo de la tropopausa; contiene las 4/5 partes de la masa de la atmósfera y casi la totalidad del vapor de agua. En ella los intercambios son importantes, ya que es en esta capa donde se producen los fenómenos meteorológicos que nos interesan.

Por otra parte, las propiedades físicas, particularmente eléctricas, de los gases de la atmósfera se modifican más allá de los 100 km de altitud a causa de la transformación de su estructura molecular ocasionada por la radiación solar. A ese nivel nos encontramos ya en la ionosfera.

Variaciones debidas a la posición geográfica. — A una altitud dada, la presión y la temperatura varían según la posición geográfica. De todos modos, estas variaciones horizontales son mucho menos acentuadas que las verticales.

Para conocer tales variaciones, a la par que otros elementos de juicio indispensables para los meteorólogos, es preciso disponer de una red de estaciones que efectúen observaciones de acuerdo con los mismos métodos y en el mismo momento, para que sean comparables.

Los resultados de esas observaciones se intercambian después rápidamente, para lo cual es indispensable una colaboración internacional particularmente eficaz.

EL AGUA EN LA ATMOSFERA

El agua se encuentra en la atmósfera en tres estados: líquido (el agua), sólido (el hielo) y gaseoso (el vapor de agua).

El agua: finísimas gotas que, dada su extrema pequeñez, caen muy lentamente —como sucede con un vaporizador— y que forman las nubes. Cuando las gotas son de mayor tamaño, caen más rápidamente; tenemos entonces la lluvia.

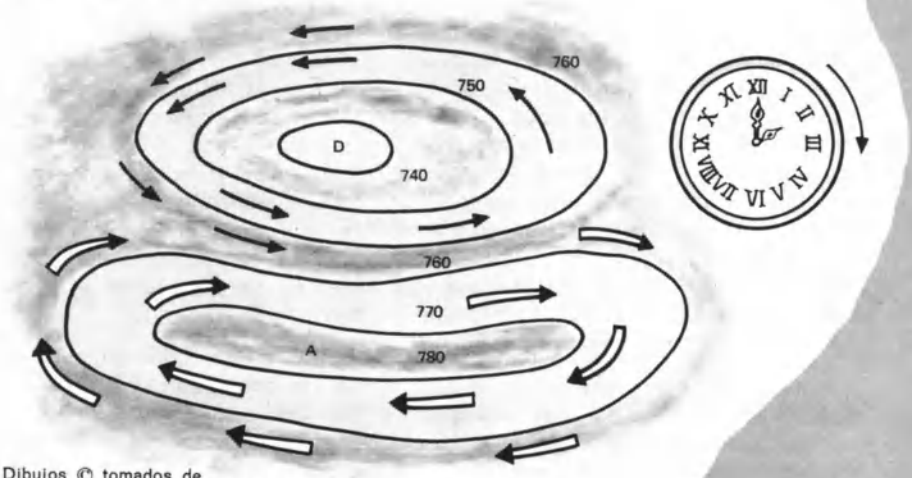
El hielo: pequeños cristales en las nubes altas (cirros), conglomerados de cristales en los copos de nieve o bolas de hielo en el granizo.

El vapor de agua: gas incoloro mezclado con el aire. La cantidad de vapor de agua contenido en éste es variable hasta un límite llamado de saturación, que depende de la temperatura. Cuanto más alta es ésta, mayor cantidad de vapor de agua hay en un mismo volumen de aire. Si el aire saturado de vapor de agua se enfría, se produce un exceso de vapor. Este se convierte en líquido, se condensa sobre una superficie o se transforma en pequeñas gotas de agua.

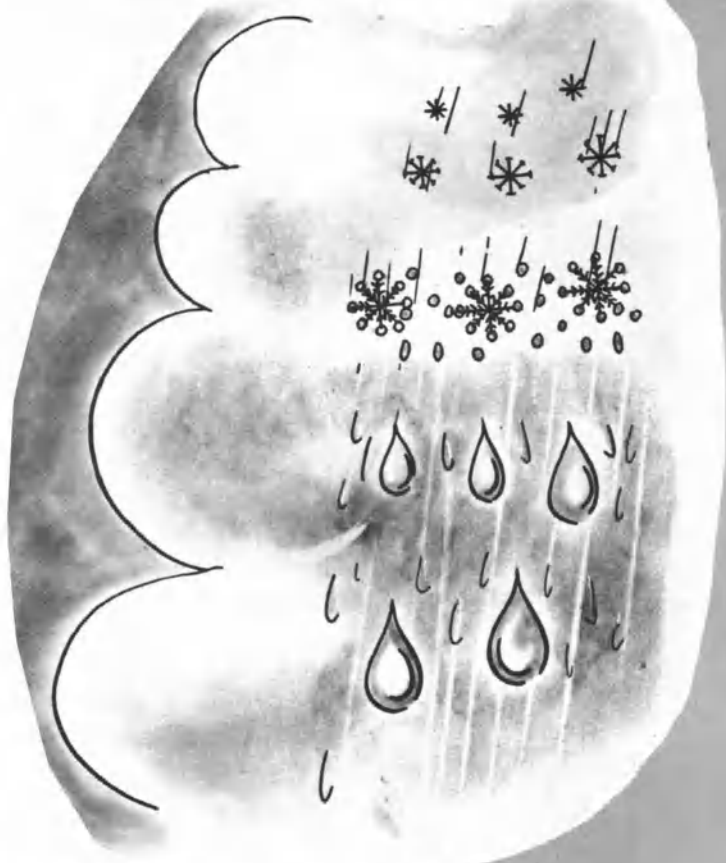
Vida y muerte de una nube

Mapas de la presión atmosférica

Los mapas meteorológicos consisten en una serie de círculos concéntricos. Estos indican la presencia de zonas de baja presión o depresiones o de zonas de alta presión o anticiclones, que son factores fundamentales para la predicción del tiempo. Los círculos están formados por líneas, llamadas isobaras, que pasan por los puntos donde la presión es idéntica, de la misma manera que en un mapa geográfico las curvas de nivel unen los puntos de altura igual. La presión disminuye a medida que nos aproximamos al centro de una depresión y aumenta al acercarnos al centro de un anticiclón, según puede verse en los dibujos aquí reproducidos. En el hemisferio norte los vientos giran en el sentido de las manecillas del reloj en torno a los anticiclones y en dirección contraria en torno a las depresiones. En el hemisferio sur sucede exactamente a la inversa.



Dibujos © tomados de
Papa dis-moi, fera-t-il beau demain ?
por Roger Clausse, Editions Ophrys, Paris



Las nubes pueden formarse de diferentes maneras. La evaporación hace ascender constantemente la humedad de la tierra y de los océanos en forma de vapor de agua que se mezcla con los otros gases del aire. Empujado por el viento, el aire cargado de vapor se eleva cuando encuentra un obstáculo, por ejemplo una montaña (arriba a la izquierda) o una masa de aire frío (arriba). Al ascender, el aire se enfría y el vapor de agua se condensa en minúsculas gotas de agua que constituyen las nubes. Las nubes altas (de 5 a 10 km por encima del suelo) están formadas por diminutos cristales de hielo, que son una de las causas más importantes de lluvia. Hubo un tiempo en que se creía que, con excepción de algunas lluvias tropicales, todas las demás se producían cuando esos cristales, al atravesar una nube, engrosaban cada vez más con las pequeñísimas gotas de agua que ésta contiene, hasta caer en forma de lluvia. Hoy, muchos científicos estiman que la lluvia puede producirse sin necesidad de que intervengan los cristales de hielo, aun en las regiones no tropicales, cuando las gotas minúsculas forman gotas cada vez mayores hasta producir una precipitación.

En la troposfera, a más de los movimientos horizontales del aire que observamos con el viento, existen importantes movimientos verticales, más difíciles de apreciar. Estos últimos pueden ser muy amplios y provocar una elevación general del aire en toda una región, o bien ser de carácter local formando las corrientes ascendentes que aprovechan para el vuelo los pájaros y los pilotos de los planeadores.

Como la presión disminuye con la altitud, el aire elevado por las corrientes ascendentes experimenta una descompresión y, con ello, una disminución de su temperatura. Igual fenómeno se produce, en sentido inverso, en una bomba para inflar neumáticos de bicicleta, que se recalienta a medida que se comprime el aire.

Si el aire es muy húmedo, el vapor de agua se condensa en finas gotas, formando una nube. En ciertas condiciones esas gotitas se agrupan en virtud de un proceso muy complejo y dan origen a las gruesas gotas que constituyen la lluvia.

MOVIMIENTOS GENERALES DE LA ATMOSFERA

La presión no es uniforme en un nivel dado, por ejemplo el del suelo. Si se examinan las presiones registradas por las diversas estaciones de una red de observación después de trasladarlas a un mapa, se advierte que forman un verdadero mapa topográfico. Al unir los puntos de igual presión por medio de curvas llamadas isobaras, se obtienen líneas semejantes a las curvas de nivel de los mapas topográficos que indican el relieve del suelo. Las zonas de alta presión o anticiclones son comparables a las colinas y las zonas de baja presión o ciclones a las vaguadas o valles. El mapa formado por las isobaras es de suma utilidad para conocer los movimientos de la atmósfera.

El aire no pasa directamente de las zonas de alta presión a las de baja presión. En realidad, su movimiento está condicionado por la rotación de la tierra y el viento sopla paralelamente a las isobaras, girando en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj en torno a los anticiclones y en dirección contraria en torno a las ciclones o depresiones. El sentido del movimiento es inverso en el hemisferio sur. Puede observarse este movimiento gracias a las indicaciones relativas al viento que comunica cada estación meteorológica.

Los puntos de temperatura igual unidos por curvas forman una red de isotermas que nos indica la distribución general de la temperatura a un nivel dado (por ejemplo, en el suelo). Se advierte que las variaciones horizontales de la temperatura suelen ser bastante reducidas, excepto a lo largo de ciertas líneas en las que pueden ser muy bruscas. Existen, pues, en la atmósfera zonas estrechas en las que se produce un fuerte contraste de temperaturas. La palabra «frente» se aplica para designar las líneas que limitan de modo esquemático esas zonas. Se dice que el frente es «caliente» si el aire caliente tiende a sustituir al aire frío y que es «frío» si el aire frío desaloja al caliente. A esos frentes se vinculan diversos fenómenos meteorológicos, en particular los sistemas de nubes y, a menudo, las precipitaciones.

UNA ESTACION DE OBSERVACION

La estación de observación meteorológica es una unidad básica de toda una red. Cada estación se crea obedeciendo a normas idénticas para todas, en un terreno sin sombras, preferentemente cubierto de césped para evitar las radiaciones parásitas.

La estación se compone principalmente de una garita meteorológica que permite mantener los diferentes aparatos en ella instalados al abrigo de la acción directa de los rayos solares, del viento o de la lluvia. Se trata de una especie de gran caja, bien aireada, orientada hacia el norte. Contiene los siguientes instrumentos:

Termómetros: un termómetro común, un termómetro de mínima que indica la más baja temperatura alcanzada, un termómetro de máxima para la temperatura más alta y, tal vez, un termó-

SIGUE EN LA PAG 38

DIEZ TIPOS PRINCIPALES DE NUBES

Las nubes constituyen un elemento importante para la predicción del tiempo ya que indican los cambios que se están produciendo en la atmósfera. El meteorólogo observa cómo se desarrollan, cambian o se dispersan en un determinado período de tiempo, así como las formas que adoptan. En general, las posibilidades de lluvia son mayores si las nubes altas aisladas aumentan y si su base desciende. Cuando la niebla se dispersa antes del mediodía y la base de las nubes se eleva, hay probabilidades de buen tiempo. A continuación presentamos las diez principales familias de nubes clasificadas internacionalmente en bajas, medias y altas, según su altitud.

18.000 m

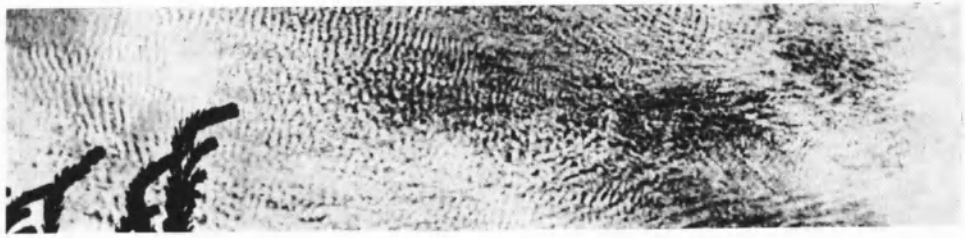
ALTITUDES ALTAS

CIRROS

Son nubes siempre blancas, transparentes y sin sombras, de aspecto filamentoso; los filamentos pueden ser relativamente paralelos o crear formas sinuosas e incluso embrolladas. Parece como si el cielo hubiera sido cubierto a grandes brochazos.

Cuando los cirros invaden el cielo, suelen preceder a una zona de mal tiempo.

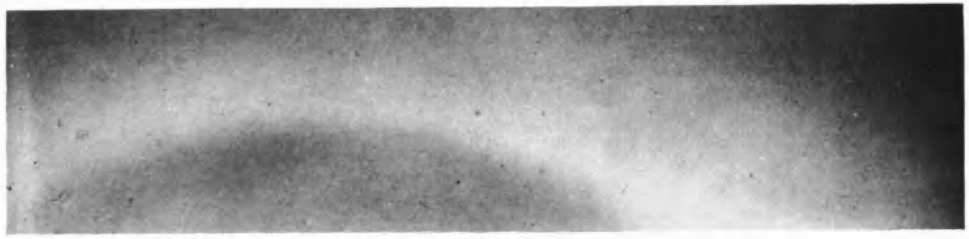
CIRRO-CÚMULOS



Forman una capa casi continua de nubes que presenta finas arrugas y formas redondeadas, como copos. Son nubes blancas y sin sombras. Del cielo cubierto de ellas suele decirse que está «aborregado».

Frecuentemente aparecen junto a los cirros (antes de la llegada del mal tiempo). Se las ve también antes de las tormentas.

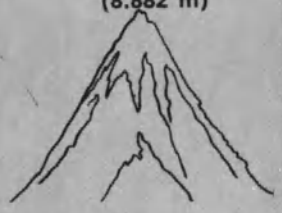
CIRROS-TRATOS



Una capa de cirrostratos apenas presenta detalles de estructura. Sus bordes parecen cortados a cuchillo. A menudo producen un halo en el cielo en torno al sol o a la luna.

Como los cirros, a los que suelen suceder, los cirrostratos preludian frecuentemente la llegada del mal tiempo.

Everest (8.882 m)



7.000 m

Aconcagua (6.959 m)

ALTITUDES MEDIAS

ALTO-CÚMULOS

De un cielo con nubes de este tipo suele también decirse que está «aborregado». Los altocúmulos se componen de una capa superior con bancos aislados; en la parte inferior presentan ondulaciones. La capa superior es más translúcida que la inferior.

El cielo aborregado suele preceder al mal tiempo atenuado.

ALTOS-TRATOS

La mayor parte de la capa de altostratos es suficientemente delgada para que a través de ella pueda determinarse la posición del sol. Son nubes de estructura fibrosa, con diferentes grados de opacidad.

Los altostratos corresponden al comienzo de la lluvia, aun fina.

Monte Camerún (4.070 m)

ALT

NIMBOS-TRATOS

Capa nubosa de color gris oscuro y aspecto a veces ligeramente estriado, con diversos grados de opacidad.

Es la nube típica de la lluvia o de la nieve.

2.000 m

Monte Washington (1.917 m)

ALTITUDES BAJAS

ESTRATO-CÚMULOS

Son nubes bajas en forma de rollos alargados que apenas logran cubrir el sol.

Rara vez aportan lluvia, salvo cuando se transforman en nimbostratos como sucede a veces; en tal caso, producen lluvia o nieve.

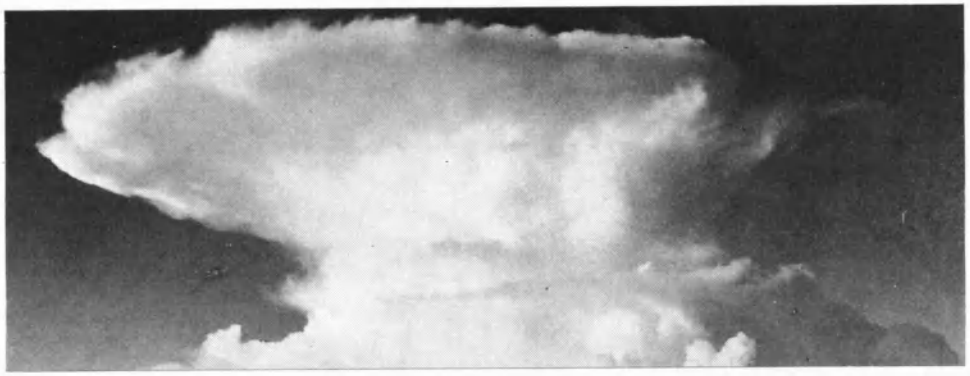
ESTRATOS

Suelen recibir el nombre de «niebla alta». Forman una capa nubosa de color grisáceo que cubre grandes espacios. Las nubes son algo transparentes. En la parte inferior, la neblina se extiende por el suelo.

En invierno este tipo de nubes persiste a menudo durante todo el día; a partir de la primavera se dispersan y hace buen tiempo.

NUBES DE DESARROLLO VERTICAL
Pueden tener su base cerca del suelo y su cima a gran altitud

CÚMULO-NIMBOS



Grandes nubes del tipo cúmulo cuyas cimas se han achatado, lo que les confiere una estructura lisa y fibrosa.

Es la nube propia de los aguaceros o las tormentas.

Torre Eiffel (320 m)

CÚMULOS

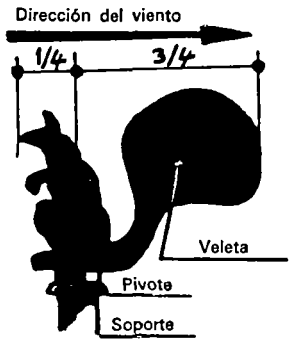
Son nubes de base horizontal, con sombras muy acusadas cuando se encuentran entre el sol y el observador. Presentan protuberancias verticales que se deforman continuamente (a semejanza de una coliflor). Compáreselas con los cúmulonimbos cuyas cimas tienen una apariencia menos marcada y más fibrosa.

Cuando la humedad y los movimientos ascendentes del aire son escasos, los cúmulos corresponden al buen tiempo. De otro modo, en el curso del día se vuelven muy voluminosos, pudiendo incluso originar una tormenta.

COMO CONSTRUIR UNA

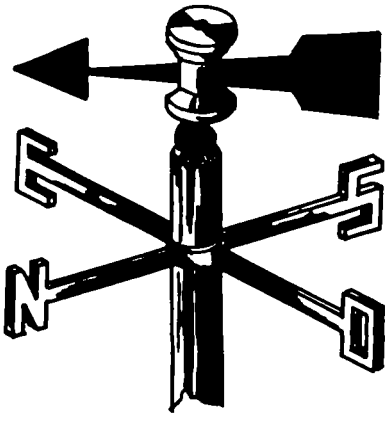
¿Les gustaría construir y observar el funcionamiento de una estación meteorológica? No es tan difícil como parece. Posiblemente tengan que comprar o pedir en préstamo uno o dos instrumentos, pero algunos de los aparatos necesarios los pueden fabricar fácilmente ustedes mismos. También podrían proponer hacerlos en clase con la ayuda del profesor.

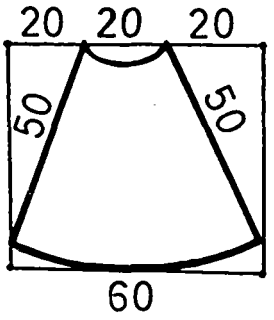
Algunos de los instrumentos deben instalarse dentro de una caseta bien ventilada que recibe el nombre de « garita meteorológica ». Otros, inclusive el barómetro, deben quedar al aire libre. Los soportes de los instrumentos y la garita misma deben estar pintados de blanco para impedir que la radiación solar influya en las indicaciones que suministran dichos instrumentos. Incluso pueden ustedes darle a su « estación meteorológica »

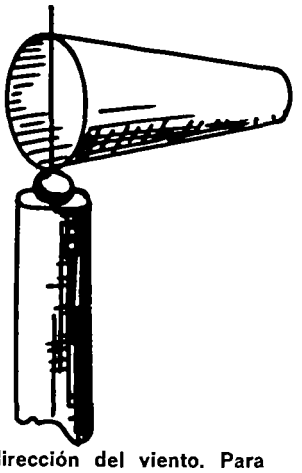


VELETA

Este instrumento sirve para indicar en qué dirección sopla el viento. Se coloca en la punta de un palo o poste. La veleta puede hacerse de madera o de metal y tener la forma que se quiera, desde la simple flecha que atraviesa un carrete de hilo hasta la ardilla que aparece en el dibujo. Pero en cualquier caso, la aleta o la cola debe ser más ancha que la punta de la flecha o que la cabeza del animal, para que el viento haga girar la veleta. Se puede utilizar un clavo largo para formar el eje. Asimismo, para que la veleta gire fácilmente, puede colocarse como pivote una cuenta de collar. Complétese la construcción de la veleta colocando debajo de ella indicadores de los cuatro puntos cardinales.







MANGA DE AIRE

Este instrumento indica también la dirección del viento. Para fabricarlo, córtese un trozo de tela blanca y ligera en la forma que muestra el dibujo de la izquierda. (Las cifras indican las dimensiones en centímetros.) Cósanse luego los dos bordes rectos con lo cual se forma un cono. Tómese un trozo de alambre resistente y fórmese con él un aro del mismo tomaño que el círculo mayor del cono. En la parte superior e inferior del aro colóquense dos anillos de los que se utilizan para colgar las cortinas. Cósase el borde del cono al aro de alambre. Colóquese una varilla delgada de metal entre los dos anillos y sujétesela a un poste clavado en el suelo. Igual que en el caso de la veleta, una cuenta de collar facilita el movimiento de la manga. Si se quiere, pueden colocarse la veleta y la manga de aire sobre el mismo poste.

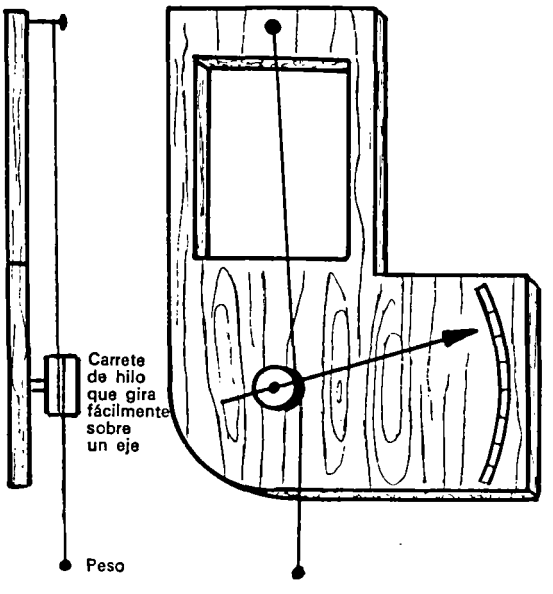
HIGROMETRO

Sirve para medir la humedad de la atmósfera y su construcción es también muy sencilla. Tómese un trozo de madera en forma de L y recórtese en él una pequeña ventanilla. Debajo de ésta fíjese un carrete de hilo de manera que pueda girar fácilmente. Colóquese en el carrete una flecha o aguja y al extremo de ésta una escala o cuadrante.

El funcionamiento del higrómetro se basa en el hecho de que el cabello se alarga cuando aumenta la humedad del aire y se acorta cuando éste es seco.

Atese un cabello humano, sin grasa, a la parte superior de la ventana, enróllese dos o tres veces en torno al carrete y colóquese en la punta del cabello un peso pequeño para mantenerlo estirado.

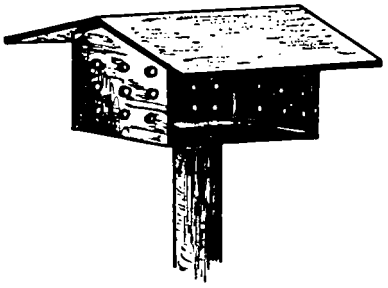
Colóquese bajo el aparato un utensilio con agua hirviente, lo cual hará que el cabello se alargue y que la aguja indique el 100 por cien de humedad relativa. Márquese ese punto en la escala o cuadrante y calíbrese el resto, de ser posible comparándolo con otro higrómetro que ya esté calibrado.



ESTACION METEOROLOGICA

una apariencia realmente profesional rodeándola con una decorativa cerca que además servirá para protegerla.
Una vez que hayan terminado de construir la estación meteorológica, pueden empezar a registrar los datos obtenidos por medio de los instrumentos. Pero deben hacerlo con la misma regularidad que un reloj si quieren que esos datos sirvan para algo. Entonces pueden tratar de predecir el tiempo que hará en la localidad en que viven. Comparen sus predicciones con las de la radio y la televisión. Si no concuerdan traten de descubrir la causa. Construir y manejar uno mismo su propia estación meteorológica puede resultar una distracción fascinante y, a la larga, se obtiene una gran recompensa que puede durar muchos años.

GARITA METEOROLOGICA



Todo lo que se necesita son dos cajas de madera, una de las cuales debe ser lo suficientemente pequeña para que encaje dentro de la otra dejando un espacio entre las dos. Quítesele a cada caja uno de sus lados (el que da al norte) y háganse agujeros de ventilación en todos los demás. Hay que cuidar de que los agujeros de la caja exterior NO coincidan con los de la caja más pequeña, de modo que los rayos del sol no puedan llegar jamás al interior.

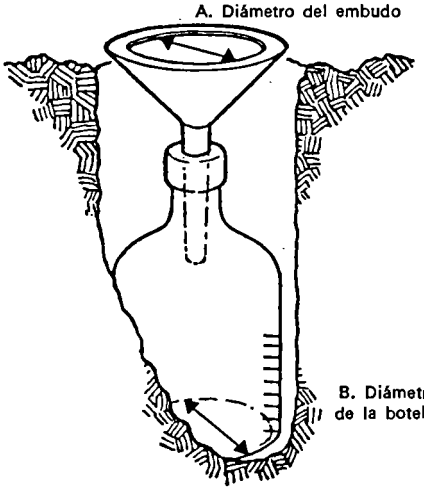
Los termómetros y demás instrumentos deben ser cuidadosamente protegidos del sol, de la lluvia y de la nieve, a fin de obtener indicaciones precisas que no queden alteradas por los rayos del sol ni por la radiación reflejada por el suelo o por los edificios cercanos.

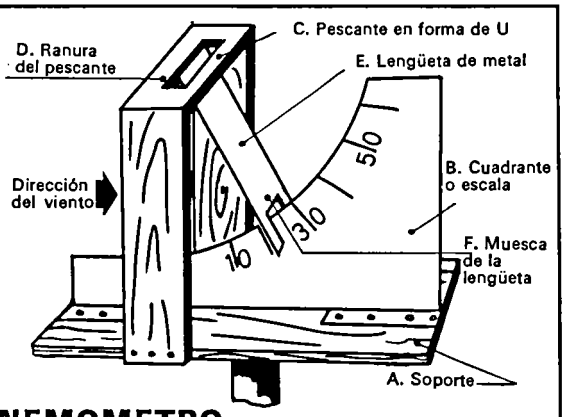
Cúbrase la garita con un techo de dos vertientes que proteja particularmente el lado que mira al norte.

Colóquese la garita sobre un poste o estaca de un metro y medio de altura, que es la norma internacional. En el interior de la garita, los instrumentos deben colgarse por medio de ganchos a fin de evitar que estén en contacto con las paredes de la caja.

PLUVIOMETRO

Es fácil fabricar un pluviómetro para medir la cantidad de lluvia que ha caído. Todo lo que se necesita es una botella recta y un embudo. Este debe ser de paredes sumamente delgadas o tener un reborde interior a fin de evitar que las gotas de lluvia puedan rebotar hacia afuera. El diámetro de la boca del embudo (A) debe ser igual al diámetro de la botella (B). Si no se encuentran una botella y un embudo del mismo diámetro, tómese un embudo más ancho y recórtese el borde hasta que tenga el mismo diámetro que aquella. Con ayuda de una regla háganse en la botella marcas que indiquen milímetros. Introdúzcase el embudo en la botella y colóquense ambos en un hoyo cavado en la tierra a una profundidad tal que la boca del embudo quede apenas a unos pocos centímetros del nivel del suelo. Después de un período de lluvia, sáquese la botella y mídase el nivel del agua. Si éste es, por ejemplo, de 3 mm. quiere decirse que ésa es la cantidad de lluvia que ha caído en la región.



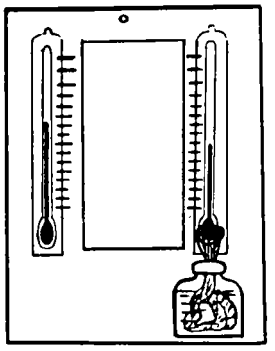


ANEMOMETRO

Este instrumento se utiliza para medir la fuerza del viento. Se toma una tablilla (de 30 por 30 cm aproximadamante) como base y soporte (A) del aparato, fijándola en lo alto de un poste. Después se recorta un trozo rectangular de latón dándole la forma curva que muestra el dibujo. Señálese en él una escala para formar el cuadrante del anemómetro y fíjese en ángulo recto al soporte. Con tres listones se construye una especie de pescante en forma de U invertida (C) que se fija al soporte, tras haber abierto una ranura o muesca en el listón transversal. Se recorta una lengüeta rectangular (E) de latón ligero (de una lata de conservas, por ejemplo) con una muesca en forma de U en la extremidad F. Fíjese un clavo en la ranura del listón transversal y cúrvese el otro extremo de la lengüeta para que pueda sostenerse y moverse libremente en torno al clavo. Oriéntese el aparato en la dirección del viento y la lengüeta se elevará más o menos a lo largo del cuadrante según la fuerza del viento.

Para calibrar el anemómetro puede utilizarse el método consistente en sostener el aparato a través de la ventanilla de un automóvil en movimiento y señalar el ángulo de inclinación de la lengüeta a 10, 20, 30, 40, etc., kilómetros por hora.

Otra forma de calcular la velocidad del viento consiste en utilizar la escala Beaufort (véase la página siguiente).



PSICROMETRO

Este instrumento se utiliza también para medir la humedad de la atmósfera (véase higrómetro). Fíjense dos termómetros idénticos uno al lado del otro en un soporte. Uno de ellos (el de la izquierda del dibujo) registra la temperatura en la forma normal.

Bajo el termómetro de la derecha se coloca un jarro ancho lleno de agua. Con un pedazo de tela confecciónese una mecha de unos 20 cm de largo. Atese la mecha alrededor del bulbo del termómetro y déjese el otro extremo en contacto con el agua.

Si la atmósfera es muy húmeda, los dos termómetros marcarán la misma temperatura. Si es muy seca, habrá una diferencia acusada entre las dos temperaturas indicados por los termómetros. De este modo podrá tenerse una idea relativa de la humedad del aire. Los científicos emplean tablas especiales (llamadas tablas psicrométricas) para obtener una estimación muy precisa de la temperatura.

metro registrador que traza automáticamente la curva térmica.

Un higrómetro de cabello, basado en el fenómeno en virtud del cual un cabello se alarga cuando el tiempo es húmedo; sirve para medir el grado de humedad del aire.

Un psicrómetro, igualmente para medir la humedad.

Un evaporímetro para medir la evaporación.

Fuera de la garita se hallan instalados varios otros instrumentos:

Una veleta que indica la dirección del viento.

Un anemómetro de molinete (dos pares de varillas en forma de cucharón o cazo unidos por un eje vertical) que mide la velocidad del viento.

Estos aparatos están conectados eléctricamente a la cabina del meteorólogo que recibe las informaciones por medio de cuadrantes sin tener que moverse de su sitio.

Un heliógrafo que registra sobre un papel sensible al sol la insolación diaria.

En la estación se instalan el **barómetro de mercurio** y el **barómetro registrador.**

Para conocer los vientos en altura, el meteorólogo envía **globos sondas** hinchados con hidrógeno, cuya velocidad de ascenso es conocida. El estudio de su trayectoria (seguida mediante un teodolito) permite determinar, por una parte, cuáles son la velocidad y la dirección de los vientos y, por otra, a qué altura se halla la base de la capa de nubes en el momento en que el globo entra en ella.

A esos globos puede sujetarse una barquilla provista de una **radiosonda** que envía informaciones sobre la presión, la temperatura y la humedad. Las radiosondas son recuperables gracias a un pequeño paracaídas.

MAPAS SINOPTICOS

Cuando se trasladan a un mapa geográfico las observaciones efectuadas en un momento dado en la forma simbólica propia de las comunicaciones meteorológicas, se obtiene un mapa sinóptico.

El mapa sinóptico representa en forma esquemática el estado de la atmósfera en un momento dado sobre una superficie más o menos grande del globo terrestre.

Si se comparan luego entre sí una serie de mapas que se suceden a intervalos de tiempo determinados (cada 6, 12 o 18 horas), se advierte que su configuración se modifica profundamente a medida que pasa el tiempo. Así, ciclones y anticiclones se desplazan con mayor o menor rapidez, se amplían o tienden a desaparecer. Los anticiclones pueden permanecer estacionarios o aparecer animados por movimientos en general bastante lentos. Los ciclones, aunque a veces casi estacionarios, son generalmente mucho más móviles. Los frentes se desplazan en la dirección de las corrientes en que se encuentran.

Para completar los mapas sinópticos de superficie, se establecen mapas de altitud a diversos niveles con los datos suministrados por las estaciones de sondeo. Estos mapas sólo contienen una parte de las informaciones utilizadas por los mapas de superficie (presión para los mapas a nivel constante o altitud para los mapas de presión constante, temperatura, humedad y viento).

LA PREDICCION

Valiéndose de una serie de mapas es posible deducir la evolución de los diferentes elementos de la atmósfera y elaborar así un mapa de predicción, es decir un mapa en el que se indica el estado de la atmósfera en un momento futuro, por lo general 24 o 48 horas más tarde.

Es obvio que no se trata simplemente de deducir unos movimientos de otros; hay que determinar además la evolución de la situación atmosférica mediante la aplicación de una serie de normas o leyes físicas. Para calcular los mapas de predicción la meteorología moderna utiliza computadoras de gran potencia.

Basándose en esos mapas el meteorólogo elabora su predicción para una región determinada teniendo en cuenta las condiciones locales. ■

Los textos y dibujos de esta sección dedicada a los niños han sido adaptados de los siguientes textos: 1. un «dossier» meteorológico preparado y publicado por el Centro de Documentación Pedagógica de Ginebra (Suiza), bajo la dirección de J.J. Dessoulavy; 2. el «Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias»; y 3. «A manual for improvised science equipment», de T.E. Calvero y E.S. Sábado, bajo la dirección de Pedro Orata, Quezón, Filipinas.

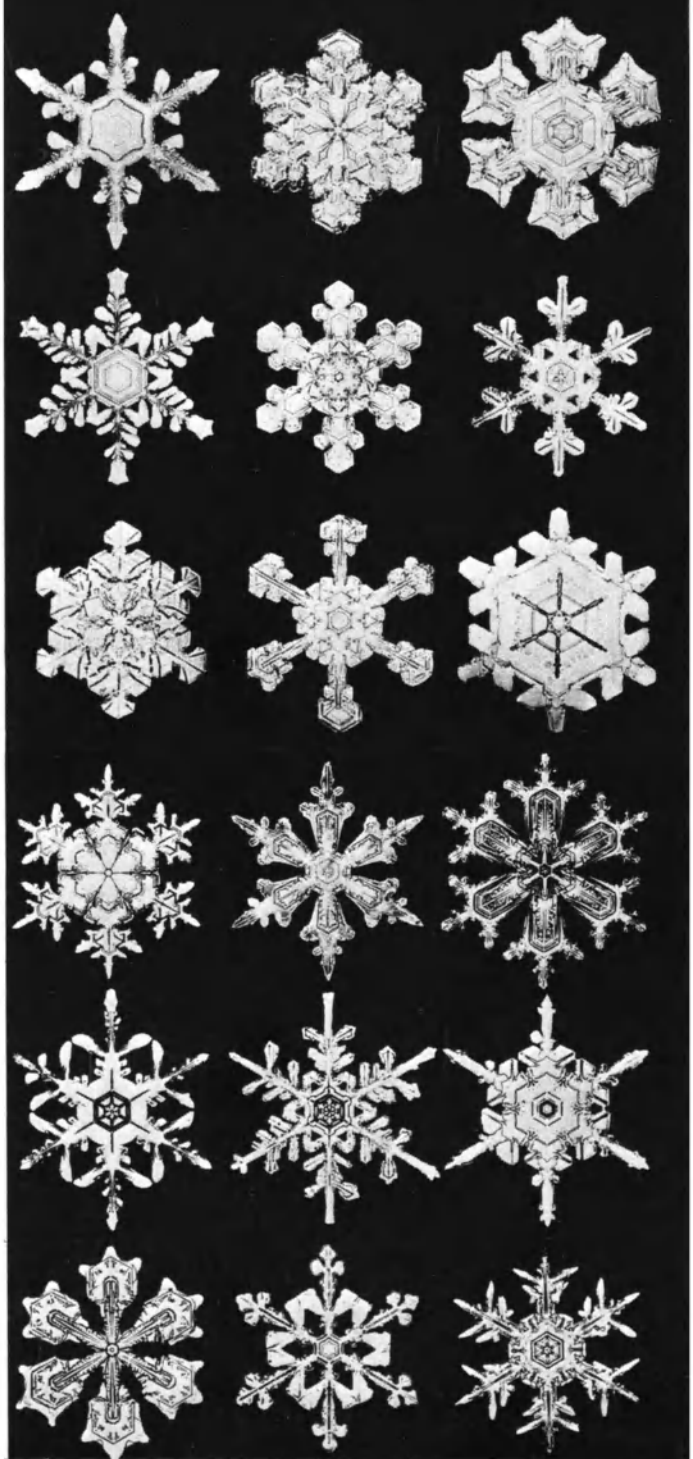
La escala Beaufort para medir los vientos

Para indicar la velocidad del viento, los meteorólogos se sirven de una serie de números conocida con el nombre de escala Beaufort. La estableció en 1806 el almirante británico Sir Francis Beaufort, basándose en los efectos de los diversos vientos en la navegación a vela, desde la calma (fuerza 0) hasta el huracán (fuerza 12) «que ninguna vela puede resistir». La escala fue adoptada en 1874 por el Comité Meteorológico Internacional para emplearla internacionalmente en las comunicaciones telégráficas. Actualmente la escala Beaufort se utiliza en algunos países para medir la velocidad de los vientos a 10 metros de altura sobre el suelo y, en otros, a 6 metros.

Fuerza	Término descriptivo	Observaciones en tierra	Velocidad del viento km/h
0	Calma	El humo se eleva verticalmente.	0-1
1	Ventolina	La dirección del viento queda indicada por la orientación del humo pero no por las veletas.	1-5
2	Brisa muy débil	Se siente el viento en el rostro; las hojas tiemblan; la veleta se pone a girar.	6-11
3	Brisa débil	Las hojas y las ramas pequeñas se agitan constantemente; el viento hace ondear las banderas de poco peso.	12-19
4	Brisa moderada	El viento levanta el polvo y las hojas de papel; las ramas pequeñas se agitan.	20-28
5	Brisa fresca	Los arbustos comienzan a balancearse; en las aguas interiores se forman pequeñas olas.	29-38
6	Brisa fuerte	Las grandes ramas se agitan; el viento silba en los hilos del telégrafo; el uso de paraguas se vuelve difícil.	39-49
7	Viento fuerte	Los árboles se agitan enteros; resulta penoso caminar contra el viento.	50-61
8	Viento duro	El viento quiebra las ramas; caminar contra el viento es generalmente imposible.	62-74
9	Viento muy duro	El viento ocasiona daños ligeros en las casas (desprendimiento de tuberías, de chimeneas, de tejas, etc.)	75-88
10	Tormenta	Arboles arrancados de raíz; daños importantes en los edificios.	89-102
11	Borrasca	Es poco frecuente y va acompañada de grandes devastaciones.	103-117
12	Huracán	. . .	118

Tal como sucede con las huellas dactilares, no es posible encontrar dos cristales de nieve que sean idénticos. Aunque a menudo se asemejan en sus contornos generales y en su estructura, se presentan en una asombrosa variedad de tamaños, formas y estructuras, siendo las más frecuentes los triángulos, hexágonos y estrellas de seis puntas. Cuando el aire está muy cargado de humedad, los cristales se agrupan y forman los copos de nieve. Un copo puede contener hasta 50 cristales aglomerados. Atraído por su belleza, un agricultor y meteorólogo norteamericano, Wilson A. Bentley, dedicó horas enteras de varios inviernos a fotografiar los cristales de nieve que caían cerca de su casa, en Vermont. Aproximadamente la mitad de las 5.000 microfotografías que obtuvo se publicaron por primera vez en 1931, en Nueva York, en el libro *Snow Crystals*. Aquí reproducimos 18 de ellas.

Fotos A. W. Bentley © tomadas de Snow Crystals por W. A Bentley y W. J. Humphreys, Dover Publications Inc., Nueva York.



DE LAS PALABRAS A LAS COSAS

Breve glosario dialogado

por François Le Lionnais y Roger Clausse

Texto © copyright. Prohibida la reproeucción

FRANÇOIS LE LIONNAIS: ¿Podría usted citarnos algunos términos técnicos de entre los centenares que se emplean en el lenguaje corriente de los meteorólogos y que son totalmente desconocidos para la mayoría de quienes, aun poseyendo una cultura general, no se ocupan particularmente de las cuestiones relativas a la atmósfera?

ROGER CLAUSSE: Citaré, al azar: anticiclón, isobaras, ciclogénesis, frontolisis, hidrometeoro, isohipsa u otras más sencillas como ondulación (entendiéndose por ella la del frente polar), familia (de perturbaciones, cuyos miembros son zonas alternas de nubes de lluvia, de chubascos y de intervalos de buen tiempo de corta duración), frente (conflicto entre masas de aire caliente y de aire frío)...

F. L. L.: Se me ocurre que palabras tales como frente, conflicto y masas de aire corresponden a lo que suele llamarse mal tiempo. ¿Qué es lo que determina éste?

R. C.: Las diferencias de presión en el globo terrestre. De manera general, las zonas de baja presión corresponden a zonas de mal tiempo, en tanto que las de alta presión hacen frente victoriosamente a ese mal tiempo.

F. L. L.: ¿Querría usted recordarnos en qué consiste la presión atmosférica?

R. C.: Como todos saben por experiencia propia, habiendo consultado alguna vez un barómetro de cuadrante o registrador, la presión atmosférica (que corresponde al peso del aire por cm^2 de superficie) varía de un lugar a otro del globo y de un momento a otro.

Sin embargo, en un instante dado, esa presión tiene el mismo valor en todos los puntos de una serie de líneas (imaginarias) que podemos trazar con un lápiz en un mapa geográfico. Por ejemplo, la presión es la misma en Salvador (Bahía), Carinhanah, Brasilia y Araguari. La línea que pasa por esos puntos es una línea «isobara» (que quiere decir sencillamente «de igual presión»). Otra línea isobara, de diferente valor, pasa por Ilheus, Belo Horizonte y Río de Janeiro.

Las isobaras corresponden pues a los diversos valores de la presión atmosférica en un momento dado y en una región más o menos extensa; el conjunto de ellas constituye lo que se llama «campo de presión». Esos valores se miden

SIGUE A LA VUELTA

La radio oficial francesa (ORTF) transmitió una versión ampliada de este diálogo bajo el título de «Diccionario meteorológico imaginario», el 4 y el 11 de julio de 1973. Agradecemos a la ORTF habernos autorizado amablemente a publicar esta versión resumida y adaptada para El Correo de la Unesco.

Foto © Laurence Brun, París

Enero en la plaza del mercado de Kabul, Afganistán.

DE LAS PALABRAS A LAS COSAS *(cont.)*

en milibares, unidad de presión que corresponde, aproximadamente, a 3/4 de milímetro de la columna de mercurio contenida en el tubo de un barómetro; así, una presión media de 760 mm de mercurio corresponde a 1.013,5 milibares o, para dar una idea más concreta, a unos 1.033 gramos de aire que «pesan» sobre cada cm^2, es decir el peso de la columna de mercurio de un barómetro que tenga 1 cm de base y 760 mm de altura.

Ahora bien, esas líneas isobaras se cierran sobre sí mismas. Por ejemplo, podemos imaginar que una de ellas, la isobara 1.000, pasa por Odesa, Berdichev, Gomel, Voronej, Mizlerovo y vuelve a Odesa, describiendo así un círculo ligeramente deformado.

Dentro de esa curva pueden trazarse otras, cada vez más pequeñas y de valor decreciente: 975, 970, 965 milibares. En este caso se dice que existe una depresión sobre una región determinada.

Por el contrario, puede tratarse de una zona en cuyo interior los valores de las isobaras aumentan a medida que éstas se acercan al centro, en cuyo caso nos encontramos ante un anticiclón.

De una manera general puede establecerse la siguiente equivalencia:

depresión igual a zona de baja presión
anticiclón igual a zona de alta presión.

Esta noción es importante ya que gracias a ella podemos determinar las zonas de buen tiempo y las de mal tiempo.

F. L. L.: Pero, una vez conocida esta noción de anticiclón y de depresión ¿podemos obtener de ella informaciones útiles para predecir el tiempo?

R. C.: No cabe duda. Una depresión irá acompañada de fenómenos tanto más intensos cuanto más profunda sea (es decir, cuanto menor sea el valor de la línea central), cuanto más reducido sea su diámetro y cuanto más rápido resulte su desplazamiento. Dicho de otra manera, una pequeña depresión cuya presión central es muy baja puede ir acompañada de un temporal. En suma, si se poseen estas claves, puede descifrarse inmediatamente cualquier representación gráfica, como los mapas esquemáticos de la situación meteorológica que a veces presentan los boletines informativos de la televisión.

En el hemisferio norte, el viento gira en torno a los anticiclones en el sentido de las manecillas del reloj y, en torno a las depresiones, en el sentido contrario. Se trata de una ley simple pero absoluta. En el hemisferio sur, los vientos giran en sentido inverso debido a los efectos de la rotación de la Tierra.

La posición de estos elementos en un mapa indica inmediatamente la dirección general del viento en una u otra región. Así, al este de un gran anticiclón habrá un viento frío del norte; al oeste, un viento cálido del sur. Resulta fácil imaginar todas las combinaciones posibles y todos los vientos que de ellas resultan y, de este modo, hacerse una idea de la temperatura reinante.

F. L. L.: Se ha referido usted a los temporales o tempestades, noción que está muy cerca de las de ciclón, tifón y tornado. Quizá cabría decir algo sobre este punto.

R. C.: En efecto, puede haber confusión en cuanto al término ciclón. Etimológicamente, esta palabra evoca un movimiento circular y giratorio. Hoy sabemos que tal es el caso de las depresiones en torno a las cuales giran el viento y, tal vez, las lluvias.

Una depresión es, pues, un ciclón y en el lenguaje meteorológico se emplean indistintamente las dos palabras. Sin embargo, es corriente llamar ciclones a los ciclones tropicales que se originan en las regiones cálidas del globo, sobre los mares. Estos fenómenos, de pequeñas dimensiones (unos pocos centenares de kilómetros de diámetro), cuya presión en el centro es muy baja (900 milibares, o sea 675 mm de mercurio) y que van acompañados de vientos giratorios de gran violencia (a veces de más de 200 km por hora), presentan el aspecto típico del movimiento circular que corresponde a la palabra ciclón.

F. L. L.: ¿Se desplazan también los ciclones de manera muy rápida?

R. C.: Por ventura no. Su velocidad es relativamente

pequeña, de 20 a 50 km/hora, lo cual permite detectarlos y prevenir su llegada, ya sea por medio del radar, ya incluso gracias a las imágenes transmitidas por satélite en las que son visibles en forma de corona de nubes.

F. L. L.: Expresión que parece indicar que el cielo está despejado en el centro.

R. C.: Exactamente. Ese centro es el ojo del ciclón en el cual el cielo está generalmente despejado. Cabe agregar que las fotografías transmitidas por satélite han puesto de manifiesto que incluso en los ciclones de Europa o, mejor dicho, en las depresiones acompañadas de nubes y de lluvia, se observa a menudo ese ojo central de pequeñas dimensiones, lo cual confirma que los dos fenómenos vortiginosos se forman de manera similar.

F. L. L.: En efecto ¿cómo se forman los ciclones tropicales?

R. C.: Los ciclones nacen esencialmente en las zonas marítimas de las regiones tropicales, donde la temperatura del mar (y del aire en contacto con él) es muy elevada en comparación con la del aire de las capas superiores, lo cual provoca violentos movimientos ascendentes que elevan el aire sumamente húmedo de la superficie del mar. Estas condiciones se dan particularmente durante la estación calurosa de cada uno de los dos hemisferios.

F. L. L.: ¿Y cuánto tiempo dura un ciclón?

R. C.: Por término medio, unos ocho días, al cabo de los cuales la depresión desaparece o, por el contrario, se extiende y dispersa, lo que hace perder su virulencia a los fenómenos que la acompañan. Señalemos, de paso, dos definiciones o términos complementarios: tifones, que no son sino la denominación local de los ciclones del Mar de China, y tornados, ciclones tropicales del Golfo de Guinea.

F. L. L.: Continuemos nuestra lección de lenguaje meteorológico. ¿Qué otra palabra nos propone ahora?

R.C.: Podríamos hablar de los alisios, término que por lo general todos conocen pero que nos permitirá una breve escapada a alta mar.

F. L. L.: Creo que es una buena idea. Esos vientos alisios facilitaron los viajes entre Europa y América de Cristóbal Colón...

R. C.: ...A quien por ello se atribuye el descubrimiento de esos vientos regulares. Señalemos al respecto que, según se cree, la palabra «alisios» proviene del francés «alis» que quería decir «regular».

Los alisios son, en efecto, vientos que soplan de manera casi constante en la zona intertropical, del noreste en el hemisferio norte y del sudeste en el hemisferio sur.

En cuanto a su formación, pueden aplicárseles las explicaciones dadas anteriormente al hablar de las corrientes aéreas en torno de los anticiclones que reinan de modo permanente en las regiones tropicales de los océanos, mientras que las bajas presiones dominan a lo largo del ecuador. Los alisios no son vientos muy fuertes: su velocidad es de 15 a 30 km/hora y generalmente van acompañados de buen tiempo.

F. L. L.: ¿Y entre esas dos corrientes, es decir en la línea ecuatorial?

R. C.: Allí reina la calma: las calmas ecuatoriales que tan bien conocían los navegantes a vela de otros tiempos. Los ingleses llamaban a esas regiones «horse latitudes» (latitudes de los caballos) ya que, al parecer, los navíos que a veces debían esperar en esas regiones días y hasta semanas enteras a que el viento se levantara veían agotarse sus provisiones de agua y de heno para los caballos y, como último recurso, echaban al mar a las infortunadas bestias para evitarles una penosa agonía.

F. L. L.: Ya que hablamos del viento, ¿querría usted explicar o, mejor dicho, definir lo que los meteorólogos y los marinos llaman «viento duro», es decir algo que no debe confundirse con lo que corrientemente llamamos ráfaga o racha?

R. C.: Así mataremos dos pájaros de un tiro: racha y viento duro. Se llama racha o ráfaga a un aumento súbito y de corta duración de la velocidad del viento, tal como se observa en una tormenta. Cuando las ráfagas son numerosas y repetidas, son indicio de aire inestable y vortiginoso. La velocidad del viento puede variar notablemente y de manera instantánea, llegando, en escasos segundos, a los 20 metros por segundo, lo cual no deja de representar inconvenientes para las instalaciones ligeras sensibles al viento: tiendas de campaña, grúas e incluso veleros.

El viento duro, cuya importancia es tal que obliga a lanzar el correspondiente aviso a los barcos de vela, corresponde a una fuerza media del viento superior a los 34 nudos, es decir 62 km/hora, lo que equivale a la fuerza B de la escala Beaufort, es decir la escala de los vientos que se emplea en meteorología marítima y que lleva el nombre del almirante inglés que la concibió. La altura probable de las olas cuando hay viento duro es de más de 5 metros, punto en que comienza a constituir un peligro para la navegación a vela. El grado superior, el de «viento muy duro», corresponde a una velocidad de 75 a 88 km/hora; el temporal no comienza sino cuando el viento alcanza una velocidad de 80 km/hora.

F. L. L.: Ya que estamos tratando de cuestiones marítimas, ¿querría usted precisarnos qué son las brisas, más agradables que los temporales para los navegantes?

R. C.: Las brisas son vientos locales, generalmente de poca intensidad y cuya dirección cambia de manera alterna según las horas del día. Tomemos una costa cuyo litoral recibe el calor del sol (igual que el mar) durante el día, pero que se calienta más que el agua. Por encima de la tierra se forman corrientes ascendentes que atraen hacia ésta el aire de alta mar. La brisa marina se levanta aproximadamente tres horas después del amanecer y dura hasta la puesta del sol. Las costas arenosas o rocosas, cuya capacidad de absorción del calor es mayor, favorecen la producción de ese fenómeno. En cambio, su intensidad es menor en las regiones cubiertas de vegetación.

Por la noche, la tierra se enfría más rápidamente que el mar. Con ello la corriente se produce en sentido contrario, de la tierra al mar, y tenemos la brisa de tierra. Este doble fenómeno alterno explica parcialmente el clima templado de las regiones cercanas al mar, recalentadas durante la noche por las brisas de origen terrestre y refrescadas durante el día por las brisas marinas.

F. L. L.: ¿Existen fenómenos del mismo tipo en otras regiones?

R. C.: Sí, en las montañas, desde cuyas cumbres el aire frío desciende por la noche, lo cual entraña una disminución de la temperatura, mientras que durante el día el aire se eleva del valle hacia las alturas, contribuyendo así a veces a la formación de tormentas que pueden sorprender a los alpinistas.

Estos fenómenos alternos de recalentamiento y de enfriamiento de la tierra y del mar que dan lugar a las brisas de tierra y de mar se repiten en los monzones.

F. L. L.: Pero yo creía que los monzones tenían carácter estacional.

R. C.: Y lo tienen, efectivamente. En verano los continentes se calientan más de prisa que los océanos. Al producirse zonas de baja presión en esos continentes recalentados, el aire tiende a desplazarse desde los océanos hacia éstos, acarreando consigo nubes y lluvias. Durante el invierno, el proceso se invierte y los vientos soplan desde los continentes más fríos hacia los mares, pero entonces los vientos son secos. Justamente, la palabra monzón viene de un término árabe que significa «estación» y que se aplicaba a ciertos vientos estacionales del mar Arábigo.

F. L. L.: Cuando el sol está más o menos velado por las nubes, pueden observarse en el cielo ciertos fenómenos luminosos, particularmente en torno a los astros, el sol o la luna, que la gente suele confundir entre sí. Me refiero a los halos y a las coronas. ¿Quiere precisar el significado de estas palabras?

R. C.: En efecto, podemos observar una serie de fotometeoros (meteoros luminosos, en oposición a los hidrometeoros o meteoros acuosos, como la lluvia, la nieve, la niebla...). Entre estos fotometeoros, los más frecuentemente observados son el halo, la corona y, naturalmente, el arcoiris que todo el mundo conoce. El halo tiene la forma de un círculo luminoso brillante que rodea al sol o a la luna.

SIGUE A LA VUELTA

Si uno mira hacia el sol, ocultándolo con la palma de la mano mientras se mantiene el brazo extendido, el círculo aparece en la punta de los dedos. A veces se advierte un segundo círculo en torno al primero e incluso unos puntos brillantes a ambos lados del astro, columnas o trozos de arcos tangentes al círculo. Todos estos fenómenos se deben a la refracción de la luz a través de los cristales de hielo que constituyen las nubes altas cuando son muy numerosas o forman un velo ininterrumpido, lo que a menudo es signo precursor de mal tiempo.

F. L. L.: «Círculo lejano, lluvia cercana», reza un dicho que, después de todo, es bastante razonable.

R. C.: Sí, y el proverbio agrega: «Círculo cercano, lluvia lejana», pero en este caso el círculo, mucho más difuso, que se forma en torno al sol o a la luna es una corona. «La luna está en el agua», dicen los agricultores. Más coloreada que el halo, más cercana al astro, más extensa y difusa, la corona tiene su origen en la descomposición de la luz por una serie de difracciones que se producen al atravesar ésta las pequeñas gotas de agua (y no cristales) de las nubes poco espesas que cubren al astro. De ahí que la corona se forme cuando se presentan en el cielo nubes medianas, de aquellas que hacen decir que éste se halla «aborregado». El fenómeno puede preludiar lloviznas, pero no se trata de una regla absoluta.

Para precisar estas ideas sobre la proximidad del mal tiempo, vamos a hablar de un nuevo término, «perturbación», evidentemente en el sentido de perturbación atmosférica. Una perturbación es una «enfermedad» de la atmósfera.

Esta enfermedad, que corresponde al paso de una depresión, comienza por un período de «incubación»: el viento vira hacia el sur o el suroeste (tomamos aquí un ejemplo clásico de las regiones templadas del hemisferio norte, el más frecuente y más sencillo). Así, pues, el viento se orienta hacia el suroeste, la presión desciende, en el cielo aparecen nubes tenues, cada vez más numerosas, hasta formar un leve velo ininterrumpido de cirrostratos que cubre todo el cielo. El velo se vuelve cada vez más espeso y comienza a llover. El barómetro desciende al punto más bajo; los vientos viran al oeste; luego, aparece el primer claro en la capa de nubes. Pero antes de que vuelva el buen tiempo aun hay que soportar chubascos, interrumpidos por escampadas cada vez más frecuentes. El viento, que sopla más fuerte, a veces en ráfagas, vira al noroeste y el barómetro sube. Finalmente, el cielo entero se despeja de modo duradero.

F. L. L.: Muy bien. Pasemos ahora a esos otros fenómenos que llamamos niebla y visibilidad.

R. C.: Hay algunos países donde los marinos suelen llamar «bruma» a cualquier disminución más o menos importante de la visibilidad. En cambio, los meteorólogos llaman niebla a una visibilidad inferior a 1 km y bruma a una visibilidad comprendida entre 1 y 2 km.

F. L. L.: ¿No existe un medio preciso para medir la visibilidad?

R. C.: Sí, los visibilímetros que, gracias a un sistema de iluminación instalado a una distancia dada y combinado con una célula fotoeléctrica, permiten medir el grado de opacidad de las capas atravesadas por la luz. Un sistema muy perfeccionado de este tipo es el que funciona en las pistas de aterrizaje de los grandes aeropuertos. Un tablero instalado en la torre de control permite conocer en cualquier momento el alcance visual de las señales colocadas en las pistas para guiar a los pilotos en el aterrizaje.

F. L. L.: La niebla o bruma, que forman pequeñísimas gotas de agua suspendidas en la atmósfera, nos lleva de modo natural a hablar de otro fenómeno frecuentemente vinculado a ella: el de la contaminación, que es uno de los más acuciantes motivos de preocupación de nuestro tiempo.

R. C.: Esto nos obliga a remontarnos a una zona un poco más alta de la atmósfera para explicar cómo se acumulan en las capas inferiores los diversos agentes contaminadores que los hombres evacúan o depositan en el aire.

Sabemos por experiencia que la temperatura, por lo menos en la capa inferior de la atmósfera, llamada troposfera, disminuye aproximadamente en 0,6° por cada 100 metros de ascenso, por lo cual a una altura de 10.000 metros la temperatura media es ya de casi -60°. No es de extrañar, pues, que las cabinas de los aviones estén climatizadas. Pero en las capas cercanas al suelo existen numerosas excepciones a esta regla de la disminución de la temperatura. Basta que una capa de bruma no muy espesa cubra París para que el termómetro instalado en el Champ-de-Mars marque 10° mientras que el que se encuentra en lo alto de la Torre Eiffel, 300 metros por encima de aquél, indique 15°. El fenómeno es frecuente en invierno: durante la noche, con cielo despejado y poco viento, el suelo pierde a causa de la irradiación una cantidad considerable de calor. El aire que se encuentra en contacto con la superficie se enfría, se vuelve más pesado y permanece inmóvil, mientras más arriba el aire, que es mal conductor del calor, conserva sensiblemente la misma temperatura. Así resulta que es más cálido que el aire cercano al suelo o, por lo menos, más cálido de lo que debería ser a ese nivel si la disminución de la temperatura por la altitud fuera normal. Este fenómeno se conoce con el nombre de inversión de la temperatura. La inversión corresponde a una gran estabilidad del aire. A ese nivel existe algo así como una tapadera de energía que impide los intercambios: los humos, el polvo, el gas de los tubos de escape de los automóviles permanecen inmóviles junto al suelo durante varios días, con lo que la contaminación aumenta sin cesar.

F. L. L.: ¿Quiere esto decir que los periodos de inversión de la temperatura que pueden preverse requieren la adopción de medidas especiales de precaución?

R. C.: Sí. En las regiones muy industrializadas se adoptan medidas para que disminuya el ritmo de la contaminación provocada por esos agentes. También, cuando ello es posible, se emplean productos menos contaminadores. Las inversiones de que hablamos se descubren mediante sondeos de altitud efectuados por radiosondas que permiten conocer la temperatura en los diversos niveles hasta más de 20 km de altura.

F. L. L.: ¿Qué pasa por encima de la capa de inversión?

R. C.: La disminución de la temperatura constituye la regla, a menos que exista una segunda capa de inversión ocasionada, por ejemplo, por la llegada de aire cálido a un nivel superior, lo que podría ser anuncio de una perturbación. Más arriba aun, es decir a unos 12 km de altitud en las regiones templadas, 7 en los polos y 17 en el ecuador, penetramos en la estratosfera donde la temperatura deja de disminuir para seguidamente aumentar.

F. L. L.: ¿Cuál es la temperatura a ese nivel?

R. C.: Del orden de -50° en los polos, -56° en las regiones templadas y -75° en el ecuador. Por tal razón, un avión que vuele desde los polos hacia el ecuador a una altitud de 15 a 17 km deberá aumentar la potencia de su climatizador, ya que la temperatura exterior pasará de -50° a -75° en el curso de ese viaje hacia unas regiones donde, sin embargo, hace cada vez más calor al nivel del suelo.

F. L. L.: Podríamos continuar nuestro ascenso para conocer mejor la región superior de la atmósfera, que los hombres atraviesan hoy fácilmente (en realidad van mucho más lejos). Se ha referido usted a los 10 o 20 primeros kilómetros de nuestra atmósfera inferior, la llamada troposfera, en la que la temperatura disminuye con la altitud; después nos ha dicho que, más arriba, la estratosfera tiene una temperatura inicialmente estable y luego creciente.

R. C.: Así es. En esa capa, de unos 40 km de espesor (de los 10 a los 50 km, aproximadamente) la temperatura pasa de -56° a 0°. Este recalentamiento se debe en particular a la presencia del ozono cuya concentración máxima se produce hacia los 35 km de altura. Contrariamente a lo que se creía antes, en esta región existen vientos violentos que alcanzan una velocidad de hasta 350 km/hora.

Por encima de la estratosfera, en una capa de unos 30 km de espesor llamada mesosfera, la temperatura vuelve a disminuir rápidamente y alcanza unos 90° bajo cero en su nivel superior, es decir a unos 80 km de altitud.

Luego, en la llamada termosfera que se extiende hasta

Jeroglíficos celestes

A centenares de kilómetros de altura, una nube de vapor de sodio originada por un cohete dibuja extraños jeroglíficos en el cielo; su finalidad es medir los vientos y las temperaturas en los niveles superiores de la atmósfera. En la parte inferior de la foto, un grupo de científicos franceses estudian el experimento, realizado a partir de la estación de la NASA en Wallops Island, Virginia (EUA).

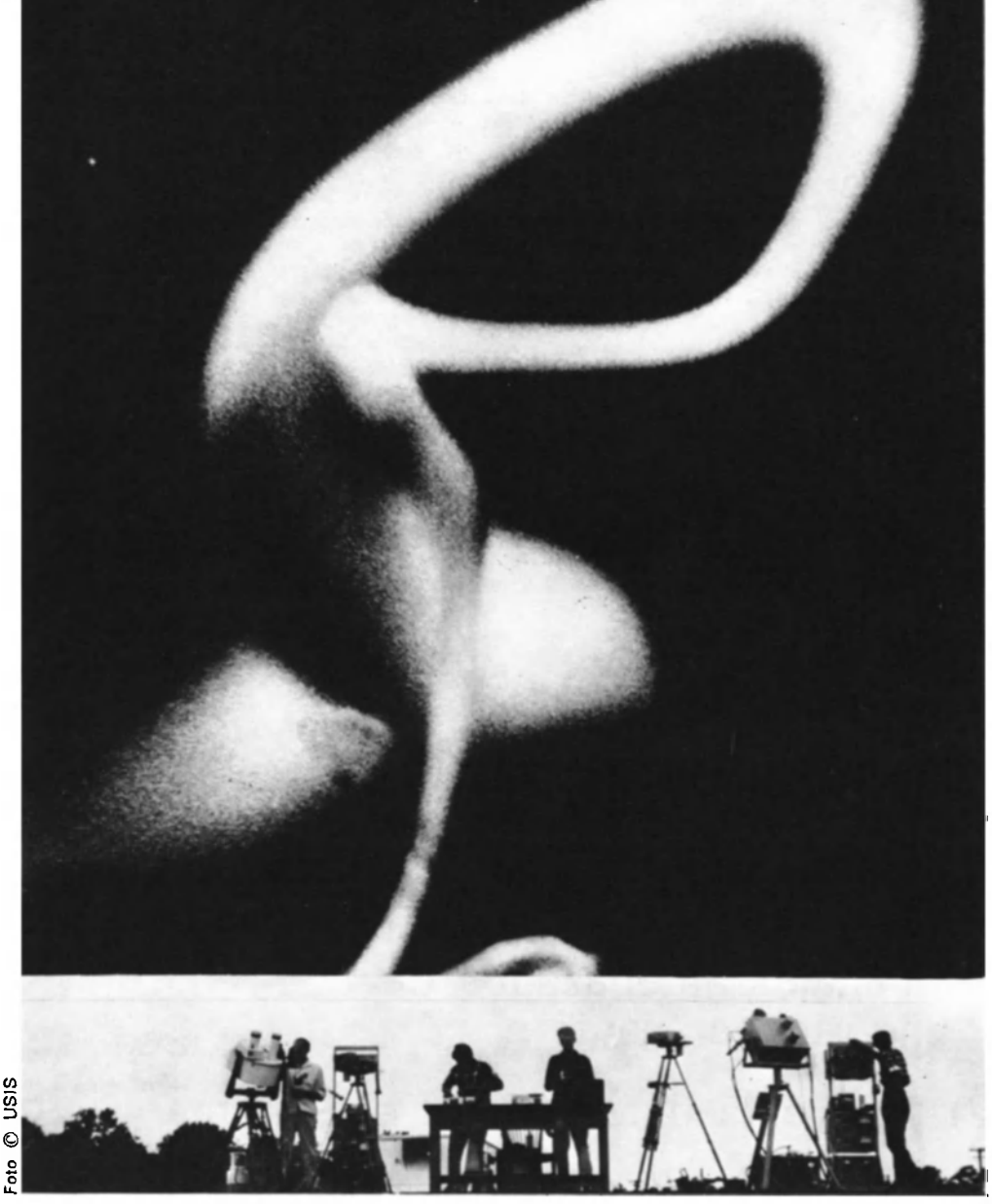


Foto © USIS

el límite de nuestra atmósfera, es decir a unos 1.000 km, la temperatura aumenta nuevamente al mismo tiempo que experimenta grandes cambios. Por encima de 200 km la velocidad de las moléculas, muy enrarecidas, corresponde a temperaturas de varios centenares de grados; pero, dada precisamente la escasez de esas moléculas, tales temperaturas no corresponden a nuestra escala macrofísica.

F. L. L.: En el vocabulario meteorológico existe una palabra que todo el mundo conoce y comprende: me refiero a la predicción. Pero se ha dicho que las predicciones meteorológicas tienen un carácter afirmativo por los términos que emplean, cuando en realidad constituyen una solución incierta dada al problema del tiempo que hará mañana, lo que no sucede, por ejemplo, con las predicciones relativas a las mareas o a la posición de los astros.

R. C.: Es verdad que en los boletines meteorológicos se hacen afirmaciones tales como «por la mañana el cielo estará cubierto en la mitad occidental del país», de la misma manera que un astrónomo diría: «el eclipse anular del sol comenzará a la 1,30 h. tres décimas del tiempo universal en el punto situado a 66° 20' de longitud este y 20° de latitud», y ello con toda la anticipación que se quiera.

Pero reconozcamos, por lo pronto, que hay una diferencia de precisión entre las dos fórmulas, advirtiéndose que la primera es un tanto vaga y simplemente estimativa mientras que la otra tiene un rigor matemático.

Es verdad que ni siquiera con la ayuda de las computadoras de gran potencia de que disponen los meteorólogos les es posible formular sino la solución más probable del problema, habida cuenta de las informaciones más o menos completas que poseen y de las ecuaciones más o menos acertadas que permitan elaborar el modelo de la atmósfera y de su evolución. Calcular con exactitud el grado de probabilidad de la solución representaría sin duda un gran adelanto y los esfuerzos se orientan en ese sentido, pero no todos los problemas están ya resueltos.

F. L. L.: Tengo la impresión de que ha omitido usted esos términos misteriosos a que se refirió al comienzo, tales como ciclogénesis, frontolisis, isohipsa.

R. C.: Aunque los boletines meteorológicos los emplean poco o no los emplean en absoluto, podríamos dar una definición breve: ciclogénesis, como su nombre lo indica, es el proceso de formación de los ciclones; frontolisis es la destrucción de un frente, es decir de los fenómenos que acompañan a los conflictos de masas de diferente origen; y la isohipsa es aquella superficie, en el espacio, en que la presión es la misma en todos sus puntos y cuyo trazado en la tierra es una isobara. Ya ve que estas palabras «difíciles» son de una gran sencillez. ■

FRANÇOIS LE LIONNAIS, *matemático, ingeniero y, desde 1950, presidente de la Asociación de Escritores Científicos de Francia, es muy conocido de los lectores de* El Correo de la Unesco *por sus artículos de divulgación científica.*

ROGER CLAUSSE, *ingeniero de los servicios meteorológicos de Francia, ha dirigido durante muchos años el servicio de relaciones exteriores y de información de la meteorología nacional. Miembro del Directorio de la Asociación de Escritores Científicos de Francia, es autor de numerosos artículos, emisiones de radio y televisión y obras destinadas al público más amplio, sobre temas como «El mar y el viento», «Las nubes», «Vientos, nubes y tempestades», etc.*

Esta escena de muerte y desolación en Mauritania se repite a lo largo de miles de kilómetros en el Africa al sur del Sáhara. La sequía y el hambre afectan por lo menos a una docena de países entre los que se cuentan Senegal, Mauritania, Alto Volta, Malí, Nigeria y Chad. El 70 por ciento de la población de esas regiones vive del ganado y la FAO considera como muy probable en las circunstancias actuales la extinción de gran parte de los rebaños de animales indispensables para la vida de las aldeas y de los pastores nómadas.

Foto Marie-Laure de Decker © Gamma, París

CATASTROFICA SEQUIA EN AFRICA

1) Millones de seres humanos y de animales amenazados de muerte por hambre

2) ¿ Se está extendiendo el Sáhara ?

por Jean Dresch

EL hambre amenaza a los diezmados rebaños y los pastores y labradores se ven forzados a emigrar en todos los países situados al sur del desierto sahariano, entre Mauritania y el Sudán. La sequía, que extiende su amenaza hasta la India, es la consecuencia de una prolongada disminución de las precipitaciones, observada incluso en Asia central, sobre el contorno entero del espacio árido que se extiende desde el Sáhara, desierto tropical, hasta los desiertos continentales de la Eurasia templada.

Ciertamente, la sequía es allí un hecho normal, y el mundo viviente se ha adaptado a ella. En Africa, estas regiones llevan el nombre árabe de Sahel, es decir orilla, tanto del desierto como del mar. El Sahel, en efecto, no es ya desierto. Sus suelos, que ya no son puramente minerales como los del Sáhara, permiten una vegetación generalmente abierta, discontinua, de «estepas» de árboles, arbustos y plantas de ciclo anual.

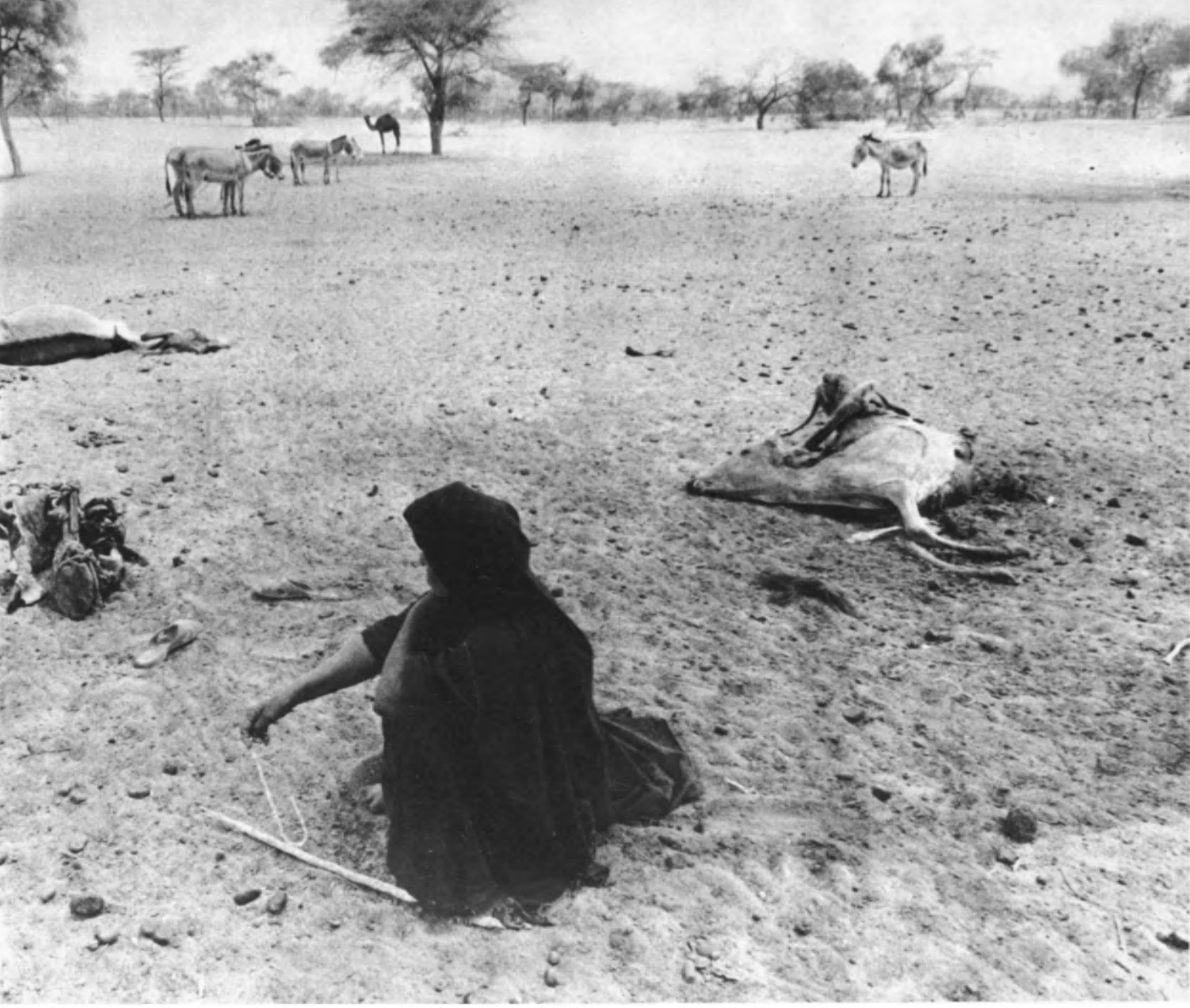
Esta vegetación se hace más densa y rica en las bajas latitudes, donde se transforma en sabana, formación cerrada que alimenta a herbívoros y, consiguientemente, a carnívoros cada vez más numerosos, pero que ahora está expuesta a los incendios.

Aquí, el hombre no se ve forzado, como en el desierto, a llevar una vida nómada a lomos de dromedario o a recluirse en los oasis irrigados. Puede criar ganado vacuno u otras especies menores. El cultivo es posible sin riego.

En estas regiones, el hombre y los restantes seres vivos se someten al ritmo de dos estaciones principales, una, la más larga, casi completamente seca, y otra a la vez cálida y húmeda. El Sahel, en efecto, sufre la influencia de las células de alta presión tropical, de origen dinámico, que separan las zonas de baja presión, típicas de las bajas latitudes, de las que caracterizan frecuentemente a las latitudes medias. Estas células de alta presión

---

JEAN DRESCH *es profesor de geografía de la Universidad de París y de la Escuela Normal Superior de Francia. Sus investigaciones le han llevado a estudiar de modo particular las regiones áridas, el Africa del Norte y el Africa negra. A ellas ha dedicado diversos artículos y obras entre los que cabe citar «Los paisajes tropicales húmedos y la zona árida», incluido en la* Géographie générale *de la Enciclopedia de La Pléiade.*



dirigen hacia las bajas latitudes vientos muy regulares y secos, los alisios continentales, que en Africa occidental reciben el nombre de *harmattan*.

Durante el verano boreal, las lluvias siguen el desplazamiento aparente del sol hasta el Trópico y masas de aire húmedo avanza, por tal razón, procedentes del Océano Atlántico o de la Depresión Congoleña, arrastradas por vientos del sur, los alisios del hemisferio sur, que se desvian hacia el noreste cuando pasan al hemisferio norte.

Estas masas de aire y vientos, a las que llamamos monzones, se encuentran con el aire seco tropical y con los alisios (convergencia intertropical) y penetran por debajo de ellos elevándolos. Es entonces cuando se producen las lluvias, abundantes y persistentes hacia el sur cuando la masa de aire húmedo es densa, y cada vez más débiles hacia el norte, donde siguen produciéndose perturbaciones, pero con la particularidad de que los tornados de aire caliente que se producen a fines de la tarde son cada vez más secos a medida que la masa de aire húmedo disminuye y pierde humedad.

En estas condiciones, las precipitaciones disminuyen igual que la duración de la estación húmeda: de 600 a 800 mm cuando ésta dura 5 o 6 meses, a 250 mm cuando dura alrededor de 3 meses.

Cuanto más corta es la estación de las lluvias, tanto más irregular es su distribución espacial, su cronología y su sucesión de un año a otro. Las lluvias pueden comenzar más pronto o más tarde y durar más o menos tiempo. Por otra parte, las temperaturas se elevan también de acuerdo con el movimiento aparente del sol, hasta el punto de que las temperaturas medias máximas superan los 35° y 40° en abril-mayo, con excepción de las zonas costeras oceánicas.

Pese a que la llegada de las lluvias las hace descender un poco, son sin embargo lo bastante altas para que durante el día se produzca una evapotranspiración tres veces más fuerte que durante la noche. De ahí que, para que las precipitaciones resulten útiles a la vegetación, hayan de ser no sólo muy abundantes globalmente, sino también muy intensas: de 20 a 25 mm en uno o dos días a comienzos de estación.

Pero las lluvias no siempre están bien repartidas a lo largo de un año. Y los años se suceden sin homogeneidad. Los buenos años, a veces agrupados, son el preludio de los malos, que también puedan llegar en serie. Se recuerdan años secos agrupados entre 1910 y 1914, años que causaron hambre generalizada. Los años 1941 y 1942 no fueron mejores. Y los años secos se suceden de nuevo a partir de 1968, mientras que el decenio de 1951-1960 fue más húmedo. Pero lo cierto es que no hay ningún ritmo cíclico que permita prever las catástrofes.

Precisamente, esta irregularidad in-

SIGUE A LA VUELTA

Las cornamentas de millares de vacas muertas de sed en Senegal blanquean bajo el implacable sol africano, mientras las sobrevivientes comen lo que encuentran a su paso para engañar el hambre y la sed. Desde 1968 muchos de los países situados al sur del Sáhara sufren de una sequía prolongada. En los dos últimos años, el hambre y la muerte han alcanzado proporciones dramáticas. En el verano de 1973 han caido algunas lluvias en Mauritania y otras regiones, aliviando ligeramente la angustiosa situación de sus habitantes. A la derecha, dos niños calman su sed en una aldea de Chad y una mujer de Alto Volta comparte su mínima ración de agua con el asno que la acompaña.

Foto Brûle © Gamma, París

SEQUIA EN AFRICA *(cont.)*

teranual de las precipitaciones es, en gran escala, una característica del Sahel. Los conocimientos de la evolución del clima durante el Cuaternario son cada vez más precisos y detallados. Ellos nos revelan cambios muy amplios, de períodos húmedos a períodos muy secos, durante los cuales los vientos saharianos empujaban las dunas 200 o 300 km al sur de las dunas vivas actuales; cambios más brutales que los de los bordes mediterráneos del gran desierto.

En cambio, se han podido constatar varias pulsaciones húmedas, la última de las cuales data al parecer de hace 6.000 a 2.300 años. El Sáhara estaba más regado en aquel tiempo. Los lagos eran frecuentes y es probable que en el Sahel las poblaciones negras practicaran la agricultura. La cría del ganado bovino se prolongó hasta mucho después, siendo sustituida por la del caballo y después por la del camello. Pero todavía en la Edad Media la aridez no era tan grande como para que dejaran de subsistir los poblados de agricultores, sobre todo en el Adrar mauritano. Las precipitaciones debían ser de 400 a 450 mm, límite extremo de los cultivos dependientes de la lluvia, que representa el doble de las precipitaciones actuales.

Suponemos que el desecamiento observado posteriormente se aceleró a finales del pasado siglo. Se dice que las precipitaciones disminuyeron, los pozos se secaron, las crecidas de los ríos se volvieron más infrecuentes y menos fuertes, la vegetación se degradó y los animales de caza fueron cada vez más raros. ¿Es ésta la prueba de que el clima se vuelve progresivamente más seco?

Hay oscilaciones históricamente comprobadas, que esperan una explicación pero que no siempre tienen el mismo sentido. En el curso de la década de 1950-1959, las lluvias fueron suficientes para acelerar el avance hacia el norte de los pastores de ganado bovino, de los Peules y de los cultivadores de mijo. Los primeros buscan pastos que disputan a los saharauis, los cuales se ven obligados a huir del desierto durante la estación seca. Los segundos colonizan el Sahel como una franja pionera, a la busca de nuevas tierras, ya sean campesinos negros o antiguos saharauis, frecuentemente servidores de tribus nómadas en vías de sedentarización.

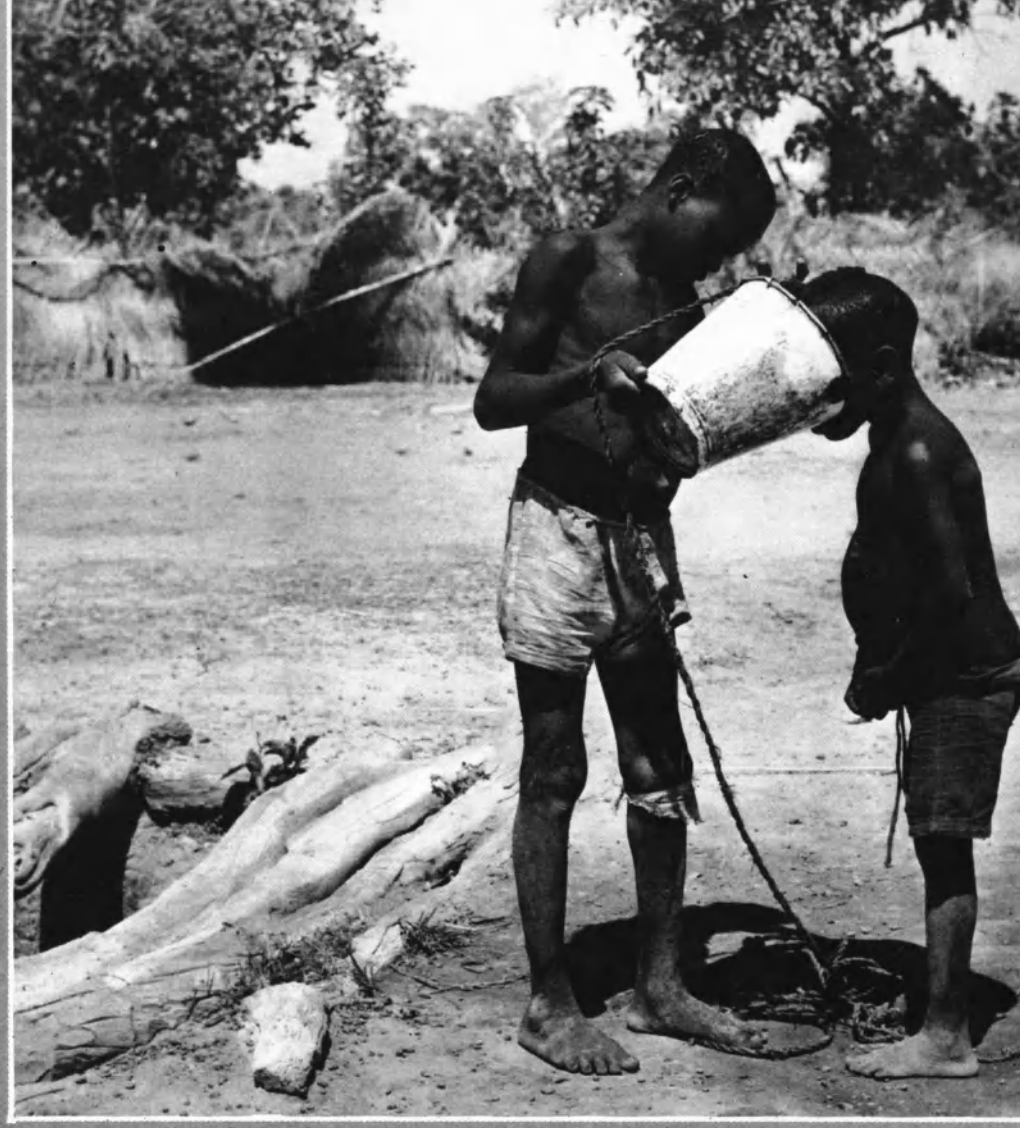
Conocemos, pues, las condiciones naturales del Sahel, y el hombre ha aprendido, con sus técnicas arcaicas, a adaptar a ellas su economía y sus migraciones. En la actualidad debiera ser posible utilizar un mejor conocimiento científico del Sahel y de las técnicas modernas, no sólo para socorrer a las víctimas de la sequía, sino también para poner coto a ésta.

Pero hay que reconocer que el Sahel se compone de regiones muy marginales para la economía internacional. Los esfuerzos de mejora se han dirigido hacia regiones más meridionales, con más agua, donde los cultivos podían ser rentables en los mercados exteriores. Estos cultivos no son, por lo general, de plantas alimenticias, sino de cacahuete y de algodón, que, como se sabe, no han enriquecido a los Estados y menos aún a los campesinos cultivadores, y sí han contribuído, en cambio, a degradar la vegetación y, por consiguiente, a agravar la amenaza de sequía.

El crecimiento demográfico obliga a las poblaciones saheliannas a aumentar sus rebaños y cultivar nuevas tierras. En periodo de años secos, el pastoreo excesivo y las roturaciones se convierten en operaciones peligrosas. Pero hay que vivir.

Ahora bien, las inversiones en estas regiones marginales han sido siempre insuficientes. Se han perforado pozos, pero no muchos, y hay que conservarlos. Los pastos pueden acondicionarse, ser controlados y mejorados, pero los experimentos efectuados en este

LA HECATOMBE DE LA SED



campo son escasos. Las reservas de agua, las capas acuíferas y, con mayor razón, los ríos podrían utilizarse mucho mejor. Pero su acondicionamiento suele quedar casi siempre en estado de proyecto.

En este siglo que finaliza, ya es posible prever. Partiendo de estudios científicos acerca de las condiciones a la vez naturales y humanas, es posible encontrar soluciones. Tan sólo hace falta querer encontrarlas y consagrar a ellas los medios suficientes, antes de la catástrofe. ■

Fotos © CIRIC, Ginebra

El artículo que publicamos en estas páginas apareció también en el primer número en francés (mayo de 1973) de Forum du Développement, nueva publicación mensual en formato de periódico editada por el Consejo de Información Económica y Social (CIES) de las Naciones Unidas en tres lenguas: francés, inglés y, próximamente, español. El periódico, que se envía gratuitamente a quien lo solicite (CIES, Nations Unies, Palais des Nations, CH-1211, Ginebra 10, Suiza) está dedicado a la labor de las Naciones Unidas en la esfera económica y social y, en particular, a los grandes problemas de los países en vías de desarrollo, a los gastos excesivos de armamentos, a la distribución injusta de los recursos, al crecimiento de la población y a la degradación del medio.

Quizá el lector piense que se trata de un horrendo monstruo, más o menos mítico, sacado de una de las «pinturas negras» de don Francisco de Goya. Pues no, lo que el lector está viendo es una fotografía de las perturbaciones atmosféricas que dominan una enorme zona del Atlántico. Tomó la foto, a 800 km de altura, el satélite meteorológico Nimbus II. Gracias al estudio de la circulación general del aire en el marco del Programa de Investigación Global de la Atmósfera, se espera poder conseguir una predicción mucho más exacta del tiempo.

Foto © Météoroloale nationale. París

FRENTE A LOS GRANDES DESASTRES NATURALES

Como predecir su llegada con suficiente antelación

por Jerome Namias

JEROME NAMIAS, *uno de los más importantes meteorólogos de los Estados Unidos, tiene a su cargo las investigaciones meteorológicas del Instituto Scripps de Oceanografía de La Jolla, California. Ha recibido muchos premios por sus trabajos en la materia y es ampliamente conocido por su sistema de predicción del tiempo con un mes de antelación.*

GRACIAS a los medios modernos de comunicación todo el mundo dispone de una información rápida acerca de los desastres naturales debidos a fenómenos atmosféricos, tales como inundaciones, sequías, ciclones y tornados tropicales. Algunos de ellos, como los dos últimos que acabamos de citar, pueden preverse aproximadamente con un día de anticipación, de modo que las precauciones adoptadas logran salvar vidas y bienes.

Pero otros fenómenos son más «alevosos». Las sequías, por ejemplo, se desarrollan a lo largo de meses, estaciones del año e incluso años enteros y son causa de mayores sufrimientos debido al hambre y a los trastornos económicos que provocan. ¿Pueden predecirse con suficiente anticipación estos desastres? En caso negativo ¿qué probabilidades hay de que algún día sean previsibles?

Todos recordamos los estragos causados por las catástrofes naturales acaecidas hace poco tiempo: la devastadora sequía de 1972 en la Unión Soviética; la sequía actual en los países al sur del Sáhara, particularmente en Malí, Mauritania y Alto Volta, que dura desde hace tiempo y parece haberse agravado en los últimos años; las sequías estacionales que ocasionalmente se producen en ciertas regiones de la India y de Australia, así como la «seca» que algunos años afecta al nordeste del Brasil.

En el lado opuesto, cabe citar las

inundaciones de la región oriental de los Estados Unidos, en junio de 1972, debidas en parte al huracán «Agnes», que fue el ciclón más devastador de la historia norteamericana. No olvidemos tampoco las trágicas inundaciones de Florencia en 1966. Y esta no es más que una breve muestra de los acontecimientos espectaculares que han tenido lugar en la historia reciente de la climatología.

Desde tiempo inmemorial ha habido momentos en que la naturaleza entraba en violenta crisis y parecía mostrar que el clima estaba cambiando. ¿Por qué se comporta así la naturaleza? Desgraciadamente, el hombre no conoce todavía plenamente la causa de estos fenómenos y, por tanto, no puede predecirlos con certeza.

Sin embargo, al estudiar los que se han producido en los últimos decenios, la meteorología y la climatología han realizado progresos considerables. Gracias al Programa de Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM y al Programa de Investigación Global de la Atmósfera emprendido conjuntamente por la OMM y el Consejo Internacional de Uniones Científicas, nos cabe esperar que podremos obtener un conocimiento más profundo de los fenómenos naturales y, quizás, una predicción del tiempo acertada y a largo plazo.

Por el momento, la predicción científica a largo plazo se limita a una anticipación de un mes o, en el mejor de los casos, de una estación del año. Se trata de predicciones de carácter general. Su finalidad consiste, sobre todo, en determinar si la precipitación pluvial sobre vastas regiones será mayor o menor que el promedio normal durante un largo período, o cercana a éste, y si en esas regiones las temperaturas serán las normales o estarán por encima o por debajo de éstas.

Los métodos que se emplean actualmente no son, en su mayor parte, lo suficientemente precisos para indicar el comienzo o el fin de las grandes sequías, cuya duración puede ser de más de una estación y, a veces, de varios años. Tampoco pueden prever las lluvias persistentes que, al sobrepasar los límites normales, causan las inundaciones.

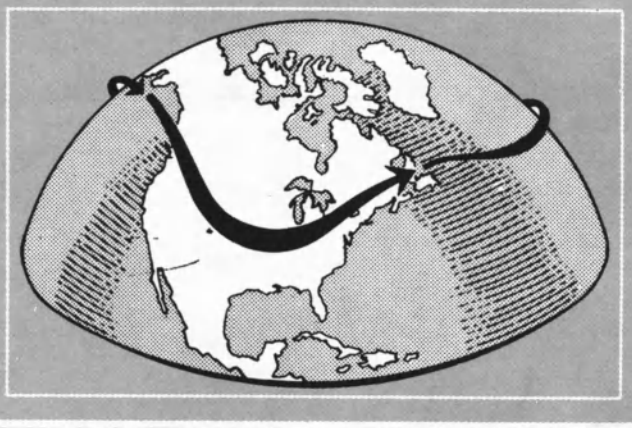
Examinemos algunos de los factores relacionados con la sequía; gracias a ellos podemos hacernos una idea de la complejidad de los fenómenos atmosféricos a largo plazo. La causa inmediata de la sequía es un movimiento descendente de las masas de aire, de unos centenares de metros por día. Este movimiento origina un calentamiento del aire al comprimirlo, aumentando la presión a medida que la masa desciende. Se trata de un fenómeno similar al calentamiento de las bombas para inflar los neumáticos de las bicicletas. Aunque la cantidad absoluta de vapor de agua en un volumen determinado de aire se mantiene idéntica durante el descenso, la humedad relativa disminuye debido a que el calentamiento del aire incrementa su capacidad para contener la humedad. Esto impide la formación de nubes o, si se forman, se disipan inmediatamente.

Las regiones sobre las cuales se produce ese movimiento descendente del aire o subsidencia, pueden abarcar cinco millones de kilómetros cuadrados, es decir, una superficie mayor que la de Europa occidental. Con el ascenso del aire, el enfriamiento hace que aumente la humedad relativa, favoreciendo la formación de nubes y, posiblemente, la lluvia.

La circulación atmosférica que produce el descenso o el ascenso del aire está relacionada con las ondulaciones horizontales de la corriente aérea de oeste a este que predomina en las latitudes templadas. Estas ondulaciones son más acusadas en niveles de 3 a 15 kilómetros de altitud. En esos niveles, los vientos del oeste generalmente se comban en dirección de los polos o de la línea equinoccial (vientos de cresta y vientos de vaguada, respectivamente), formando amplios meandros que recuerdan a un sinusoide. En un hemisferio puede haber al mismo tiempo cinco o seis de esas ondulaciones. El movimiento descendente del aire se produce por lo general en las crestas y el ascendente en las vaguadas.

Estos fenómenos planetarios pueden observarse en el mapa meteorológico de cualquier día, pero aparecen también en los mapas de promedios

SIGUE A LA VUELTA



MISTERIOSAS A GRAN

En las capas superiores de la troposfera, a unos cuantos kilómetros sobre el nivel del mar, estrechas y rápidas corrientes de aire se desplazan de manera sinuosa e irregular en dirección este alrededor del globo. Ya a comienzos de nuestro siglo se sospechaba la existencia de tales corrientes, pero solamente con la aparición de los aviones de gran altitud, en el decenio de 1940, se confirmó la presencia de esas «corrientes en chorro», que es el nombre con que se las conoce. Las más fuertes se producen en las latitudes medias. En el hemisferio sur casi siempre soplan del oeste. En el hemisferio norte, la influencia de los continentes produce cierta desviación de esas corrientes que a veces soplan del oeste-sudoeste en el Atlántico y el Pacífico y del oeste-noroeste en América del Norte, Europa y Asia. Arriba, diagrama de una corriente en chorro que da la vuelta al hemisferio norte. Una corriente de ese tipo alcanza generalmente su velocidad máxima a una altura de 9.000 a 12.000 metros. Normalmente su velocidad es de 190 km/hora, pero a

Foto © Vincent Schaefer, Nueva York

correspondientes a un mes, a una estación e incluso a uno o varios años. La razón estriba en que una serie de situaciones atmosféricas persistentes, a menudo de carácter anormal, pueden dominar en una misma región. Si esas situaciones consisten en vientos de cresta, las perspectivas que se presentan son de descenso persistente de las masas de aire y, consiguientemente, de sequía; si lo que domina son los vientos de vaguada, el panorama es de ascenso del aire y, por tanto, de nubes y lluvia.

La disposición de las crestas y de las vaguadas no es caótica sino que obedece a un promedio estadístico. Frecuentemente adoptan una disposición que recuerda un amplio mecanismo de elementos interconectados. Dicho de otro modo, cuando una cresta predomina en los vientos del oeste, su posición puede implicar la existencia de vaguadas en el otro lado y, frecuentemente, la de otras crestas más allá de estas vaguadas.

Esta interrelación la comprenden hoy bastante bien los meteorólogos gracias tanto a la teoría como a la observación empírica. Pero ¿ cuáles son los factores que determinan la formación de una o más crestas o vaguadas? Responder a esta pregunta constituiría un progreso capital.

La búsqueda actual de un sistema que permita predecir con exactitud y a largo plazo el tiempo parece reducirse a dos hipótesis principales, ambas relativas a fenómenos ajenos a la atmósfera. Según la primera, las ondulaciones anómalas de los vientos del oeste son, en virtud de alguna razón desconocida, originadas y mantenidas por fenómenos extraterrestres, tales como las variaciones de la actividad solar.

De acuerdo con la segunda, son causadas y mantenidas por variaciones que se producen en la superficie misma de la tierra: modificaciones de la cantidad de hielo y nieve, principalmente en los continentes, y variaciones de la temperatura en las capas superiores de los océanos. Estos fenómenos de superficie cambian con mayor lentitud que la agitada atmósfera, razón por la cual pueden constituir una especie de «memoria» que permite a los vientos y a los regímenes persistentemente anómalos reproducirse de manera periódica.

Los meteorólogos actuales parecen más dispuestos a aceptar la segunda hipótesis que la primera. Muchos especialistas consideran que, ante todo, debemos estudiar del modo más completo posible el sistema aire-martierra de nuestro globo, antes de recurrir a las influencias solares anormales. Evidentemente existe otra posibilidad —que, esperémoslo, no constituye una probabilidad—, a saber, que los sistemas eólicos de la atmósfera planetaria se hallan a merced de fuerzas sumamente pequeñas e inmensurables, de modo que solamente el azar puede determinar las características que la atmósfera va a adoptar el mes próximo o en la próxima estación. Por suerte, los meteorólogos tienen razones para pensar que la naturaleza no juega a los dados con ellos.

Los vientos del oeste no se limitan a ondular, sino que pueden también cambiar de posición latitudinal. Así, el núcleo central de esos vientos puede situarse, en algunos inviernos, a 10 o

CORRIENTES ALTURA

veces puede sobrepasar los 500 km/hora. Diversas corrientes distintas soplan a velocidades diferentes a lo largo del eje de una corriente en chorro, produciéndose la velocidad máxima en el centro de la corriente (véase el dibujo de la derecha). La diferencia de velocidad de los vientos a lo largo del eje puede ser de 160 km/hora o aun mayor. A veces una corriente en chorro se bifurca en dos corrientes principales de vientos muy fuertes, separadas por una distancia considerable. Las corrientes en chorro son de gran importancia para la aviación y la meteorología. En efecto, los aviones modernos utilizan comúnmente esas poderosas corrientes de aire, gracias a las cuales pueden reducir a casi la mitad la duración de un vuelo de larga distancia, economizando considerablemente el combustible. Las corrientes en chorro son también de gran importancia en lo que atañe a la predicción del tiempo, ya que algunos tipos de tormentas se producen muy frecuentemente bajo ellas. A la izquierda, cirros de gran altura arrastrados por una corriente en chorro.

Dibujos © U.S. Dept. of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C., tomado de The Jet Stream, Aviation Series No. 3

15 grados de latitud más hacia el sur que en otros, con el resultado de que las tormentas predominan en las regiones subtropicales mientras que las latitudes superiores quedan relativamente libres de ellas. Tales variaciones parecen relacionarse con grandes cambios del tiempo en los trópicos e, incluso, con influencias recíprocas entre los dos hemisferios.

Según una de las últimas hipótesis formuladas, las variaciones de la temperatura en la superficie de los mares a lo largo del ecuador determinan cambios anómalos en la atmósfera tropical; esas variaciones, en virtud de un complejo sistema de influencias, determinan también el régimen de los vientos del oeste en las latitudes medias.

Hay asimismo razones para pensar que los sistemas tropicales, incluídas las temperaturas de los océanos a lo largo del ecuador, dependen frecuentemente de fenómenos que se producen en las latitudes medias y subtropicales. Lo más probable es que las interacciones y retroacciones se produzcan en ambos sentidos. Así, la cuestión de saber cuál de los dos fenómenos se produce primero, como la de la gallina y el huevo, no halla una respuesta satisfactoria. Pero ello no impide el progreso en la predicción a largo plazo, acostumbrada ya a enfrentarse con complejos sistemas de relaciones.

Volviendo a algunos de los desastres naturales citados al comienzo, se ha podido demostrar la existencia de las siguientes relaciones:

La sequía de 1972 en la Unión Soviética estaba relacionada con una cresta alta y fuerte que persistió durante el verano y el invierno precedentes; esa cresta pudo haber sido causada inicialmente por una fuerte vaguada que afectó a las Islas Británicas, por otra fuerte cresta en el Atlántico central y por temperaturas anormales en la superficie del Atlántico septentrional (frías en el norte, cálidas en el sur).

En cuanto a la sequía al sur del Sáhara, parece relacionarse con un fenómeno en virtud del cual la zona intertropical de convergencia (o sea, el mecanismo que hace elevarse grandes cantidades de aire en los trópicos) no se ha desplazado hacia el norte en las estaciones de las lluvias, fenómeno que puede deberse a su vez al régimen de los vientos en las latitudes templadas o en otras regiones.

Las inundaciones de la parte oriental de Estados Unidos originadas por el huracán « Agnes », y quizá también las lluvias provocadas por tormentas anteriores, parece que se produjeron en una zona vulnerable de vaguada que separaba dos crestas, la más acusada de las cuales se situaba sobre el Atlántico central.

Estas conclusiones no se basan de ninguna manera en cálculos físicos. Pero, gracias al gran esfuerzo internacional que constituyen el Programa de Investigación Global de la Atmósfera y el de Vigilancia Meteorológica Mundial, tal vez puedan elaborarse modelos físico-matemáticos que utilizarán millares de millones de observaciones y numerosas computadoras de gran velocidad para desentrañar los secretos del tiempo. ■

CUANDO EL CICLON SE ACERCA

Existe ya un primer sistema de alarma, pero...

por Peter Rogers

SE ha dicho, no sin razón, que los ciclones tropicales son las tempestades más violentas del mundo. Nacidos de las calientes aguas de los océanos tropicales, los ciclones han arrebatado, a lo largo de los años y de los siglos, un número impresionante de vidas humanas y provocado daños y desgracias sin cuento. En el largo catálogo de las catástrofes meteorológicas que afligen a la humanidad, son ellos los responsables del 80% de todas las víctimas humanas.

¿Qué es un ciclón tropical? Lo podemos describir en líneas generales como un gran torbellino de aire que se mueve en espiral hacia su centro, punto en el cual la presión alcanza su nivel mínimo. En esa zona, que recibe el nombre de «ojo» del ciclón, solamente hay vientos ligeros; puede incluso estar en calma. En torno al ojo se produce un explosivo aumento de la masa nubosa, mientras el aire tropical húmedo asciende en una columna que puede alcanzar una altura de hasta 12.000 metros. Se trata de la zona de vientos máximos, que en un ciclón bien desarrollado puede superar los 370 km de velocidad.

Los efectos del ciclón se dejan sentir incluso a 500 km de su centro y su violencia disminuye progresivamente al alejarse de éste. Los meteorólogos clasifican los ciclones con arreglo a su intensidad, calificando de depresiones tropicales los vientos de hasta 33 nudos (más de 60 km por hora), de tormentas tropicales los que oscilan entre los 34 y los 63 (115 km por hora) y de huracanes los que adquieren una velocidad superior. Los violentos vendavales y las lluvias intensas y prolongadas afectan a zonas muy extensas y provocan amplios daños e inundaciones.

El profano se siente a menudo desconcertado ante la diversidad de nombres: tifones, huracanes, ciclones tropicales. De hecho, se trata de un mismo fenómeno que en el Caribe recibe el nombre de huracán y en el noroeste del Pacífico el de tifón. También hay ciclones tropicales en el suroeste del Océano Indico, en el Golfo de Bengala, en el Golfo Arábigo y en parte del Pacífico meridional, así como cerca de las costas septentrionales de Australia.

Se conocen muchos casos de grandes ciclones tropicales que provocaron graves destrucciones y pérdidas de vidas humanas. No hace falta remontarse demasiado en la historia, ya que el peor ciclón de todos los tiempos ha sido quizás el que asoló la actual República de Bangladesh la noche del 12 al 13 de noviembre de 1970. La gran marea de temporal, provocada por una baja presión barométrica y por un fuerte huracán, se vio aspirada por la abertura del Golfo de Bengala debido a la configuración de la costa y a la existencia de aguas poco profundas. Su llegada coincidió además con la pleamar. La altura de las olas osciló entre 3 y 9 metros. Tras barrer las islas y la baja franja costera, la marea produjo 300.000 muertos.

¿Podemos intervenir contra los ciclones tropicales? La respuesta a esta pregunta es decididamente afirmativa. Aunque quizá estemos todavía muy lejos de descubrir el modo de domeñar su furia, bastará con que se adopten unas precauciones razonables y con que se implante un sistema de alarma eficaz para ahorrar muchas vidas y limitar los daños. A decir verdad, se calcula que pueden salvarse por lo menos el 80 % de las vidas humanas. Si bien el costo de los daños ocasionados por los ciclones tiende constantemente a aumentar en casi todos los países, es mucho lo que puede hacerse para mantenerlo en un nivel mínimo. Por ejemplo, el establecimiento de normas de construcción, que supondrían sólo un aumento del 6 % de los costos de edificación, podría reducir los daños en un 60 % frente a vientos prolongados de hasta 240 km por hora. En cambio, no se considera económicamente posible construir edificios que puedan soportar vientos superiores a los 270 km.

Se necesita también implantar un sistema de alerta muy complejo y una estrechisima cooperación entre todos los responsables de la prevención de las catástrofes naturales y de la defensa civil, así como de las actividades de socorro y de rehabilitación. Como es lógico, la primera medida consistirá en detectar, seguir la pista y prever el desarrollo y el punto de impacto del ciclón, así como sus efectos posibles en términos de intensidad de los vientos, de lluvias y de inundaciones. Los satélites orbitales, y más especialmente los geoestacionarios, han liberado en gran medida al meteorólogo del arduo problema de descubrir la formación de un ciclón en remotas aguas oceánicas sobre las que

SIGUE EN LA PÁG. 56

PETER ROGERS *es un especialista en ciclones tropicales de la Organización Meteorológica Mundial. Dentro del programa especial de Vigilancia Meteorológica Mundial, se ha ocupado sobre todo de los proyectos de la OMM destinados a reducir los estragos causados por los ciclones. En tal sentido interviene en el Comité de Estudios sobre los Tifones en los países del Asia sudoriental, creado en 1968.*

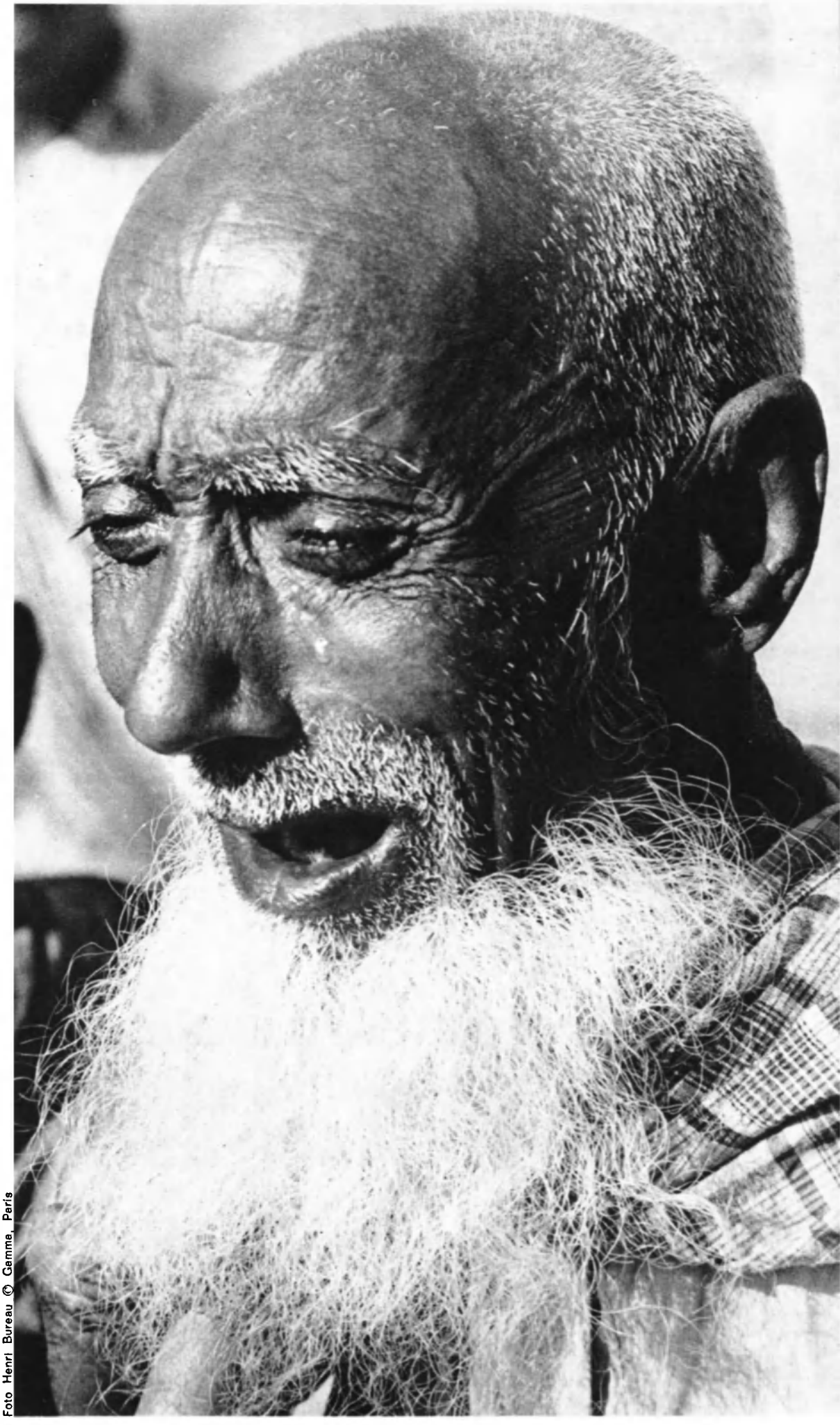


Foto Henri Bureau © Gemme, Paris

BANGLADESH Imagen de la desolación

El ciclón tropical que asoló Bangladesh en noviembre de 1970 fue uno de los más devastadores de este siglo. Un anciano llora la pérdida de vidas y de bienes causada por el desastre: imagen mucho más expresiva que cualesquiera palabras sobre la angustia y el sufrimiento que dejan como secuela los ciclones.

SIGUE A LA VUELTA

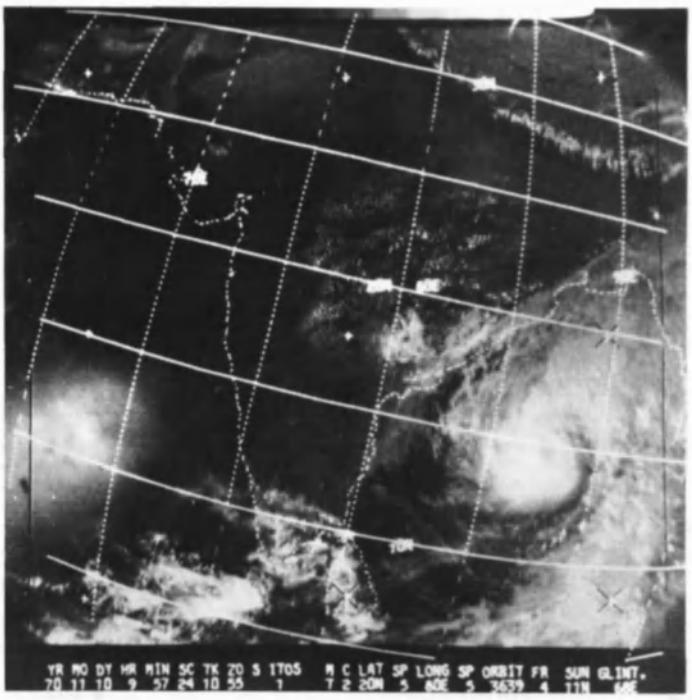


Foto OMS

BANGLADESH *(cont.)*

Las "killas" salvadoras

Cerca de medio millón de personas murieron en el ciclón que azotó a Bengladesh la noche del 12 al 13 de noviembre de 1970. Muchas de esas vidas habrían podido salvarse si hubiera sido mejor el sistema de comunicaciones y si hubiera existido ya la cadena de montículos artificiales llamados «killas» (abajo a la derecha) donde pueden hallar refugio durante las inundaciones los hombres y el ganado y que actualmente se construyen con ayuda de la Cruz Roja. Las fotografías transmitidas por el satélite ITOS 1 (como la foto de arriba) a las 9 y 57 de la mañana del 10 de noviembre de 1970, mostraban que en el Golfo de Bengala se estaba formando un ciclón que avanzaba rápidamente del norte al noreste. Pero era demasiado tarde ya para alertar a la población de las aldeas diseminadas en el bajío de las zonas costeras de Bengala, a fin de que huyeran de la inmensa marejada que se abatió sobre ellas al paso del ciclón. Sin tener a dónde escapar (arriba), la mayoría de las víctimas murieron ahogadas. Las pérdidas materiales (abajo a la izquierda) fueron enormes; los supervivientes, desprovistos de sus medios de vida, dependieron por completo, durante muchos meses, de los socorros que aportaron diversos países en una amplia operación internacional de salvamento (arriba a la derecha).

Foto Marilyn Siverstone © Magnum, París

Fotos Ch. Simonpietri © Gamma, Paris

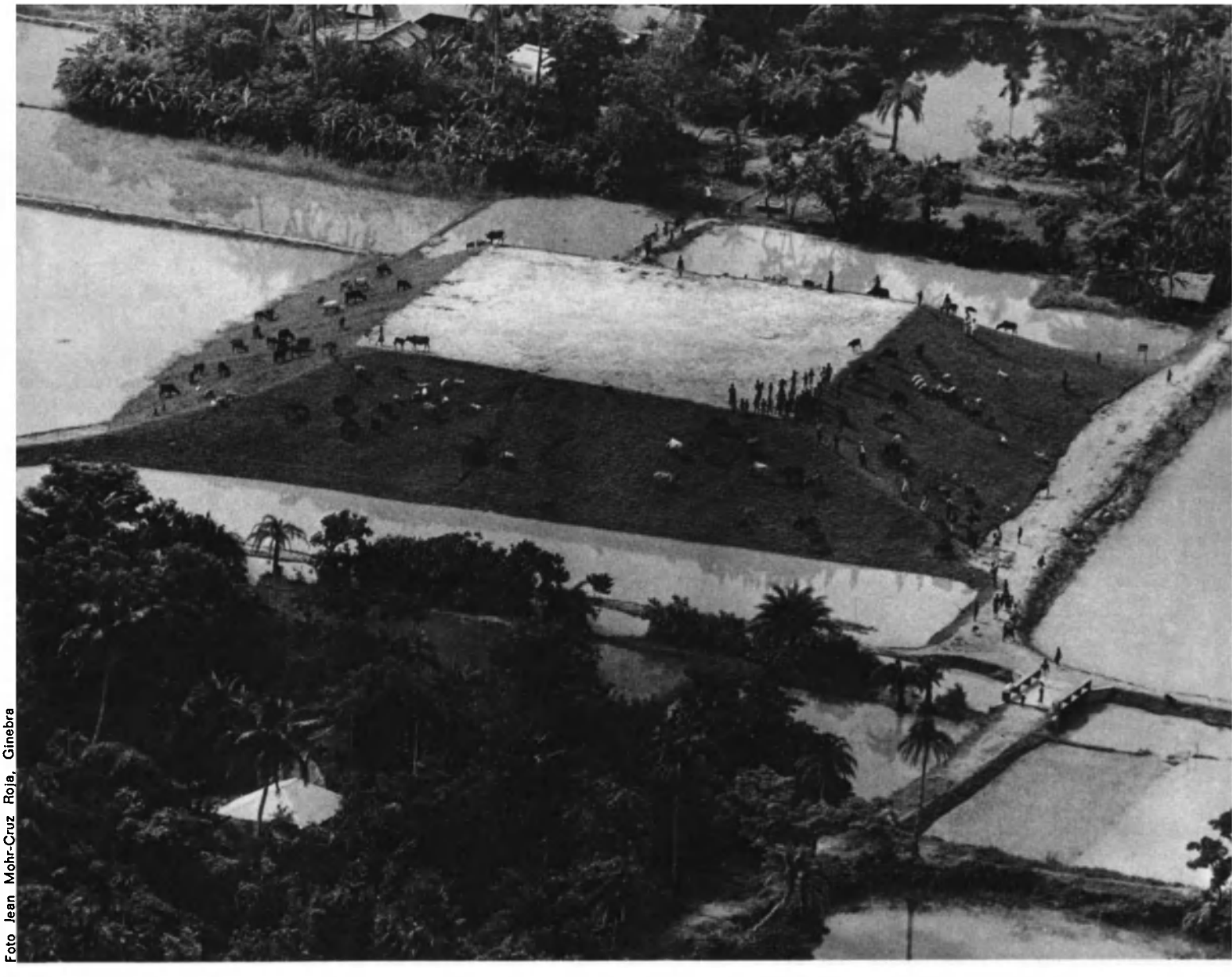


Foto Jean Mohr-Cruz Roja, Ginebra

No basta con predecir, se necesita también proteger

tiene escasa información. Todavía sigue siendo difícil, por lo menos en ocasiones, situar exactamente el centro del ciclón, pero la tecnología, en rápido progreso, logrará sin duda resolver el problema.

El recorrido que siguen los ciclones es muy irregular y caprichoso. En un pronóstico de 24 horas, un error de tan sólo 10° en relación con el recorrido significa que el ciclón llegará a la costa a más de 100 millas náuticas (unos 185 km) del punto previsto. La vigilancia por medio de satélites, de aviones de reconocimiento especialmente equipados y, por último, de un sistema de alarma con radar de 10 cm cuando el ciclón está a una distancia de 300 a 400 kilómetros, puede servir para vigilar muy de cerca su llegada a la costa. Así, pues, un sistema meteorológico que aproveche plenamente los modernos medios tecnológicos constituirá el requisito para poder prever exactamente el movimiento y evolución de los ciclones y alertar a la población.

PERO la mejor de las previsiones resultará inútil si no se toman las medidas oportunas. Así, deben existir planes nacionales minuciosos y cuidadosamente preparados, con objeto de que todos los responsables de la seguridad, de la vida y de los bienes humanos sepan exactamente lo que tienen que hacer al recibir el aviso pertinente. Y, sobre todo, es decisivo que la alerta se dé a su debido tiempo y llegue a todas las personas amenazadas por el ciclón; es también preciso que la gente sepa proteger su propia vida y sus bienes y tenga una idea clara de los riesgos que corre. Una vigorosa campaña de información pública constituye el único modo de lograr ese objetivo.

Debe asimismo establecerse la máxima cooperación entre los organismos técnicos y los de asistencia social, con objeto de que todo el sistema pueda funcionar eficazmente.

En último término, el éxito o el fracaso del sistema de defensa y alerta depende de su eslabón más débil, esto es, del propio hombre. Una previsión exacta, un sistema bien concebido de prevención de las catástrofes naturales y todos los medios imaginables que puede aportar la tecnología servirán de muy poco si la reacción humana no se ajusta a la realidad del momento. Todo ciclón deja tras sí un sinfín de anécdotas que ponen de manifiesto la infinita variedad de reacciones humanas ante la amenaza de una catástrofe.

En este punto entran en juego la edad, las condiciones de salud, la instrucción, la situación familiar, la experiencia anterior en materia de catástrofes naturales y otros muchos factores, pero se trata de algo tan complejo que no cabe aplicar de modo general a futuras situaciones de ese tipo una pauta de comportamiento claramente definida. Un ingeniero aerospacial de Tejas puede mostrarse tan testarudo como un campesino bengalí cuando se trata de convencerle de que abandone su hogar ante la inminencia de un peligro.

Muy pocas autoridades tienen atribuciones suficientes para imponer la evacuación de las zonas amenazadas. Y, sin embargo, la creciente presión demográfica obliga a la gente a vivir en zonas costeras o en tierras agrícolas bajas, expuestas a padecer los efectos de los ciclones. En muchas zonas ciclónicas están aumentando las probabilidades de pérdida de vidas humanas, tendencia que sólo podrá invertirse mediante la aplicación implacable de unos rigurosos controles. Hasta el momento se ha hecho muy poco en este sentido, y con frecuencia se descuida incluso la organización de vías adecuadas para la evacuación de la población.

En ciertas regiones del mundo —por ejemplo, en Bangladesh— la evacuación de las islas bajas puede no resultar factible. En este país, y con arreglo a un proyecto patrocinado por la Liga de Sociedades de la Cruz Roja, se han construido las llamadas «killas», que son montículos de tierra de hasta 7 metros de altura destinados a servir de refugio a la población local. Medidas tan relativamente sencillas como ésa pueden reducir radicalmente las pérdidas de vidas humanas por obra de los ciclones tropicales, ya que un 90 % de ellas corresponden a personas que perecen ahogadas. A pesar de la violencia de los huracanes, éstos producen un número relativamente pequeño de víctimas. Los objetos impulsados a gran velocidad por el viento constituyen la amenaza fundamental, pero son fáciles de evitar confinándose en un edificio sólido y permaneciendo en él hasta que haya pasado el peligro.

No debe considerarse la llegada del ojo del ciclón, con sus vientos moderados, como un indicio de que ya ha pasado el peligro. Tras una breve pausa, los vientos soplarán con renovada violencia desde el extremo opuesto.

¿Cómo se ponen en práctica estas medidas en los más de cuarenta países del mundo que sufren el azote de los ciclones tropicales? Es evidente que los problemas no han variado a lo largo de los siglos, pero tan sólo últimamente se ha dado cuenta el hombre de todo lo que puede hacer para impedir la pérdida de vidas humanas y los estragos ocasionados por un ciclón en la economía nacional.

En la mayoría de los países se ha establecido un sistema de alerta para hacer frente a esta ancestral amenaza, pero en muchos de ellos no está todavía lo suficientemente desarrollado como para que sea plenamente eficaz. La Organización Meteorológica Mundial empezó a interesarse de un modo especial por prestar ayuda a esos países en el año 1966, en estrecha cooperación con la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Asia y el Lejano Oriente (CEALO).

La urgente necesidad de reducir las consecuencias económicas de los tifones en los países en desarrollo del Asia sudoriendal dio lugar a la creación en 1968 del Comité Internacional sobre los Tifones. Siete países (Japón, República de Corea, Hong-Kong, Filipinas, Laos, Tailandia y República Kmer) se han agrupado en ese comité con la decidida finalidad de llevar a la práctica un programa conjunto que acelere la adopción de medidas encaminadas a reducir las pérdidas de vidas humanas y los daños materiales provocados por los tifones. Su programa abarca el establecimiento de medios meteorológicos e hidrológicos en los países miembros, a fin de mejorar la previsión y el sistema de alerta contra los tifones, la labor de formación e investigación, la prevención de las catástrofes y la información del público.

HAN transcurrido cinco años desde el comienzo de ese programa, que ha aportado considerables mejoras a los países miembros del citado comité. Nuevos medios tecnológicos como el equipo que permite registrar las informaciones transmitidas por satélite, el radar, los pluviómetros y los mareómetros contribuyen a mejorar la predicción de los tifones y de las inundaciones. La mayor rapidez de las telecomunicaciones permite difundir datos vitales a todos los países interesados, y la formación de personal nacional en las técnicas más modernas contribuye a dar mejor a conocer el modo en que la ciencia puede ayudar a contrarrestar la amenaza de los tifones.

En marzo del presente año, con la ayuda de la Liga de Sociedades de la Cruz Roja, la OMM y la CEALO enviaron un equipo de tres especialistas a Hong-Kong, Corea y Tailandia para fomentar una más estrecha cooperación entre los diversos organismos nacionales de prevención de las catástrofes naturales y preparar un programa ulterior de acción. Esta iniciativa ha sido la primera de su clase

y contribuirá a estimular la coordinación de las actividades preventivas.

Esas actividades innovadoras del Comité sobre los Tifones despertaron muy pronto creciente interés en otras zonas tropicales, lo que dio lugar a la creación de otros dos grupos regionales que tienen objetivos muy similares y que abarcan uno el Golfo de Bengala y el Golfo Arábigo y el otro el suroeste del Océano Indico. Aunque empiezan apenas a funcionar, hay razones fundadas para esperar que el enfoque regional aplicado a la zona de tifones será también eficaz en esas otras regiones del mundo.

El trágico ciclón de 1970 en el Golfo de Bengala constituyó el punto de partida para las ulteriores actividades de la OMM en relación con los ciclones. Cuando, muy poco tiempo después, una serie de tifones asolaron las Filipinas causando grandes pérdidas de vidas humanas y muy extensos daños, el Comité sobre los Tifones recurrió a la Asamblea General de las Naciones Unidas solicitando la adopción de medidas en el plano internacional. La Asamblea General respondió rápidamente al llamamiento e invitó a la OMM a que movilizara científicos y recursos materiales con objeto de descubrir el modo de mitigar los efectos nocivos de los ciclones y de eliminar o reducir al mínimo su potencial de destrucción.

EN cumplimiento de esa recomendación, la OMM lanzó su Proyecto sobre los tifones tropicales y organizó un grupo de expertos internacionales en ciclones tropicales, encargados de examinar la situación existente en materia de previsión, alerta y otros factores necesarios para reducir los daños y de definir los objetivos del proyecto. Tras ello, preparó un plan de acción a largo plazo correspondiente a ese proyecto, que abarca la detección y previsión de los ciclones tropicales, las mareas de temporal y las inundaciones, la creación de sistemas de alerta, la evaluación de los riesgos, la prevención de las catástrofes y la educación de la población en estas cuestiones, así como las actividades de socorro, formación e investigación y la preparación de instrumentos y equipo.

Si se quiere que todos los países puedan utilizar los mejores métodos y técnicas disponibles en todo el mundo para reducir las consecuencias de los ciclones tropicales, habrá que llevar a cabo numerosos estudios y una gran labor de desarrollo. Se trata de un plan ambicioso, con arreglo al cual deberá proporcionarse a los científicos más destacados en este campo los recursos necesarios para realizar una labor que tiene una gran importancia para toda la humanidad.

Desde hace muchos años se vienen efectuando investigaciones sobre los ciclones tropicales en muchos países del mundo. Se han logrado ya grandes progresos, y existe la acuciante necesidad de aprovechar las capacidades de los científicos de diferentes países en un empeño global para solventar los problemas pendientes. Unicamente mediante el esfuerzo coordinado de muchos especialistas se podrán resolver definitivamente estos problemas. Uno de los objetivos del Proyecto de la OMM sobre los ciclones tropicales consiste en fomentar esa labor internacional y en procurar que se encauce principalmente en el sentido de salvar vidas humanas y de mejorar la calidad de la vida mediante la reducción de los daños.

Resultaría absurdo afirmar que se pueden lograr grandes progresos inmediatos. Los horrores provocados por los ciclones tropicales han afligido a la humanidad durante siglos y siglos y sería utópico pensar que puedan eliminarse de la noche a la mañana. Hemos de pensar en un programa a largo plazo, medido quizás en decenios. Y, mientras se lleva a cabo esa labor esencial, cabe albergar la esperanza de que prosiga ininterrumpidamente el progreso en la aplicación de la moderna tecnología para mejorar el sistema de alerta mediante los diversos programas regionales patrocinados por la OMM. ■

Foto © Paul Almasy, París

Los tifones y otros desastres naturales azotan periódicamente al Japón, las Filipinas y las regiones de Asia oriental, causando inmensas pérdidas en vidas humanas y en bienes materiales. En la foto, en una calle de una ciudad filipina, un letrero informa a los habitantes sobre el sistema de «alarma de tempestad»: si la sirena suena una vez, indica vientos de 50 a 85 km/h; dos veces, vientos de 85 a 120 km/hora.

CARA Y CRUZ DE LA SADIBURIA METEOROLOGICA POPULAR

De animales y plantas como anunciadores del tiempo

por Roger Clausse

LLEGARA probablemente un día en que el tiempo del día siguiente será previsto con certeza, porque serán los propios hombres quienes lo fabriquen, modificando a su gusto la formación o la desaparición de las nubes y las lluvias. Resulta curioso comprobar que era así como los pueblos de la antigüedad abordaban los problemas de la meteorología. Cierto es que entonces las divinidades gobernaban los fenómenos atmosféricos y que bastaba con invocarlas para modificar (al menos así se creía) el curso de las tempestades o para poner fin a las sequías.

Encontramos tales prácticas en todas las viejas civilizaciones, ya se trate de invocaciones al «Brujo del frío» de los bordes del Océano Artico, ya del tantán que llama a la lluvia en los antiguos pueblos del Africa negra, ya de sacrificios destinados a atraer las aguas celestes de los que se han descubierto representaciones de una antigüedad de 3.000 años en las excavaciones de Sumeria, en Asia.

También encontramos estas prácticas en la antigua China, en el Japón, entre los indios de América del Norte, entre los arios de la India, en Grecia, en Roma..., en fin, en todas las regiones del mundo, hoy representadas en los organismos mundiales de la meteorología científica.

No obstante, entre estas prácticas desaparecidas y las todavía tímidas tentativas de acción sobre el tiempo en este período final del siglo XX, hay todo un camino del pensamiento y de la investigación que el hombre ha tenido que recorrer.

Los hombres comenzaron aprendiendo a observar los fenómenos para intentar comprenderlos. Después, acumulando coincidencias y repeticiones, buscaron el medio de descubrir las leyes o, mejor dicho, las reglas que conectaban recíprocamente a estos fenómenos.

Las primeras observaciones condujeron de una manera natural hacia los acontecimientos, las cosas y los seres que conocemos a diario, en la vida corriente. Y, por esa razón, fue en el comportamiento de los animales y de las plantas donde se apoyaron las primeras constataciones y, más adelante, las primeras deducciones.

Para aclarar todo lo que sigue hay que reparar en que el éxito y la difusión de estas deducciones dependían de la audiencia de que gozaban quienes las llevaban a cabo. El peso de la afirmación de un jefe de poblado o de un antepasado (en la época en que era respetado y escuchado) otorgaban al adagio un carácter de indiscutibilidad; transmitidos de generación en generación, más o menos deformados, no es extraño que los adagios y refranes meteorológicos hayan perdurado a través de los siglos.

Sea como fuere, aun sin esperar resolver ciertos «misterios» de la vida animal, cabe intentar discernir qué hay de verdadero y qué de falso en estas antiguas aseveraciones, que algunos consideran ciertas en bloque.

Los viejos almanaques de hace cerca de cinco siglos y ciertos manuscritos todavía más antiguos contienen listas impresionantes de comportamientos variados de los animales ante la inminencia de la lluvia o del retorno del buen tiempo.

Cierto es que, más próximos que el hombre a la naturaleza, y no sometidos a medicaciones de todo tipo, los animales conservan algunas reacciones primitivas frente a los fenómenos naturales y sus agresiones. De la misma manera que esta o aquella especie está dotada de instintos basados sin duda en percepciones sensoriales que desconocemos y que le permiten encontrar su lugar de permanencia estacional tras un largo recorrido o detectar a gran distancia el acercamiento de un enemigo, es muy probable que la sensibilidad meteorológica permita a ciertos animales descubrir las variaciones de las condiciones atmosféricas que preludian la llegada de un fenómeno importante. Más adelante veremos que, mediante la observación de indicios visibles, el hombre puede llegar a hacerse una idea acerca de esa llegada.

Pero conviene hacer una selección en esos «presagios» y en las interpretaciones que se han dado al comportamiento de los animales y de las plantas más o menos relacionado con factores meteorológicos.

A riesgo de ser tachados de ignorancia, preferimos dejar un punto de interrogación que, en gran medida, representará una duda, respecto de muchos adagios y pronósticos, frecuentemente contradictorios o demasiado sutiles, sobre el comportamiento de las ranas y los sapos que, se dice, anuncian el buen tiempo o la lluvia. Por ejemplo:

«Sapos cantando, buen tiempo están anunciando.»

Pero :

«Cuando el sapo canta fuerte, lluvia promete.»

O bien:

«Ranas muy cantoras, serenas auroras. »

Pero, en cambio:

«No hay tal señal de agua como oir cantar las ranas.»

¿Se trata de una contradicción o es que para interpretar estos adagios es preciso poseer un oído muy musical capaz de diferenciar el tipo de canto?

ROGER CLAUSSE *(véase la nota biográfica de la página 43).*

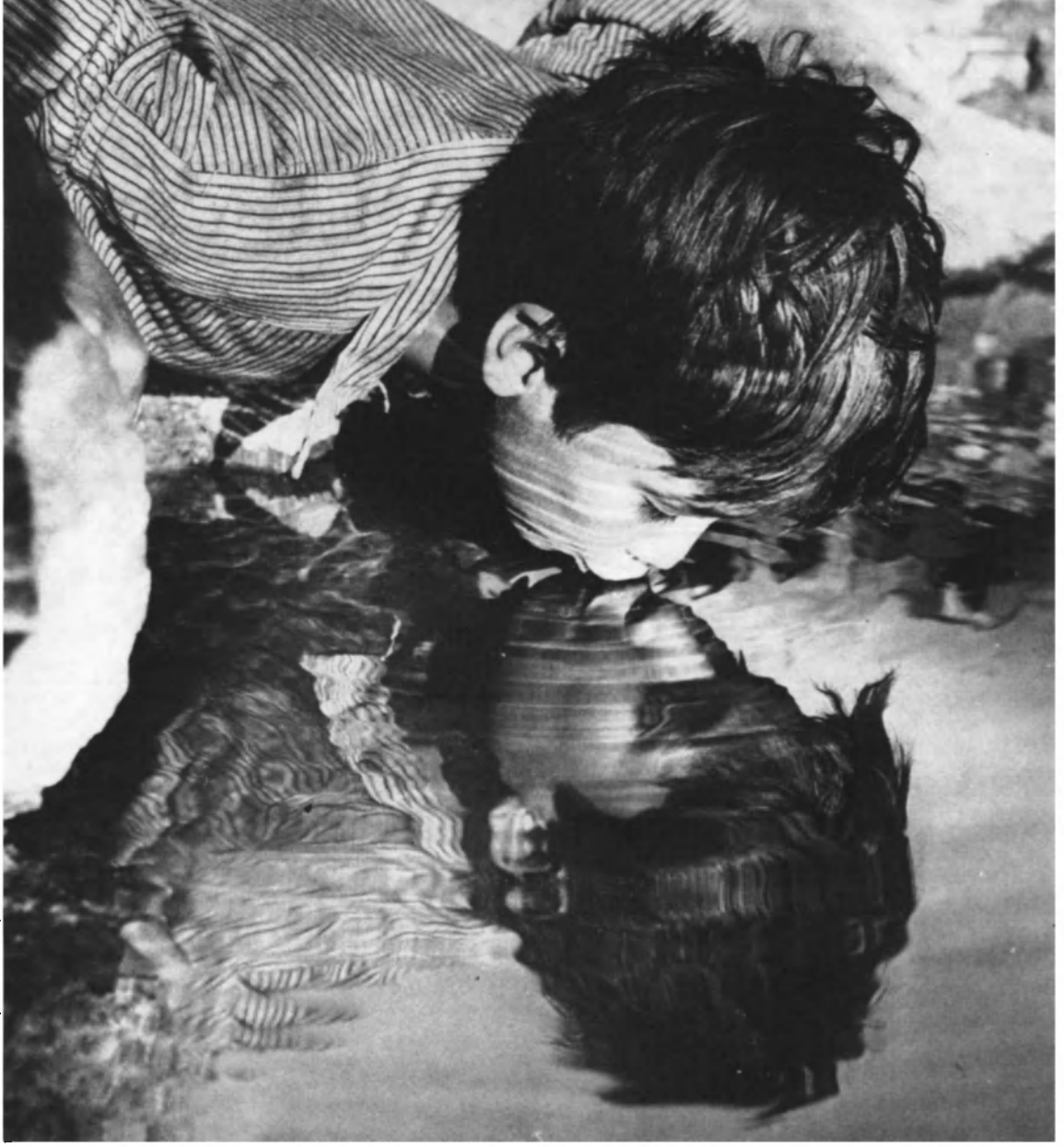


Foto © Dominique Darbois, París

«Nadie sabe lo que vale el agua hasta que falta», dice un refrán de lengua española. Sabiéndolo o ignorándolo, un muchacho mexicano bebe de un arroyo.

Por otro lado, la rana domesticada, en su bocal de vidrio dentro de la casa caliente carece de contacto con la naturaleza y probablemente ha perdido, si es que la tuvo alguna vez, una ciencia instintiva basada en sus propias reacciones meteorológicas.

Parece que también, antes de llover, los campañoles y otros tipos de ratones de campo salen corriendo de sus galerías, los topos entran y salen de la topera enloquecidos, los lobos aúllan furiosamente, las cabras y los carneros se topan con sus cornamentas, el asno rebuzna y sacude las orejas, gruñe y se agita el puerco: en una palabra, todos «sienten como se acerca el mal tiempo».

Este comportamiento agitado sería explicable si las sensaciones particulares que experimentan preludiasen realmente la llegada de la lluvia o la tempestad, fenómeno bastante molesto para unos seres que viven al aire libre o en galerías subterráneas que constituyen su «habitat» y que corren el riesgo de quedar inundadas por las lluvias copiosas. Pero para que este pronóstico fuera razonable sería necesario que los animales profetas se encontrasen en una masa de aire que, por sí misma, resultase característica del tiempo que se avecina, es decir, que poseyera propiedades particulares y anunciadoras.

Ahora bien, está ya perfectamente establecido que el tiempo del día siguiente se fragua a centenares de kilómetros en torno al lugar referido y que las modificaciones de las condiciones atmosféricas en este lugar se ponen de manifiesto generalmente muy poco tiempo antes de la llegada de la lluvia, comenzando por afectar a las capas superiores de la atmósfera.

Hay indudablemente factores, como la presión atmosférica, que pueden variar en el curso de las 24 horas precedentes, pero es poco probable que los animales sean sensibles a ella. Puede variar también la orientación del viento, a veces el grado higrométrico del aire y, tal vez, la electricidad atmosférica.

Dada la complejidad de estas modificaciones previas del aire, la tenuidad de las informaciones que aportan sobre los cambios de tiempo que van a sobrevenir y, en especial, el hecho de que una u otra de esas modificaciones puede producirse sin que la lluvia o la tempestad sobrevenga, cabe pensar, sin gran riesgo de error, que esas actitudes animales derivan sin duda de causas variadas, tal vez fortuitas, y que si de vez en cuando preludian un cambio de tiempo real, es por pura coincidencia.

Tados hemos podido comprobar alguna vez que cuando el gato desliza su pata por detrás de la oreja, las personas de la casa anuncian que va a llover. El gato, en realidad, no anuncia nada: se rasca porque la electricidad atmosférica ha cambiado, porque ha disminuido la humedad o porque tiene, en virtud de causas simplemente fisiológicas, un picor local. Hay que reconocer, no obstante, que los felinos son particularmente sensibles a los cambios de la electricidad atmosférica y que presentan un comportamiento agitado en caso de tormenta o de nieve.

Los pájaros han hecho siempre de augures. Sin duda, las grandes migraciones de aves han contribuido mucho a esta reputación. Aun sin comprender claramente el mecanismo y la técnica de estos desplazamientos, los especialistas señalan que las migraciones de ciertas especies (como los vencejos y las cigüeñas) ocurren práctica-

SIGUE A LA VUELTA

mente en fecha fija, con sólo unos días de oscilación, y que las variaciones constatadas (precocidad o retraso en la partida) se relacionan con las variaciones locales de las condiciones atmosféricas y, sobre todo, con las de la cantidad de alimentos (moscas o granos) disponible, pero no con el tiempo que hará dentro de unos días.

Ocurre muchas veces que las golondrinas, confundidas por la llegada repentina del frío, mueren ateridas, como aquellos millares de aves retrasadas que, en el mes de octubre de 1939, fueron sorprendidas por una borrasca de nieve en Borgoña.

Las gaviotas que huyen ante la proximidad de la tempestad pueden anunciar realmente la llegada del fenómeno en la región donde se refugian, a condición de que la tempestad siga su mismo camino. Porque, en efecto, puede ocurrir que, para evitar una tempestad cercana a las costas del Atlántico, las prudentes gaviotas estacionen durante algún tiempo en las orillas parisienses del Sena, mientras la tempestad se dirige hacia Amsterdam y el cielo de París permanece despejado.

Otros adagios relativos al vuelo de los pájaros, en periodo normal, parecen basados en consideraciones meteorológicas más inmediatas:

«Golondrina en bajo vuelo espera lluvia del cielo.»

«Golondrina en vuelo alto hace tiempo despejado.»

O bien:

«Golondrinas altas, buen tiempo anuncian; si vuelan bajas, próxima lluvia.»

Puede explicarse este comportamiento por el hecho de que, en un periodo de buen tiempo, el calentamiento del suelo provoca movimientos ascendentes que arrastran hacia arriba a las moscas con que la golondrina se alimenta. Por el contrario, antes de la llegada de la lluvia, un fenómeno de hundimiento general de la masa de aire tendería a situar cerca del suelo a estos insectos, invitando a los pájaros a volar a su nivel.

Sin embargo, si los movimientos ascendentes y la convección generalizada son violentos, arrastrando consigo a las golondrinas hacia los niveles superiores, el riesgo de chaparrón no queda por ello excluído.

¡La meteorología es una ciencia difícil, incluso para los pájaros!

Hay refranes en el norte de la India que dicen que, cuando existe amenaza de lluvias e inundaciones, las iguanas caminan hacia atrás y trepan por los troncos de los árboles con la cabeza hacia abajo.

Recordemos que, en toda la India, los proverbios que anuncian el buen tiempo son los que hablan de la venida de las lluvias, siendo considerada la sequía como mal tiempo.

Si descendemos en la escala del mundo animal, encontramos refranes del mismo tipo relativos a los crustáceos (los cangrejos salen de sus rincones y del cauce del río ante la proximidad del mal tiempo), las libélulas vuelan a ras del agua, el caracol se aventura por su terreno (¡sobre todo si ha llovido!), las arañas tejen su tela, los peces se niegan a morder el anzuelo y nadan cerca de la superficie, prestos a saltar para atrapar los insectos que vuelan a ras del agua. ¿Debe verse, en este último caso, la consecuencia de las variaciones de la presión atmosférica o de la temperatura que, al modificar la proporción de oxígeno del medio líquido, incitan a la fauna acuática a aproximarse a la superficie cuando desciende la presión y hay posibilidades de que llueva?

Nos guardaremos de polemizar sobre esta creencia, muy arraigada en el espíritu de los pescadores, que encuentran en ella una excusa suplementaria cuando un pez no responde a sus anhelos ni a sus cebos.

LA flora, al igual que la fauna, puede reaccionar ante el tiempo que hace o que ha hecho. Y de esto a concluir que su comportamiento anuncia el tiempo que hará, hay sólo un paso, muy fácil de dar.

De hecho, las plantas tienen una vida tan estrechamente ligada al desarrollo de las condiciones atmosféricas que pueden constituir un verdadero «integrador» de las condiciones climáticas. En efecto, la lluvia, el sol y la temperatura determinan las diversas fases de la germinación y de la vegetación (brotes, hojas, flores y frutos), el calendario de los diversos fenómenos. Por ejemplo, observando la fecha de floración de algunas especies se han podido trazar mapas en los que las diferentes zonas aparecen marcadas por un complejo climático más o menos favorable durante los meses transcurridos.

Pero aquí se trata de climatología y no de previsión del tiempo. Como máximo, se pueden sacar conclusiones sobre la fecha probable de la recolección, teniendo en cuenta el estado de avance de la vegetación y siempre que los acontecimientos meteorológicos se desarrollen normalmente.

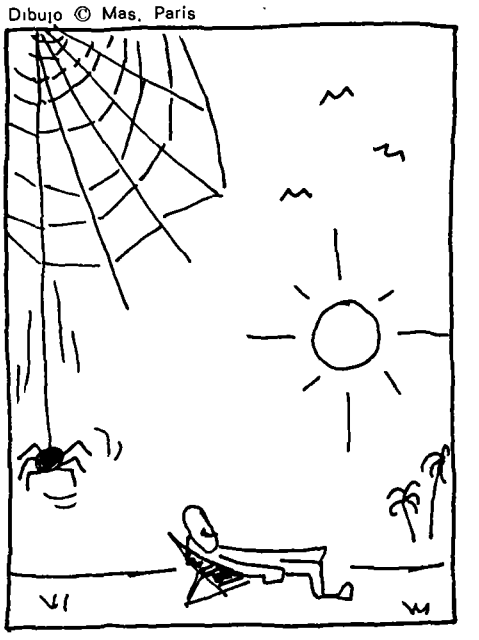
Así, cuando las cebollas se recubren de telas o capas espesas y numerosas, esto no quiere decir, como algunos aseguran, que el invierno será crudo, sino que el tiempo, durante el periodo de maduración, ha sido más o menos cálido o más o menos seco. Pero el tiempo del futuro invierno no está ligado, estadísticamente, al tiempo de las estaciones precedentes.

Día a día, las plantas son sensibles a las condiciones locales de humedad, de calor o de insolación y no es un misterio que el dondiego de día, la enredadera y la margarita se cierran cuando el aire se hace más húmedo, cosa que, sin embargo, no anuncia necesariamente lluvia. La alcachofa, al igual que la piña, abre sus escamas u hojas cuando llega el buen tiempo y las cierra cuando amenaza lluvia. En realidad, se trata de simples higrómetros que informan sobre la humedad del aire, lo mismo que la figurilla pertrechada de paraguas y sujeta a un cabello que se estira obligándola a salir de su casa en miniatura cuando el aire es húmedo.

En fin de cuentas, incluso en el caso de que todas las dudas se disiparan, de que nuestro escepticismo resultara infundado y el día de mañana se demostrase que, con un razonable porcentaje de aciertos, estos indicios merecen tomarse en consideración, ¿qué podría deducirse de una atenta observación de la enredadera, del sapo o del lavado del gato? En verdad, muy poca cosa.

En el campo de la observación ya más científica, se sabe también con certeza lo que representa el halo o círculo brillante que a veces se produce alrededor del sol o de la luna:

Dibujo © Mas, París



«Telarañas por la mañana, buen tiempo señalan» (refrán japonés).

indicio de la presencia de aire caliente en la alta atmósfera, fenómeno que, preludio frecuente a la llegada de la lluvia, los observadores meteorológicos suelen detectar.

Porque, si el hombre está más bien desprovisto de instintos en la esfera de la meteorología (con excepción de sus dolores, que renacen con el frío o con el calor), dispone en cambio de medios de observación y de medida de esos factores atmosféricos ante los que reaccionan los animales y las plantas, tal vez inconscientemente.

La cantidad de vapor de agua contenida en el aire o el grado de electricidad que causa molestias al gato, las variaciones de la presión atmosférica que hacen ascender a los peces a la superficie, la fuerza de las corrientes ascendentes o descendentes que obligan a cambiar el nivel del vuelo de las golondrinas, así como otros muchos parámetros, son medidos

SIGUE EN LA PAG. 64

«Si los patos silvestres llegan llenos de grasa, la primavara será fría y larga» (refrán de la URSS). Grabado en madera tomado de «De Gentibus Septentrionalibus», obra del autor sueco Olaus Magnus publicada en Roma en 1555 (véase también el grabado de la pág. 6).

Foto © Biblioteca Nacional, Paris

Florilegio de refranes sobre el tiempo

AVES E INSECTOS

— Cuando las cigüeñas van al norte en primavera, dos días después lluvia espera *(Alemania, Italia, países árabes).*
— Alas abiertas en el gallinero son anuncio de aguacero *(India).*
— Si la alondra alto vuela es porque el buen tiempo llega *(Japón).*
— Los gansos silvestres que vuelan sobre grandes extensiones de agua indican cambios del tiempo: si van al sur, hará frío; si van al norte, calor *(EUA).*
— Si la gallina se sostiene sobre una pata y esconde su cabeza bajo las plumas, lluvia segura *(Irán).*
— Cuando el chorlito canta, lluvia amenaza *(Irlanda).*
— Cuando el cuervo se baña, cerca viene el agua *(España, Hispanoamérica).*
— Cuando el gallo canta y después bebe, pronto truena o llueve *(España, Hispanoamérica).*
— Golondrinas altas, buen tiempo anuncian; si vuelan bajas, próxima lluvia *(España, Corea, Suiza, Francia, Japón, China, URSS, Turquía, etc.).*
— Si a las doce de la noche canta el gallo, en invierno nieva y hiela en verano *(España).*
— Si las grullas vuelan alto gritando y sin prisa, buen otoño indican *(URSS).*
— Si una oca doméstica camina de sur a norte, el tiempo será lluvioso *(Irán).*
— Si las hormigas remueven sus huevos y ascienden la colina, la lluvia se aproxima *(India, Japón).*

«Si antes de comenzar la primavera hay truenos, cuarenta y nueve días de mal tiempo» (refrán chino). Grabado en una estela china de la época de los Han (del 206 a. de J.C. al 220 de nuestra era).

— Si las efímeras hormiguean, habrá una estación seca *(Corea).*
— Si bullen los jejenes en enero, el campesino se convierte en pordiosero *(Países Bajos).*
— A fines de otoño mosquitos, señal de invierno benigno *(URSS).*
— Las arañas tejen sus hilos muy cortos antes de la lluvia o el viento; si los hacen muy largos, durante catorce días el tiempo será bueno *(EUA).*
— Hormigas bajo el lecho seco de los ríos, año de sequía *(Brasil).*
— Si se ven arañas a comienzos de mayo y mosquitos a fines de ese mes, no habrá lluvia a comienzos de junio *(India).*
— Cuando las arañas por sus hilos se descuelgan, la lluvia está cerca *(España, Hispanoamérica).*
— Cuando las abejas no madrugan, mal tiempo auguran *(Alemania).*
— Si en otoño las abejas obstruyen cuidadosamente la entrada de sus celdas, la estación invernal será fría; cálida si la dejan abierta *(URSS).*
— Si los mosquitos para volar se agrupan, probablemente habrá lluvia *(China).*

EN AGUA Y EN TIERRA

— Cuando el pez salta fuera del agua, la tormenta está cercana *(Alemania, Suiza).*
— Cuando el lucio se queda tranquilo en el lecho de un río, es de esperar lluvia o viento *(EUA).*
— Si en campo abierto la rana canta, a las tres horas habrá lluvia *(India).*
— Cuando las ranas desovan en medio del agua, señal de sequía; cuando desovan en la orilla, señal de verano húmedo *(Gran Bretaña).*
— No hay tal señal de agua como oir cantar las ranas *(España, Corea, Japón, Tailandia, Filipinas, Irán, URSS).*
— Cuando las sanguijuelas salen del agua para refugiarse en la hierba o bajo las piedras, la tormenta está cerca *(Alemania).*
— Cuando una iguana trepa por un árbol a reculas, las lluvias serán fuertes y los ríos se desbordarán *(India).*
— Cuando los peces se reúnen en medio del estanque, es que va a haber un terremoto *(Japón).*
— Cuando canta el sapo al anochecer, buen día va a haber *(España, Hispanoamérica).*
— Cuando los bancos de peces se alejan de las costas, va a haber un terremoto o un «tsunami» *(Japón).*
— Cuando la culebra canta, señal de agua *(España, Hispanoamérica).*
— Cuando llueve y hace sol, sale de paseo el caracol *(España, Hispanoamérica).*
— Caballo que se rasca el lomo, anuncio seguro de lluvia *(Noruega, Suiza).*
— Vaca que lame los muros buen tiempo anuncia *(Noruega).*
— Cuando el gato rasca las patas de la mesa, el cambio de tiempo está cerca *(Gran Bretaña).*
— Gato que se lava la lluvia anuncia *(Bélgica.)*

SIGUE A LA VUELTA

FLORILEGIO DE REFRANES *(cont.)*

— Cuando el gato retoza, amarra bien tu choza *(España, Hispanoamérica).*
— Si el gato mira por las ventanas, la lluvia está cercana *(EUA).*
— Cuando la elefanta pare en la selva, lluvia y sol se acercan *(Camerún).*
— Cuando la ardilla muchas nueces acumula, frío invierno anuncia *(Grecia, URSS, Noruega, EUA, Suecia, Finlandia).*
— Cuando el burro camina sesgado, lluvia va anunciando *(Brasil).*
— Si la liebre tiene el pelo espeso, el invierno será un duro compañero *(Alemania).*
— Si las orejas sacude la burra, agua segura *(España, Hispanoamérica).*
— Cabras que mucho estornudan, tiempo que se muda *(España, Hispanoamérica).*
— Cuando saltan los corderos, señal de viento *(España, Hispanoamérica).*
— El chacal que se acerca a la aldea y aúlla la lluvia anuncia *(Irán).*

ESTACIONES Y DIAS

— Cuando la encina muchas bellotas tiene, invierno largo y duro promete *(Gran Bretaña).*
— Hoja de trigo estrecha y corta, señal de mucha nieve *(Japón).*
— Si del abedul sale mucho jugo, el verano será lluvioso *(URSS).*
— Mayo hace el trigo y agosto el vino *(España).*
— Helada en septiembre, suave diciembre *(Países Bajos).*
— A invierno lluvioso verano caluroso *(España, Hispanoamérica).*
— Nieve antes de marzo, oro blanco *(España, Hispanoamérica).*
— Mayo lluvioso y junio caluroso, recogerás el trigo muy pronto *(Gran Bretaña).*
— Rocíos de abril y mayo hacen a agosto y septiembre gayos *(Francia).*
— Si llueve en Pubba (30 de agosto al 11 de septiembre), lloverá sin cesar. Si no llueve en Chitta (9 al 22 de octubre), hasta las hormigas sufrirán de hambre *(India).*
— Si nieva en noviembre, dura hasta abril *(EUA).*
— Marzo ventoso y abril lluvioso hacen a mayo florido y hermoso *(España, Gran Bretaña).*
— Invierno nevoso, verano lluvioso; invierno helado, calor en verano *(URSS).*
— Si en octubre o noviembre no llega el verano indio, vendrá en invierno *(EUA).*
— Si en julio no truena, hambre en la aldea *(España, Hispanoamérica).*
— Tronando en abril, de diez granos nacen mil *(España, Hispanoamérica).*
— Primavera seca llena el granero; otoño seco lo vacía *(China).*
— Navidad blanca, verde Semana Santa; verde Navidad, blanca Semana Santa *(Bélgica).*
— Anochecer rojizo y amanecer gris son señales de un día feliz *(Gran Bretaña, Francia, Italia).*
— El buen día se conoce por su aurora *(Siria).*
— Cielo rojizo por la mañana, lluvia al atardecer; cielo rojizo al atardecer, buen tiempo *(China).*

«Si una vaca negra se frota el flanco, mal tiempo está anunciando» (refrán noruego).

Dibujo © Mas, París, realizado especialmente para *El Correo de la Unesco* (véanse también las páginas 60 y 64)

Foto © Paul Almasy, París

— Carámbanos alargados, primavera prolongada *(URSS).*
— Muchas setas, mucha nieve; si no hay setas, no hay nieve *(Alemania, URSS).*
— Si escupes en un estanque y la saliva se extiende por la superficie, es que va a hacer buen tiempo. Si no, es que va a llover *(Japón).*
— La nieve es la riqueza del campesino *(URSS, Noruega).*
— Año de heladas, año de trigo *(Francia, Italia, URSS).*
— Año de nieves, año de bienes *(España, Francia, URSS, Alemania, Italia, etc.).*
— Año de hielos, año de duelos *(España, Italia).*
— Cuando las montañas parecen cercanas, lluvia mañana *(Japón).*
— Blanca helada, mensajera es del agua *(España, EUA).*
— Si la primera vez truena del sur, el verano será caluroso; si del norte, frío; si del oeste, lluvioso *(URSS).*
— Truenos en invierno, señal de año bueno *(España, Noruega).*
— Cuando las nubes van hacia Milán, coge la azada y la capa (lloverá). Cuando las nubes van hacia Pisa, coge la azada y vete en mangas de camisa (hará buen tiempo). *(Italia).*
— Niebla veraniega, el buen tiempo llega *(EUA).*
— La niebla deja el mismo tiempo que encuentra *(Italia).*
— Niebla en sierra, agua en tierra *(España, Japón).*
— Truenos sordos, agua a chorros *(España).*
— Tronada lejana, lluvia cercana *(España, Hispanoamérica).*

CIELOS

— Un gran cerco en torno a la luna lluvia cercana anuncia; si es pequeño, la lluvia está aun lejos *(India).*
— Cuando el sol está en su casa (dentro del halo), pronto llueve *(indios zuñi, Nuevo México, EUA).*
— Nubes ligeras bajo otras grandes anuncian la lluvia que llega *(la Biblia).*
— Cielo puro y luna en el horizonte, de allí va a venirte el viento *(Brasil).*
— Cielo rojo al anochecer para el pastor es un placer; cielo rojo por la mañana para el pastor señal de alarma *(Gran Bretaña).*
— Cuando no hay nubes en la Vía Láctea, va a hacer buen tiempo durante diez días *(Japón).*
— Sol entre nubes rojas y pardas, es sol de agua *(España, Hispanoamérica).*
— Sol claro en poniente, buen día al siguiente *(España, Hispanoamérica).*
— Arcoiris al este buen día al siguiente; arcoiris al oeste, lluvia promete *(China).*

Hoy como hace miles de años, el egipcio sabe cuál es el valor del agua fertilizante del Nilo. A la derecha, una pintura mural de Deir el-Medina, que data de la 19a. dinastía (2.300 años antes de nuestra era) y en la que un jardinero eleva el agua hasta una terraza por medio de una palanca basculante, instrumento que todavía hoy se utiliza en el valle del Nilo (a la izquierda).

Foto © Editions Rencontre, Lausanne

DE TUT A MISRA

El viejo refranero faraónico conserva todas su actualidad

por
Abdel Moneim El Sawi

HACE casi 2.500 años, el historiador griego Herodoto calificaba a Egipto de «regalo del Nilo», y no faltan antiquísimos refranes y proverbios que nos dicen hasta qué punto la vida de los egipcios se hallaba vinculada desde tiempos remotos al régimen del río y a las vicisitudes del clima y del tiempo.

A lo largo de su historia los habitantes del país del Nilo han vertido su experiencia meteorológica en dichos y refranes que todavía hoy podemos oir en sus labios. Muchos de ellos se refieren a los meses del año y al tiempo que más conviene a cada uno, así como a sus efectos en la agricultura y en el riego.

En el antiguo Egipto el año se dividía en tres estaciones, las cuales se hallaban determinadas por el desbordamiento del río, los trabajos agrícolas y el estado del tiempo. Esas estaciones eran: la de las inundaciones, la de la plantación y la siembra, y la de la recolección.

La crecida del Nilo tenía una importancia capital en las creencias de los antiguos egipcios. Para ellos las aguas desbordadas del río representaban un mar de lágrimas que la diosa Isis vertía por la muerte de su esposo Osiris.

La crecida, que era un signo de prosperidad y de fecundidad, se celebraba en la fiesta de Wafaa-el-Nile (el fiel Nilo), durante la segunda mitad del mes de agosto (Misra en el vocabulario del antiguo Egipto).

Una pintura de la época de Ramsés II (hacia el año 1290 a. de J.C.) representa un episodio de esa fiesta: la ternera de Ibis, tres ocas y varios regalos preciosos son echados al Nilo. Según la creencia popular, durante la ceremonia echaban también al río a una recién casada; pero esto no pasa de ser un invento de la superstición.

En el Egipto faraónico, y más tarde en el calendario copto, el año era astral y estaba asociado con Sirio, astro que aparece al alba y puede observarse a simple vista momentos antes de la salida del sol. El año se iniciaba el primer día de Tut (11 de septiembre).

Según el almanaque faraónico, los meses del año, y el tiempo en ellos reinante, eran los siguientes:

Tut (11 de septiembre - 10 de octubre). Era el mes de T-hut, dios de la sabiduría y de la ciencia y padre de la astronomía y de la geometría; coincidía con la aparición de Sirio en el momento del alba. El día primero de Tut recibía también el nombre de fiesta de Nayruz (el Año Nuevo persa), que los egipcios celebraron hasta el reinado del sultán Barkuk, a fines del siglo XIV. Este mes señala el comienzo de la estación de las inundaciones. Hay un proverbio que reza: «Riega en Tut o será demasiado tarde.» Se dice también que es mal momento para criar pollos y para incubar huevos. Así, un refrán afirma que «los pollos de Tut no hacen más que comer y morirse».

Baba (11 de octubre - 9 de noviembre). Era el mes del dios de la agricultura, Bi-net-ret. Durante este mes las tierras inundadas se secan y se recogen las cosechas de invierno. Suele producirse una fuerte tormenta que

SIGUE A LA VUELTA

ABDEL MONEIM EL SAWI, *quien dirige la edición árabe de* El Correo de la Unesco, *publicada en El Cairo, es también presidente del Centro Nacional de Publicaciones de la Unesco en Egipto. Ha sido Subsecretario del Ministerio de Cultura de la República Arabe de Egipto y ha escrito varios libros en lengua árabe que le han dado renombre.*

DE TUT A MISRA *(viene de la pág. 63)*

dura seis días y aparecen las primeras señales del invierno. «Cuando Baba llega, los caminos se cierran», dice un refrán: ha llegado el momento de cerrar las puertas y de protegerse contra el frío. Según otro proverbio, «la desposada de Baba está negra de tizne», lo que quiera decir que, en este mes de cambio del tiempo, más vale no casarse.

Hatur (10 de noviembre - 9 de diciembre). Este mes corresponde al dios del amor, de la belleza y del cielo. En él la tierra comienza a verdear, el frío se vuelve más intenso y las aguas del Nilo se aclaran de nuevo una vez terminadas las inundaciones. Es el momento de las lluvias y del crecimiento del trigo. «Hatur es el padre del oro sembrado» y «Si en Hatur no has plantado, espera hasta el próximo año», dice el refranero popular. Para los marineros y pescadores comienza la estación de las tormentas.

Kiyahk (10 de diciembre - 8 de enero). Corresponde al dios de la prosperidad, Kahaka. Los días se acortan, las noches se alargan. Los refranes rezan: «Kiyahk convierte tu mañana en tu noche» o «Te levantas de la cama y ya estás buscando la cena». Mes de heladas, de frío intenso y de tempestades.

Tuba (9 de enero - 7 de febrero). Era el mes del Supremo Tobías, dios de las lluvias. El fin de Tuba se caracteriza por unos días de intensísimo frío, por lo que un refrán afirma: «A la vieja Tuba baldada deja. »

Amshir (8 de febrero - 9 de marzo). El calendario faraónico atribuía este mes al dios de las tempestades. Los botones comienzan a surgir en los árboles al cálido soplo de los vientos, pero las tempestades son tan fuertes que, como reza un refrán, «Amshir dice a las plantas pequeñas que se agarren a las más grandes». Y otro: « Amshir es padre de muchas tormentas.» Todavía hay en Amshir, mes de tiempo inestable, días de intenso frío, lo que ha dado lugar a un proverbio muy popular que dice: «Su nombre es el de Tuba, pero sus actos son los de Amshir.»

Baramhat (10 de marzo - 8 de abril). Con este mes empieza la primavera. Los fríjoles maduran, las moreras se cubren de hojas, los gusanos de seda salen de los huevos, aparecen las espigas. «En Baramhat al campo vete y coge lo que te pete», dice un refrán. Y, sin embargo, en este mes se produce la más violenta tempestad del año, la llamada «tempestad que aúlla». «No hay tempestad como la tempestad que aúlla», dice un dicho.

Barmuda (9 de abril - 8 de mayo). Mes atribuido a la serpiente sagrada, Remuta, diosa de las cosechas. En esta época se recolectan el trigo y el lino, se recoge la miel y las abejas se multiplican. Un refrán dice «En Barmuda las cañas sacude», es decir, sacude los tallos de lino para extraer las fibras y batir el grano.

Bashans (9 de mayo - 7 de junio). Mes del dios de la luz. Ahora los días son más largos que las noches, la temperatura aumenta y no cae prácticamente ni una gota de lluvia. Era la época de la estación cálida, en que el Nilo alcanzaba su nivel más bajo y la tierra aparecía desnuda y cuarteada tras la recolección. Así, se decía que «Bashans barre completamente el suelo». Sin embargo, en nuestros días el espectáculo ha cambiado gracias a los planes de regadío y a la construcción de la Gran Presa de Asuán.

Ba-una (8 de junio - 7 de julio). Este mes corresponde a Jenti, dios de los minerales. Ba-una significa precisamente piedra. En este mes los egipcios solían abandonar sus campos y dedicarse a la minería y a la construcción de casas y templos. El 11 de Ba-una (17 de junio) recibe el nombre de «Noche de la gota», porque, según la creencia popular, ese día cayó del cielo una lágrima que dio origen a las inundaciones.

Abib (8 de julio - 6 de agosto). El nombre de este mes se deriva del de Habi, dios de la felicidad, para celebrar la crecida del Nilo. Las tierras reciben las aguas del río. Las viñas la beben y la uva se vuelve más dulce; todos los frutos maduran. «Abib, cocinero de la viña y de la uva», dice un proverbio.

Misra (7 de agosto - 5 de septiembre). Mes de Misra, que es el sol o el hijo del sol. La temperatura desciende como preludio del invierno. El agua fluye por todas partes. Los frutos de verano maduran; abundan los dátiles, los higos y las uvas. «Misra es el mes en que los canales y regueras funcionan. »

CARA Y CRUZ DE LA SABIDURIA POPULAR

(viene de la pág. 60)

cotidianamente con precisión por millares de meteorólogos instalados en estaciones dotadas de radar, barómetros, higrómetros, termómetros, globos-sonda e incluso receptores de satélites que permiten captar las imágenes de las nubes viajeras alrededor del globo.

Hay que reconocer que los resultados de estas mediciones efectuadas en unos diez mil puntos del planeta son más serios y más fácilmente utilizables que las reacciones animales, puramente subjetivas.

Esos resultados pueden trasladarse a mapas que abarcan vastas regiones (un cuarto, la mitad de un hemisferio e incluso todo un hemisferio) para obtener una imagen global del mundo atmosférico que nos rodea.

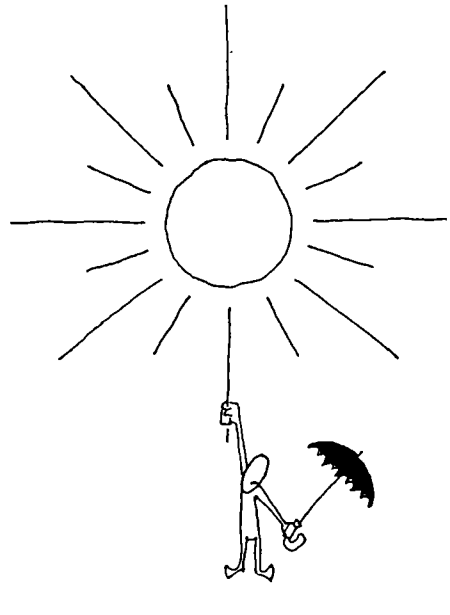
Gracias a esos mapas, los meteorólogos pueden diagnosticar el estado de la atmósfera en un momento dado, saber dónde se desarrollan las tempestades que la perturban, cómo circulan las corrientes que las arrastran, cuáles son las regiones recorridas por los ciclones o en las que reinan la calma chicha y las brumas; teniendo en cuenta este estado reciente del medio aéreo entre el suelo y veinte o treinta kilómetros de altitud, así como las leyes y reglas de la física que rigen la atmósfera, los meteorólogos pueden «prever» las corrientes aéreas de mañana y de los próximos días, situar las masas nubosas y la lluvia; en una palabra, «prever el tiempo».

El panorama es todavía mejor desde hace unos años a esta parte. En efecto, la cantidad de resultados de mediciones cuyo conjunto proporciona una imagen simbólica del tiempo reinante es tan importante y las ecuaciones que permiten calcular su valor para mañana son tan complejas que, para resolver semejante problema, todos los meteorólogos del mundo reunidos tardarían varios meses en calcular los datos necesarios para prever el tiempo con 24 horas de antelación.

Las grandes computadoras modernas permiten hacer estos cálculos en una hora, a condición de que no sólo se les suministren los datos sino que se les enseñen, en forma de programa, las leyes de evolución de la atmósfera.

Todo ello hace que quienes basan sus pronósticos en indicios locales de tipo animal o vegetal quedan en cierto modo relegados al mundo de la fantasía y de la ensoñación. Al descubrir métodos científicos, y aunque la civilización les haya hecho perder una parte de sus instrumentos, los hombres no han perdido el tiempo

Roger Clausse



Dibujo © Mas. París

LIBROS RECIBIDOS

■ **Poesías**
de Pablo Neruda
Casa de las Américas,
La Habana, 1973

■ **Anales de los cakchiqueles**
por Francisco Díaz y Francisco Hernández Arana
Casa de las Américas,
La Habana, 1973

■ **Ensayos**
de Alfonso Reves
Casa de las Américas,
La Habana, 1973

■ **Ensayos**
de Pedro Enríquez Ureña
Casa de las Américas,
La Habana, 1973

■ **Cuentos**
de Tomás Carrasquilla
Casa de las Américas,
La Habana, 1973

■ **La armonía pasional del nuevo mundo**
por Charles Fourier
Taurus Ediciones, Madrid, 1973

■ **La estructura inflexible de la obra literaria**
por Northrop Frye
Taurus Ediciones, Madrid, 1973

■ **La Institución Libre de Enseñanza**
I. Los orígenes
por Antonio Jiménez-Landi
Taurus Ediciones, Madrid, 1973

■ **Las asociaciones religiosas en la España contemporánea**
por José Manuel Castells
Taurus Ediciones, Madrid, 1973

■ **Servet, el hereje perseguido**
por Roland H. Bainton
Taurus Ediciones, Madrid, 1973

■ **Discursos interrumpidos I**
por Walter Benjamin
Taurus Ediciones, Madrid, 1973

■ **Juan Valera y la generación de 1868**
por Alberto Jiménez Fraud
Taurus Ediciones, Madrid, 1973

■ **Poética**
por Cintio Vitier
Colección Aguaribay, Madrid, 1973

■ **Informe personal sobre la situación**
por Jorge Enrique Adoum
Colección Aguaribay, Madrid, 1973

■ **Las crónicas americanas**
por Fernando Quiñones
Colección Aguaribay, Madrid, 1973

■ **El Tercer Mundo en la encrucijada**
por Paul Bairoch
Alianza Editorial, Madrid, 1973

■ **El nacimiento de la tragedia**
por Friedrich Nietzsche
Alianza Editorial, Madrid, 1973

■ **Historia económica de la Unión Soviética**
por Alec Nove
Alianza Editorial, Madrid, 1973

■ **Las lenguas en España: Castellano, catalán, vasco y gallego-portugués**
por William J. Entwistle
Ediciones Istmo, Madrid, 1973

■ **Once ensayos sobre la ciencia**
por J. Caro Baroja, P. Laín Entralgo, J. Rof Carballo y otros
Publicaciones de la Fundación Juan March, Madrid, 1973

LATITUDES Y LONGITUDES

El agua, elemento vital

Durante la celebración de la Bienal Internacional del Cartel, que tendrá lugar en Varsovia (Polonia) en junio de 1974, se organizarán un concurso internacional y una exposición sobre el tema «El agua, elemento vital». A esta bienal, única en su género, concurren artistas de cerca de 50 países. Un jurado internacional selecciona las obras expuestas y otorga los diferentes premios. El concurso relativo al tema del agua contará con la colaboración de la Comisión Nacional Polaca de la Unesco.

Trofeo Internacional del Fair Play

El baloncestista español Emiliano Rodríguez y el tenista norteamericano Stan Smith recibieron recientemente los Trofeos del Fair Play Pierre de Coubertin en una ceremonia celebrada en la Casa de la Unesco, en París. El trofeo se le concedió al jugador español por las cualidades deportivas de que ha hecho gala durante toda su larga carrera. En cuanto a Stan Smith, ganó su galardón por la ejemplar deportividad de que dio muestras con ocasión de la final de la Copa Davis en 1972. Se concedieron también menciones honoríficas a Dieter Speer, esquiador de la República Democrática Alemana, al esquiador francés Pascal Trémoulet, y al equipo de fútbol de Birmania que actuó en los últimos Juegos Olímpicos.

Preservación del patrimonio cultural de Africa

Acaba de crearse en Jos (Nigeria) un centro destinado a la formación de especialistas en los métodos utilizados por los museos modernos para la preservación y restauración de las obras de arte, la documentación y catalogación de los sitios de interés histórico y natural y otras técnicas que contribuirán a preservar el patrimonio cultural y natural de Africa. El centro, fundado gracias a un acuerdo entre el gobierno de Nigeria, la Unesco y el Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo, cuenta con aulas, laboratorios, un museo y un jardín zoológico. La Universidad de Ibadan va a crear una cátedra de museografía en Jos y la Unesco concederá cada año de 12 a 14 becas de estudios para estudiantes africanos.

Nómadas de Asia y de Europa

La Unesco y la Academia de Ciencias de Mongolia auspiciaron recientemente una conferencia sobre el papel desempeñado por los pueblos nómadas en el desarrollo de la civilización del Asia Central. La conferencia, que se celebró en Ulan Bator, capital de la República Popular de Mongolia, examinó la situación actual y las tendencias culturales de los pueblos nómadas. Asimismo, la Unesco ha contribuido hace poco a la publicación de un estudio histórico sobre el arte y la mitología de los nómadas del período de las grandes migraciones. Esa obra, *L'art des nomades : des Scythes aux Hongrois*, del profesor Gyula László, publicada por la editorial Corvina Press, de Budapest, en 1972, muestra los vínculos profundos que existen entre los pueblos de Europa y de Asia.

Nueva revista radiofónica de la Unesco

La División de Radio e Información Visual de la Unesco acaba de lanzar un nuevo programa radiofónico mensual de 15 minutos de duración, titulado *La gaceta de la Unesco*, que trata de los grandes problemas mundiales, en materia de educación, ciencia, cultura e información. Entre los temas abordados hasta ahora figuran el estudio y la prevención de las catástrofes naturales, la prevención del uso indebido de las drogas, el desarrollo cultural y las relaciones entre el hombre y la biosfera.

Solidaridad de Cuba con Venecia

El Ministerio de Comunicaciones de la República de Cuba ha emitido recientemente una serie de tres sellos de correos con el lema «Pro Venecia Unesco», en respuesta al llamamiento que la 14a. Conferencia de la Organización hizo a la solidaridad de sus Estados Miembros para salvar Venecia. En los sellos cubanos se reproducen, respectivamente, el León Alado (símbolo del Estado veneciano), el Puente de los Suspiros y la basílica de San Marcos (abajo). Esta es la primera vez que un Estado latinoamericano comunica a la Unesco la adopción de una medida de este tipo para contribuir a la protección de Venecia.

En comprimidos...

■ *Según el último Anuario Demográfico de las Naciones Unidas, más de la mitad de la población del mundo vive en Asia (2.104 millones de personas, es decir el 56,7 % del total mundial).*

■ *El gobierno de Noruega está cooperando activamente con la Unesco en la formación de técnicos de radio y televisión en Alto Volta.*

■ *La Unión Soviética va a construir, en una región de Siberia occidental que produce gas y petróleo, una ciudad enteramente protegida por una cúpula transparente que cubre varios kilómetros cuadrados de superficie.*

■ *La República Federal de Alemania y Bélgica han creado, a lo largo de su frontera común en la región septentrional de Eifel, una zona de preservación de la naturaleza cuya superficie es de 230.000 hectáreas.*

■ *El 30 de agosto se celebra en Bruselas el centenario de la Asociación de Derecho Internacional con diversas ceremonias en las que participa el Instituto de Derecho Internacional, el cual conmemora también, con pocos días de diferencia, su primer centenario en la ciudad de Roma.*

Los lectores nos escriben

¿Y LA CONTAMINACION NUCLEAR?

El número de enero de 1973 de *El Correo de la Unesco* dedicado a la contaminación, con sus excelentes artículos e ilustraciones, me parece particularmente interesante, pero me ha sorprendido que se reserve tan reducido espacio al problema crucial de la contaminación radiactiva. No me refiero solamente a las «lluvias» radiactivas causadas por las explosiones atómicas sino también a la contaminación que se origina en las centrales termonucleares. Los científicos de todo el mundo (físicos, biólogos y químicos, entre otros) han expresado su ansiedad por este problema y el Club de Roma, del que se habla en el referido número, se inquieta también al respecto.

Las centrales termonucleares constituyen actualmente un peligro para la vida humana, animal y vegetal. Los reactores de utilización corriente emiten residuos radiactivos en forma de líquidos o de gases, que nadie sabe cómo almacenar y que conservan su poder radiactivo durante un período que va de unos cuantos años a varios siglos. Por otro lado, el peligro potencial que encierran, por causas imprevisibles como terremotos, accidentes, sabotajes, etc., es considerable.

Este problema merece ser tratado de manera más profunda, particularmente porque la política actual de los países industrialmente desarrollados se orienta hacia la construcción de un número cada vez mayor de esas centrales sin preocuparse por el cáncer, la leucemia y otras enfermedades que aquellas pueden producir en la población del mundo entero.

Catherine Lieber
Cachan, Francia

N.D.L.R. — El Correo de la Unesco *ha publicado artículos sobre los residuos radiactivos en sus números especiales de julio-agosto de 1959 («¿Está el océano en peligro») y de julio-agosto de 1960 («Atomos en el mar»).*

LO QUE LOS NIÑOS BUSCAN EN LOS CUENTOS

Hojeando un número atrasado de la revista (julio de 1972) encontré un artículo titulado «El maravilloso país de la infancia» y en él, citando al dibujante suizo Henri Steiner, se formulan varias interrogantes: «¿Por qué a un niño le gusta un libro que otro ni siquiera mira?, ¿Es por el tema?, ¿por el color?, ¿por los dibujos?, ¿por la presentación? ¿O hay algo misterioso que no se puede analizar?». Creo que todas esas preguntas tienen una sola y polémica respuesta: porque los libros para niños son escritos por adultos en donde proyectan su problemática y plantean y desarrollan los temas como creen que piensan y sienten los niños.

El cuento, al igual que los juegos, no constituye para el niño una simple distracción como pretenden los adultos, sino un mecanismo de aprehensión del medio que le rodea y de liberación de su angustia. Es por eso que no todos los cuentos sirven para todos los niños, sino sólo aquellos que el niño está necesitando afectivamente en ese momento; y, por supuesto, los afectos de los seres humanos no pueden estereotiparse. Creo que lo importante del cuento y lo que hace que adquiera valor y significación para un niño es la identificación afectiva que realizan los pequeños oyentes o pequeños lectores del personaje, los personajes o alguno de ellos con el problema afectivo que vive el niño en ese momento y que lo induce a motivarse para escuchar o leer el cuento. Por eso lo que importa no es el color, los temas, los dibujos o la presentación por sí mismos sino la carga afectiva que ellos contienen y el niño capta.

La interrogante que surge es: ¿No deberían los cuentos para niños ser elaborados siempre por los padres que siguen el desarrollo, la conducta y los problemas de sus hijos e incluirlos en el momento y lugar oportuno para que cumplan su labor pedagógica y catártica? Pareciera que este planteo tuviera la intención de volver a la época de nuestros abuelos, en que los cuentos se transmitían oralmente de generación en generación, pero no es así. En realidad, lo que planteamos es acercarse al niño, buscar una auténtica comunicación y para ello es necesario una comprensión, un análisis y un conocimiento profundo del niño para contarle *el cuento que necesita.*

Fernando Lema
Penal de Punta Carretas
Montevideo

UNA EXPLICACION RACIONAL DEL ESPIRITU HUMANO

Respecto a las manifestaciones espirituales del hombre que parece ser lo que más preocupa a las «madres suizas» firmantes de la carta *(El Correo de la Unesco,* enero de 1973), no las podemos explicar diciendo «tranquilamente» que proceden de un soplo divino y quedarnos tan campantes. Tampoco podemos afirmar que se deban a reacciones químicas (posibilidad que parece perturbarlas hondamente) o a influencias del desarrollo económico exclusivamente.

Pero ¿por qué no aceptar una explicación racional que haga intervenir mancomunadamente hechos tan reales como la capacidad craneana y su tendencia a ampliarse, la singular conformación de la mano con su pulgar oponible a los otros dedos que posibilitó el trabajo, las necesidades de adaptarse a las contingencias climáticas, de defenderse, de comunicarse con sus semejantes, la existencia y posibilidad de mutación de sus cromosomas (cosa que hoy ya está fuera de discusión)?

Todos estos factores, por sólo nombrar algunos, ¿no podrían haber contribuido a que el pre-hombre y el hombre fueran destacándose de sus contemporáneos aventajándolos en inteligencia? ¿Cómo surgieron los idiomas? ¿Ya elaborados como los conocemos? ¿No podría haber sucedido que el grito articulado se fuera transformando en balbuceo y éste en palabra a la vez que se desarrollaban sus otras condiciones e influenciado por éstos? Animales actuales ejecutan órdenes e interpretan nuestros estados de ánimo y nuestros deseos de manera que «sólo les falta hablar». ¿No hay allí una inteligencia incipiente que podrá o no desarrollarse o frustrarse con el correr de los milenios?

Es a mi juicio innecesario en nuestra época recurrir a la Divinidad para explicar la existencia del espíritu humano y sus manifestaciones, incluidos los sentimientos. Menos aún con relación a una ética. Contemporáneamente al hombre que ejecutaba primorosas joyas, esculturas o pintura rupestres, existió el energúmeno que torturaba, mutilaba y decapitaba a sus semejantes. Actualmente se dan en un mismo siglo (XX de la era cristiana) un Einstein y un Picasso a la vez que una serie de genocidas que ensayan desde la cámara de gas hasta la bomba atómica, de fósforo y de napalm sobre sus semejantes indefensos. Todo esto como manifestaciones del pensamiento y del espíritu humano, provenientes de seres que se declaran religiosos y practican una religión que nada tiene que ver con las que practican las tribus amazónicas.

V. Eduardo Lacreu
Buenos Aires

SI COPERNICO LEYERA "EL CORREO"

He leído con profundo interés el número de *El Correo de la Unesco* de abril de 1973, dedicado a Copérnico, y las dos observaciones que quisiera hacer al artículo del profesor Pecker son prueba del aprecio y de la confianza que me merecen esa revista y sus colaboradores.

Existen actualmente espíritus que siguen compartiendo no sólo el amor a la ciencia sino también la fe religiosa de Copérnico. Pienso que si el célebre astrónomo se enterara hoy de dicho artículo, sentiría pena al leer que un día «habrá que considerar las viejas leyendas, los textos sagrados, como hermosos cuentos, ¡como un cuento de Navidad!». Los relatos de la Biblia sobre la Creación no son hermosas leyendas sino mitos, es decir relatos animados, que no tienen pretensiones científicas sino que expresan una verdad religiosa.

Por otra parte, ¿no es temerario afirmar que «en el universo hay seguramente otros seres más evolucionados» que el hombre? Al impugnar esta afirmación no lo hago en virtud de ciertos principios religiosos sino en función de los descubrimientos actuales de la ciencia. ¿No deberíamos tal vez ser más modestos y referirnos simplemente a la posibilidad de que existan otros planetas, en otras galaxias, idénticos o análogos a la Tierra y con seres vivientes? Me refiero, en este caso, a las consideraciones del Padre Teilhard de Chardin expuestas en su obra *Vie et Planètes.*

Padre Jules Dubois
Colegio Boboto, Kinshasa

Imp. GEORGES LANG, PARIS. — Dépôt légal C 1 — Juillet 1973 — IMPRIMÉ EN FRANCE (*Printed in France*)

Acaba de aparecer

Un estudio fundamental de la Unesco sobre América Latina

494 páginas — 24 francos franceses

Esta obra de gran aliento constituye el primer volumen de la serie "América Latina en su cultura" que la Unesco viene preparando desde hace años en cumplimiento de su vasto programa de estudios de las culturas latinoamericanas a través de sus expresiones literarias y artísticas.

En 25 ensayos -algunos de los cuales se publicaron adaptados en el número de *El Correo de la Unesco* de marzo de 1972 titulado "América Latina, esplendor de una cultura múltiple"- otros tantos escritores y críticos de ese continente analizan la situación actual de la literatura latinoamericana, sus antecedentes y sus problemas: tradición y renovación, encuentro de culturas, literatura y subdesarrollo, crisis del realismo, las diversas tendencias (técnicas y lenguajes), situación social del escritor, etc.

La obra considera a América Latina como una unidad dentro de su diversidad, sin separar a los países de lengua española de los de lengua portuguesa o francesa, y analiza la literatura de todos ellos con un criterio interdisciplinario, con frecuentes alusiones a las artes plásticas, la arquitectura, la música, el cine y el teatro, disciplinas a las que se dedicarán posteriormente otros volúmenes de la serie.

Publican conjuntamente el volumen la Unesco y Siglo XXI Editores, S.A., de México.

La distribución en los países latinoamericanos corresponde en exclusiva a Siglo XXI Editores y en España y Europa a la Unesco.

Para renovar su suscripción

y pedir otras publicaciones de la Unesco

Pueden pedirse las publicaciones de la Unesco en todas las librerías o directamente al agente general de ésta. Los nombres de los agentes que no figuren en esta lista se comunicarán al que los pida por escrito. Los pagos pueden efectuarse en la moneda de cada país, y los precios señalados después de las direcciones de los agentes corresponden a una suscripción anual a «EL CORREO DE LA UNESCO».

★

ANTILLAS HOLANDESAS. C.G.T. Van Dorp & Co. (Ned. Ant.) N.V. Willemstad, Curaçao (NA Fl. 7,80) — **ARGENTINA.** Editorial Losada, S.A., Alsina 1131, Buenos Aires. — **REP. FED. DE ALEMANIA.** Todas las publicaciones: Verlag Dokumentation Postfach 148, Jaiserstrasse 13, 8023 Munchen-Pullach. Para «UNESCO KURIER» (edición alemana) únicamente: Vertrieb Bahrenfelder Chaussee 160, Hamburg-Bahrenfeld, C.C.P. 276650. (DM 16). — **BOLIVIA.** Librería Universitaria, Universidad San Francisco Xavier, apartado 212, Sucre. — **BRASIL.** Fundaçao Getúlio Vargas, Serviço de Publicações, caixa postal 21120, Praia de Botafogo 188, Rio de Janeiro, GB (Crs.25). — **COLOMBIA.** Librería Buchholz Galería, avenida Jiménez de Quesada 8-40, apartado aéreo 49-56, Bogotá; Distrilibros Ltda., Pío Alfonso García, carrera 4a, Nos. 36-119 y 36-125, Cartagena; J. Germán Rodríguez N., calle 17, Nos. 6-59, apartado nacional 83, Girardot, Cundinamarca; Editorial Losada, calle 18 A Nos. 7-37, apartado aéreo 5829, apartado nacional 931, Bogotá; y sucursales: Edificio La Ceiba, Oficina 804, Medellín; calle 37 Nos. 14-73, oficina 305, Bucaramanga; Edificio Zaccour, oficina 736, Cali. — **COSTA RICA.** Librería Trejos S.A., Apartado 1313, San José. — **CUBA.** Distribuidora Nacional de Publicaciones, Neptuno 674, La Habana. — **CHILE.** Editorial Universitaria S.A., casilla 10 220, Santiago. (E° 145) — **ECUADOR.** Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Guayas, Pedro Moncayo y 9 de Octubre, casilla de correo 3542, Guayaquil. — **EL SALVADOR.** Librería Cultural Salvadoreña, S.A., Edificio San Martín, 6a calle Oriente No. 118, San Salvador. — **ESPAÑA.** Todas las publicaciones incluso «El Correo»: Ediciones Iberoamericanas, S.A., calle de Oñate 15, Madrid 20; Distribución de Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vitrubio 16, Madrid 6; Librería del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Egipciacas 15, Barcelona; Ediciones Liber, apartado 17, Ondárroa (Vizcaya) (260 ptas). — **ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.** Unesco Publications Center, P.O. Box 433, Nueva York N.Y. 10016 (US $5.00). — **FILIPINAS.** The Modern Book Co., 926 Rizal Avenue, P.O. Box 632, Manila. D-404. — **FRANCIA.** Librairie de l'Unesco, 7-9, Place de Fontenoy, 75700 Paris, C.C.P. Paris 12.598-48 (17 F). — **GUATEMALA.** Comisión Nacional de la Unesco, 6a calle 9.27 Zona 1, Guatemala (Quetzal 3,20). — **JAMAICA.** Sangster's Book Stores Ltd., P.O. Box 366; 101, Water Lane, Kingston. — **MARRUECOS.** Librairie « Aux belles images », 281, avenue Mohammed V, Rabat. «El Correo de la Unesco» para el personal docente: Comisión Marroquí para la Unesco, 20, Zenkat Mourabitine, Rabat (CCP 324-45). — **MÉXICO.** CILA (Centro Interamericano de Libros Académicos), Sullivan 31-Bis México 4 D. F. (45 pesos) — **MOZAMBIQUE.** Salema & Carvalho Ltda., caixa Postal 192, Beira. — **NICARAGUA.** Librería Cultural Nicaraguense, calle 15 de Septiembre y avenida Bolívar, apartado No. 807, Managua. — **PARAGUAY.** Melchor García, Eligio Ayala 1650, Asunción. — **PERU.** Editorial Losada Peruana, apartado 472, Lima — **PORTUGAL.** Dias & Andrade Ltda., Livraria Portugal, rua do Carmo 70, Lisboa (Esc. 105). — **REINO UNIDO.** H.M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres S.E.I. (£1,30). — **URUGUAY.** Editorial Losada Uruguaya, S.A. Librería Losada, Maldonado 1092, Colonia 1340, Montevideo. — **VENEZUELA.** Librería Historia, Monjas a Padre Sierra, Edificio Oeste 2, No. 6 (frente al Capitolio) apartado de Correos 7320-101. Publicaciones Españolas S.A. c. Real de Sabana Grande, 136 Pasaje el Recreo, locales 8 y 10. Librería Politécnica, apartado postal 50738 (Sabana Grande). Librería del Este, Av. Francisco de Miranda, 52 - Edificio Galipan (Bs. 20), Caracas

Foto © CIRIC, Ginebra

El terrible drama de la sequía

Un muchacho africano sacia su sed con el delgado chorro de agua que cae de una calabaza. Patética imagen de toda una región de Africa al sur del Sáhara que desde hace varios años está viviendo un drama terrible: la ausencia de lluvias y la sequía, que acaban con el ganado y con los cultivos. Esta catástrofe, que asola el inmenso territorio que va desde Mauritania, en la costa occidental, hasta Sudán, en el Africa oriental, pone gravemente en peligro la salud y la vida de millones de personas (véase el artículo de la pág. 44).