



El

UNA VENTANA ABIERTA SOBRE EL MUNDO

# Correo



**AÑO GEOFÍSICO  
INTERNACIONAL**



**SEPTIEMBRE 1957**

(Año X)

Precio: 40 f. (Francia)  
o su equivalente en  
moneda nacional.

**La más grande tentativa científica de la Historia**

# EXPLORACIÓN DEL GLOBO



Cada uno los 2.500'000.000 de habitantes de la Tierra vive dentro de una cultura local cuyos caracteres diferenciales son el vestir y las tradiciones sociales, la manera de vivir y de pensar, la forma de gobierno y el régimen político. Hasta hace poco la mayor parte de las culturas consideraban a todas las demás como extrañas o aún inferiores. Un visitante venido de un planeta lejano se sorprendería de tan notable diversidad. Sin embargo, le impresionarían también los rasgos comunes a todos los hombres, o más bien dicho el carácter humano fundamental que las barreras geográficas y culturales hacen a menudo imperceptible para nosotros.

La diversidad de culturas humanas es paralela a la gran variedad de medios, climas, regiones y tierras. Las montañas y las llanuras, los desiertos y los húmedos bosques, los inviernos glaciales y el sol tórrido, los ríos y los múltiples brazos de los mares crean los paisajes más diversos y proporcionan al hombre alimentos y vestidos muy diferentes, desde el arroz a la grasa de ballena, desde el taparrabo de rafia hasta las pieles de oso con que se cubren los esquimales. Las plantas y los animales varían con el medio, y a él, bajo todas sus formas, se adapta el hombre.

Sin embargo, tras la inmensa variedad de paisajes reina una profunda unidad. En todas partes, los materiales que componen nuestro mundo son los mismos y están regidos por idénticas fuerzas: las mismas rocas y aguas, la misma energía solar, los mismos movimientos de rotación y de translación de la Tierra, la inclinación de su eje, el peso de los Continentes, el calor de las profundas capas plásticas del interior del globo, los ríos impetuosos, las grandes corrientes oceánicas y los vientos que agitan la atmósfera. A través de las edades, esos factores han determinado nuestra geografía que, a su vez, ha influido sobre nuestra vida. Tanto para el hombre como para la naturaleza, la pluralidad de formas encubre la unidad esencial.

Todo ello conduce a la comprensión. Lo desconocido deja de serlo y lo complejo se torna sencillo. Desde este punto de vista es evidente que todos vivimos en un solo mundo, un globo celeste que es nuestro patrimonio común. Cada hombre ve sólo su parcela, pero la visión de toda la raza humana, en forma de ciencia organizada, ve todo el conjunto. Las ciencias, consideradas aisladamente, como la astronomía, la geología y la geofísica, la geografía y la oceanografía, la climatología y la meteorología, para no citar sino unas cuantas, han hecho inteligible el mundo en que vivimos, nos han permitido prever el curso de los acontecimientos naturales como las estaciones y la temperatura atmosférica. Y, lo que es aún más importante, nos han permitido analizar la naturaleza y, hasta cierto punto, dominarla.

No obstante, bien poco es lo que hoy sabemos si lo comparamos con los misterios de la naturaleza. Vivimos en el fondo de un gran océano de aire. No vemos bien el sol ni las estrellas, porque la atmósfera absorbe de su luz una cantidad demasiado considerable que nunca llega hasta nosotros. Los rayos cósmicos y millones de rápidos meteoros sufren en las grandes alturas modificaciones o destrucciones de las que no podemos darnos cuenta por no disponer allí de observatorios. En la región antártica se extiende un vasto Continente casi inexplorado, donde existen probablemente en abundancia valiosos recursos naturales. A grandes alturas alrededor de la Tierra se desencadenan furiosas tempestades electrónicas y magnéticas que causan fenómenos visibles como la aurora boreal y la aurora austral, pero cuyos efectos sobre la comunicaciones humanas por radio y aún por cable siguen siendo todavía un misterio. La ciencia no puede conformarse con nuestra presente ignorancia acerca de nuestro planeta. Toda nuestra experiencia anterior demuestra que una mayor expansión de los conocimientos nos llevará a penetrar también esos múltiples misterios, nos permitirá comprender nuestro mundo y aumentar los recursos naturales que pueden ser utilizados por el hombre.

Lo que todavía queda por explorar es más bien de índole global que local. Ninguno de los problemas que se han mencionado puede resolverse o estudiarse en los laboratorios u observatorios de un solo país. Los vientos de las grandes altitudes, las corrientes submarinas, la gravitación y el magnetismo, las radiaciones que bombardean la Tierra desde el espacio exterior desconocen las fronteras nacionales. Lo que ahora se necesita es un gran número de observaciones de los mismos fenómenos, efectuadas simultáneamente en muchos lugares de la Tierra. En otras palabras: Es preciso que la humanidad en conjunto estudie ahora el planeta como un todo. Por primera vez en la historia, ese estudio es posible en el presente. Las naciones de la Tierra se han agrupado en la Organización de las Naciones Unidas. Los estudios de la atmósfera y del clima se centralizan en la Organización Meteorológica Mundial. El adelanto de la ciencia y especialmente la cooperación científica internacional se encuentran entre las funciones principales de la Unesco. Sean cuales fueren las diferencias políticas que todavía separan a los pueblos, los diez años de existencia de la Unesco han creado entre todas las naciones vínculos que redundarán en beneficio de la educación, la ciencia y la cultura. Ha llegado el momento de realizar ese estudio en escala mundial.

Una nueva Era se inicia con el Año Geofísico Internacional, al que está consagrado el presente número de *El Correo de la Unesco*. Deberán transcurrir varios años antes de que podamos darnos cuenta de las modificaciones operadas por la nueva Era sobre nuestra concepción del universo y nuestra comprensión de las fuerzas que actúan en la superficie y en el interior de la Tierra. Las décadas futuras nos mostrarán los beneficios que la humanidad puede obtener de los nuevos conocimientos. Pero la Edad novísima comienza con la acción concertada de los pueblos y con las cuidadosamente organizadas investigaciones de miles de hombres de ciencia del mundo entero.





## SUMARIO

### PAGINAS

- 2 **EXPLORACIÓN DEL GLOBO**  
La mayor tentativa científica de la historia
- 4 **ORIGEN DEL AÑO GEOFISICO**
- 5 **MISTERIO DEL FONDO DE LA TIERRA**
- 9 **LA BANDERA DE LA CIENCIA EN LA ANTARTIDA**
- 16 **EL CLIMA DEL FUTURO**
- 22 **CICLOS DEL MAR**  
Los mil secretos de las aguas, hielos y nubes
- 24 **LA UNESCO Y EL AÑO GEOFISICO**
- 26 **LA PRODIGIOSA IONOSFERA**  
La frontera esférica del globo
- 28 **METEOROS : VAGABUNDOS DEL ESPACIO**
- 30 **EL SATELITE ARTIFICIAL**  
Explorador automático de los cielos
- 35 **LATITUDES Y LONGITUDES**  
Noticias de la Unesco y de todo el mundo



#### Publicación mensual

de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

#### Director y Jefe de Redacción

Sandy Koffler

#### Redactores

Español : Jorge Carrera Andrade

Francés : Alexandre Leventis

Inglés : Ronald Fenton

Ruso : Veniamín Matchavariani

#### Composición gráfica

Robert Jacquemin

#### Redacción y Administración

Unesco, 19, Avenue Kléber, Paris, 16, Francia



MC 57.1.116 E

Los artículos que se publican aquí pueden ser reproducidos siempre que se mencione su origen de la siguiente manera : "De El CORREO DE LA UNESCO". Al reproducir los artículos deberá constar el nombre del autor. Las colaboraciones no solicitadas no serán devueltas si no van acompañadas de un bono internacional por valor del porte de correos. Los artículos firmados expresan la opinión de sus autores y no representan torzosamente el punto de vista de la Unesco o de los Editores de la revista. Tarifa de suscripción anual de EL CORREO DE LA UNESCO : 8 chelines - \$ 2,50 - 400 francos franceses o su equivalente en la moneda de cada país.

A PARTIR DEL 1° NOVIEMBRE DE 1957 : \$ 3,00 ; 10 chelines ; 500 francos.



### NUESTRA PORTADA

El más audaz experimento del Año Geofísico Internacional será el lanzamiento de un satélite artificial conducido por un cohete gigante —de tres pisos— que se elevará a 500 kilómetros de altura y cruzará el espacio a 29.000 kilómetros por hora. Aquí, se ve disparar, en vía de ensayo el cohete Viking (de dos elementos). Este cohete alcanzó una velocidad de 5.600 kilómetros por hora.



# EL MUNDO SERA DISTINTO DESPUES DEL AÑO GEOFISICO

El nombre de «Año Geofísico Internacional» necesita una explicación. Ante todo, no se trata sólo de un año: ha de durar dieciocho meses, desde julio de 1957 hasta diciembre de 1958. Es más que geofísico: el prefijo *geo* viene de la antigua palabra griega *ge*, que significa Tierra, y que encontramos en el nombre de todas las ciencias que se refieren a nuestro planeta, como la geología, la geografía, la geodesia y la geofísica. Pero el programa del Año Geofísico Internacional (AGI) comprende asimismo la astronomía, la meteorología, la oceanografía, la glaciología y otras disciplinas que contribuyen al estudio físico de la Tierra y del espacio que la rodea. También es algo más que internacional, pues las 64 naciones que en él participan comprenden la casi totalidad de los países que pueden realizar una labor científica de esa magnitud. Se trata más bien de una empresa mundial.

Sin duda alguna, el AGI no es sólo un período de tiempo. Más de 5.000 hombres de ciencia llevarán a cabo un intenso trabajo de investigación, —a grandes alturas o en las profundidades del mar y en todos los continentes,— cuyo coste se ha calculado en 500.000.000 de dólares. En realidad, el AGI es una campaña general y sistemática organizada para observar y medir, en la Tierra y en el espacio que la rodea, ciertos fenómenos que habían permanecido hasta hoy fuera del alcance del hombre.

Las investigaciones se dividen en tres grupos principales. Los más alejados de la delgada corteza del planeta en que vivimos son los estudios de la atmósfera superior. Allí hay electrones y radiaciones solares así como estrellas fugaces que se inflaman y caen en la Tierra todos los días. Allí se filtran los rayos solares y los átomos cargados de electricidad forman un espejo en que se reflejan las ondas hertzianas. Poco se sabe de los rayos cósmicos procedentes de los espacios siderales. Allí se encuentran las más remotas fronteras de nuestro planeta. Fronteras que el hombre deberá dominar antes de embarcarse para el vuelo a través del espacio.

La segunda esfera de investigación está constituida por la atmósfera de la tierra, esa mezcla de aire y vapor de agua en continuo movimiento, dentro de la que vivimos sumergidos. Sus variaciones diarias son determinadas por los rayos solares y por la evaporación del agua de los océanos, es decir, por la temperatura de las aguas oceánicas, de los glaciares y de la regiones heladas. Las diferencias de presión hacen que el aire se desplace desde las zonas de alta a las de baja presión. Los vientos y las tormentas, encerrados entre las montañas, suben hacia lo más alto, al no encontrar lugar donde desencadenarse, y allí se enfrían y se despojan de la humedad en forma de lluvia o de nieve. El proceso es bien conocido.

Pero las causas fundamentales del clima y de las modificaciones meteorológicas son más complejas. Dependen de los cambios que se producen en las radiaciones solares, del vapor de agua existente y del imprevisible régimen de vientos en la atmósfera superior. La temperatura es un fenómeno evidentemente local, pero sus causas son generales. El « tiempo que hace » seguirá siendo uno de los temas preferidos, aunque vanos, de conversación en todos los lugares del mundo hasta que se efectúen investigaciones sobre el sol, y se obtengan observaciones simultáneas de las condiciones atmosféricas a diferentes alturas y en miles de puntos de la tierra y del mar durante el Año Geofísico. Un mejor conocimiento de la atmósfera permitirá, por la menos, hacer previsiones exactas del tiempo con semanas y tal vez meses de antelación, así como de los cambios climáticos que puedan producirse en el futuro.

El tercer tema de investigación del Año Geofísico es la misma Tierra. Hoy, sólo queda una región por explorar : el Gran Continente Antártico, cuya extensión es casi dos veces la de Europa. Ese Continente será explorado, no tanto para descubrir sus posibles riquezas ni para conocer las condiciones que ofrece para un posible establecimiento del hombre, sino porque sus colosales masas de hielo ejercen una influencia considerable sobre el clima del mundo entero.

Más importantes aún serán los estudios del interior de la Tierra, para poder prever terremotos y erupciones volcánicas, para comprender el magnetismo terrestre y las extrañas variaciones de la fuerza de gravedad en diferentes lugares.

Nunca se había organizado hasta ahora un ataque tan concentrado y sistemático contra las fronteras de nuestra ignorancia. El mundo nos parecerá distinto después del Año Geofísico.

# ORIGEN DEL AÑO GEOFISICO



Life 1957

LA SEDE INTERNACIONAL DEL AÑO GEOFISICO se encuentra situada en Uccle, Bélgica. Allí se reúnen los eminentes científicos del Comité Especial del AGI y envían a todo el mundo sus informes y sus indicaciones. De izquierda a derecha: Vladimir Belousov, de la Unión Soviética; Lloyd V. Berkner, de los Estados Unidos (Vicepresidente del Comité); Marcel Nicolet, de Bélgica (Secretario General); Jean Coulomb, de Francia, y Sidney Chapman, de Gran Bretaña (Presidente).

CON anterioridad a este Año Geofísico se dedicaron ya, en dos ocasiones, ciertos periodos de tiempo a la ejecución de programas de cooperación internacional para el estudio de los fenómenos geofísicos. A esos periodos de estudio se les dió el nombre de Años Polares, porque tenían principalmente por objeto recopilar datos sobre las condiciones meteorológicas de la región ártica. El primero se celebró hace 75 años, desde agosto de 1882 hasta agosto de 1883; el segundo, cincuenta años más tarde y durante los mismos meses, de 1932 a 1933.

El Capitán alemán Carlos Weyprecht, al volver en 1874 de la expedición austriaca en la que se descubrió la Tierra de Francisco José, fué el primero en declarar que las expediciones aisladas estaban a la merced de las sorpresas que deparaban las regiones polares y darían escasos resultados mientras no se emprendiese un estudio sistemático de las condiciones meteorológicas en la región ártica.

Los doce países que participaron en la Primera Conferencia Polar Internacional mantuvieron durante el primer Año Polar catorce puestos de observación en la región ártica, y treinta y cuatro más al sur; en todos ellos se registraron, hora por hora, las condiciones meteorológicas y magnéticas y se hicieron observaciones sistemáticas de las auroras boreales.

El segundo Año Polar se celebró hace 25 años con mayor amplitud por

iniciativa del Dr. Johannes Georgi, del Instituto Marítimo de Hamburgo. Participaron en ese Año Polar 49 países. Se efectuaron observaciones en el Antártico y se estudió incluso la ionización de la atmósfera superior y sus efectos sobre las comunicaciones radiofónicas en la mayor parte del globo. Ya se habían explorado los dos polos, y en los 50 años transcurridos se había perfeccionado considerablemente el equipo científico.

Desde entonces, se ha hecho cada vez más imperiosa la necesidad de profundizar el conocimiento de la geofísica y paralelamente se han desarrollado los medios precisos para ello. Durante los 20 años últimos se han perfeccionado nuevos instrumentos y procedimientos de investigación científica como los aviones, el radar, los radiotelescopios, la reflexión de las ondas sonoras y los sistemas electrónicos de control remoto, sin mencionar los cohetes de gran altura.

El Dr. Lloyd V. Berkner, presidente de las Universidades Asociadas de Estados Unidos de América y expresidente de la Unión Geofísica Norteamericana pudo así proponer en abril de 1950 que los intervalos entre los Años Polares se redujeran de 50 a 25 años y que el tercer Año Polar se preparase para 1957-1958. La propuesta fué apoyada por varias uniones internacionales de asociaciones científicas, en especial por la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, la Unión Radiocientífica Internacional y

la Unión Astronómica Internacional. En octubre de 1951 se sometía la propuesta al Consejo Internacional de Uniones Científicas, la organización más indicada para emprender la totalidad del proyecto ya que en ella se agrupan casi todas las uniones científicas internacionales y representa de este modo todas las ciencias y todos los países interesados.

En 1952, el Consejo Internacional amplió el proyecto, dándole su nombre actual y creando el Comité Especial del Año Geofísico Internacional, compuesto de representantes de las Uniones Internacionales y de la Organización Meteorológica Mundial, organismo especializado de las Naciones Unidas.

En cuanto pudo contar con el apoyo financiero de la Unesco, el Comité inició los trabajos de organización del ambicioso proyecto y estableció una Oficina permanente como sede del organismo directivo.

No obstante, la mayor parte de los gastos de las investigaciones actuales son sufragadas por los Gobiernos participantes, por las diversas asociaciones científicas nacionales e internacionales y por universidades e instituciones de investigación.

La amplitud del programa que se desarrolla en cada país depende de sus recursos financieros, y su ejecución se encuentra supervigilada por un comité nacional. Los presidentes de cada uno de esos comités integran el Consejo Consultivo que se ocupa del programa mundial.



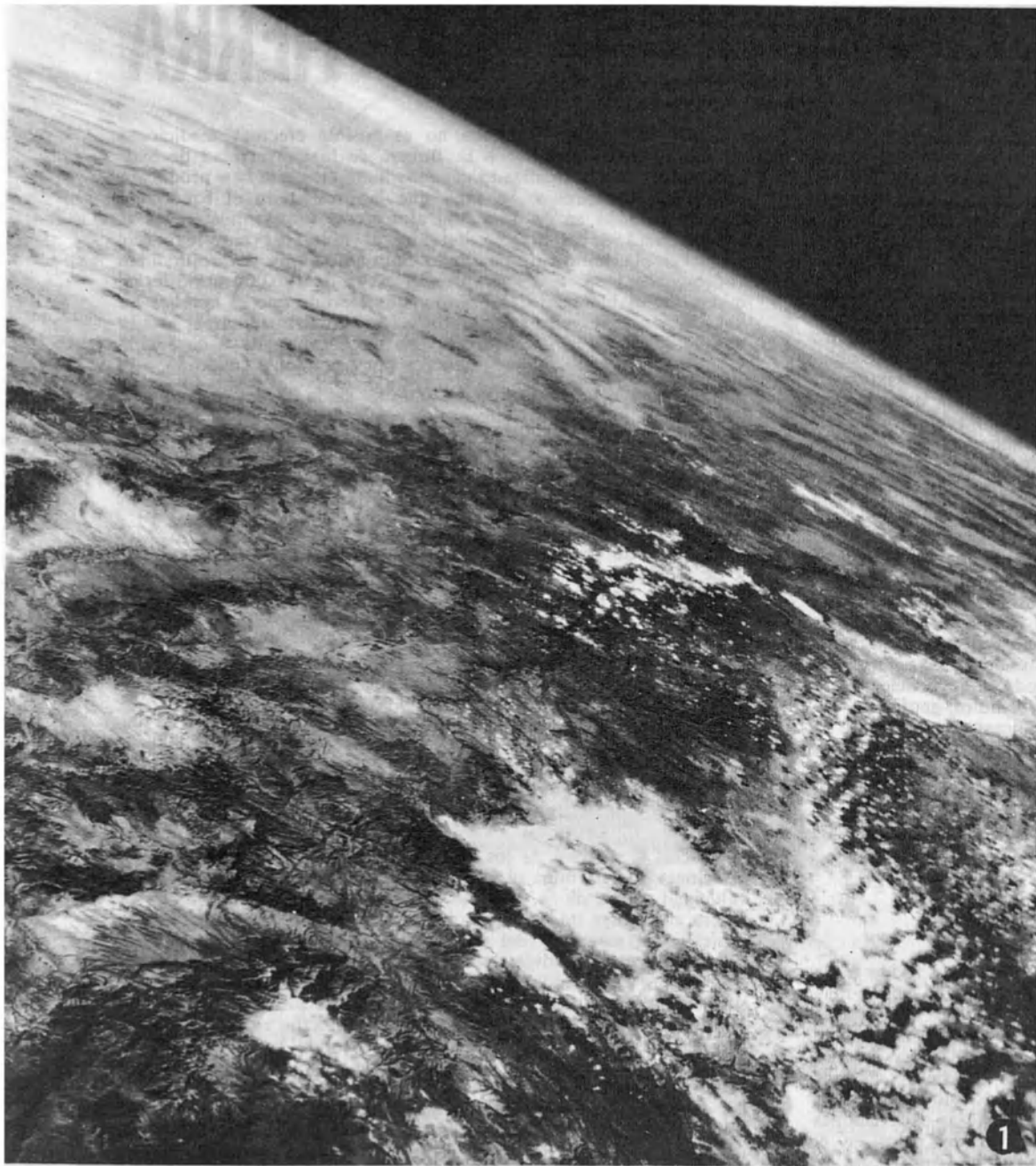
GERALD WENDT

Los artículos sobre el Año Geofísico Internacional publicados en este número se deben a Gerald Wendt, consejero científico del Jefe de Redacción de *El Correo de la Unesco*. Wendt ha ocupado la cátedra de Química en la Universidad de Chicago y ha sido Decano del Colegio del Estado de Pennsylvania. Desde hace muchos años se ha consagrado a la interpretación de la ciencia y sus consecuencias sociales, asunto que ha tratado en varias conferencias, en la radio y la televisión. El distinguido profesor ha desempeñado asimismo el cargo de Director de la Sección de Educación de la Feria Universal de Nueva York, Jefe de la Sección Científica del semanario norteamericano *Time* y encargado de la redacción de la revista *Science Illustrated*. Durante tres años —de enero de 1952 a diciembre de 1954— ocupó el cargo de Jefe de la División de Enseñanza y Difusión de la Ciencia del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Unesco. Sus colaboraciones en *El Correo de la Unesco* y *Perspectivas de la Unesco* han sido traducidas en muchas lenguas y reproducidas en periódicos y revistas de todo el mundo, en especial las que escribió para el número especial de *El Correo de la Unesco*, dedicado al "Átomo benéfico", en diciembre de 1954. Gerald Wendt desempeña el cargo de Presidente del Centro de Publicaciones de la Unesco en Nueva York.

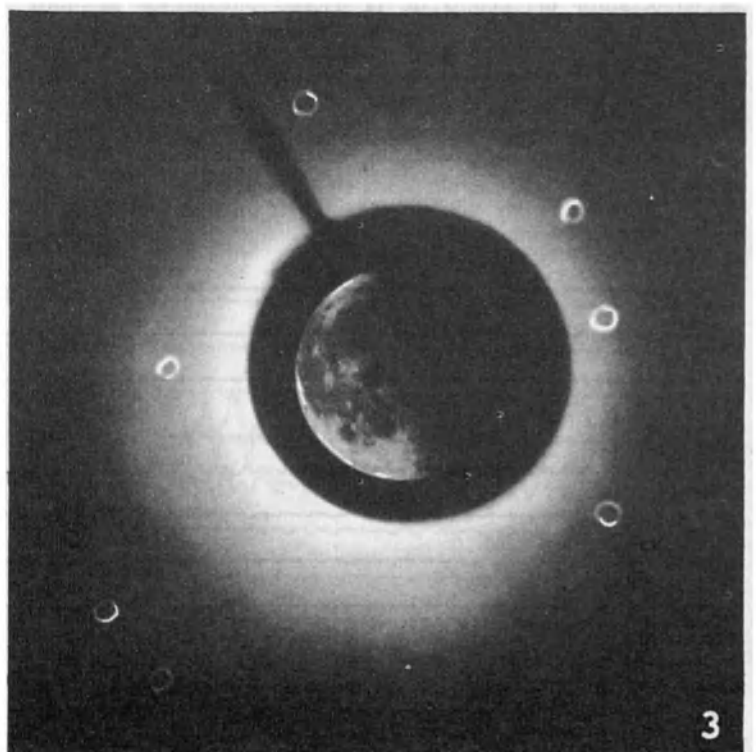
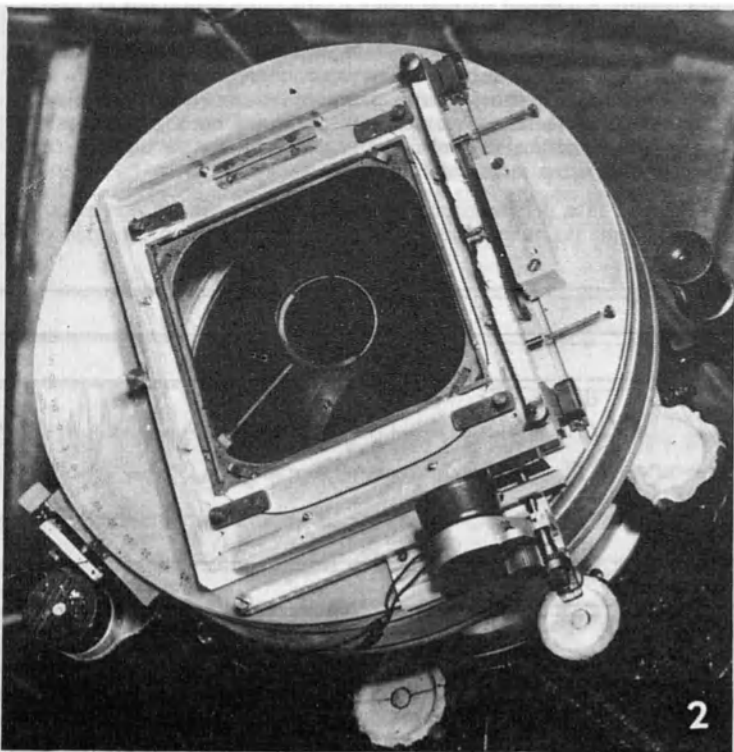
# GRACIAS A LA LUNA SE MIDE LA TIERRA

Para hacer avanzar las fronteras de la ciencia durante el Año Geofísico Internacional, grupos de especialistas explorarán la tierra desde su envoltura atmosférica exterior hasta el suelo y el subsuelo. Documentos fotográficos tomados por cámaras instaladas en cohetes les proporcionarán vistas de la tierra, captadas desde el espacio, como la foto (1) tomada desde una altura de 180 kilómetros y que abarca 777.000 kms. cuadrados del territorio de los Estados de Nuevo México, Arizona, California y de la provincia mexicana de Sonora. Para aclarar dudas acerca de la forma y tamaño exactos de la tierra, los hombres de ciencia emplearán un instrumento notable, la Cámara Lunar de Markowitz (2) que toma fotografías de la Luna sobre un fondo de estrellas fijas (3). Esas cámaras funcionarán en 20 estaciones, cada noche clara, durante el Año Geofísico. Sus resultados permitirán fijar algunos puntos en la superficie de la Tierra con mayor precisión y revelarán si las masas tectónicas del planeta se hallan o no en movimiento.

USIS



USIS



# MISTERIO DEL FONDO DE LA TIERRA

La Tierra es un cuerpo celeste, un planeta que se mueve en el espacio a una velocidad de 29,77 km por segundo recorriendo su órbita anual alrededor del Sol, del que dista unos 150 millones de kilómetros. En su recorrido encuentra constantemente radiaciones, partículas y meteoros que añaden cada año millares de toneladas a su masa y que influyen profundamente sobre la atmósfera superior al entrar en contacto con ella.

Nuestro planeta es una masa casi esférica que pesa 6.000 trillones de toneladas métricas y cuyo peso específico es cinco veces y media mayor que el agua. El globo terráqueo tiene un diámetro de 12,844 kms. de diámetro, que quizás sea metálico y probablemente fluido, rodeado de un magma de roca sólida comprimida de 2.900 kms de espesor, revestida exteriormente de una delgada corteza, de sólo 30 kms. de espesor, compuesta en gran parte de rocas que han descendido desde la superficie después de haber sufrido la acción química del mar y del aire.

El tercer aspecto de la Tierra, lo que ordinariamente llamamos su superficie, se encuentra entre el globo terráqueo y el cielo y es el escenario de la vida y de la historia. Su extensión es de más de 410 millones de kilómetros cuadrados. Propiamente hablando, no se trata de una simple superficie sino que tiene tres « interfaces » distintas : una en que la Tierra entra en contacto con el agua, en el fondo del mar, otra en que el mar entra en contacto con el aire ; y finalmente, la tercera que está expuesta directamente a la atmósfera. Esta última es la menos extensa de las tres y representa aproximadamente una cuarta parte de toda la superficie. Y allí es precisamente donde se concentran los estudios geofísicos del AGI, así como las investigaciones geográficas y geodésicas, la exploración antártica, los estudios meteorológicos y los trabajos sobre las grandes altitudes. Es la parte que afecta más de cerca a la vida ordinaria del hombre y que despierta más íntimamente su interés natural.

## ¿ Una masa en estado líquido, roca sólida o fuego central ?

Pero, lógicamente, la geofísica se basa en la parte sólida de la Tierra, que es también la menos explorada. La mina más profunda sólo tiene 3.000 metros, o sea menos de una décima parte del espesor de la corteza. Sin embargo, los pozos de petróleo han penetrado a más del doble de esa profundidad, es decir a 6.700 metros, lo que equivale casi a una quinta parte del espesor del magma interno. Los materiales así atravesados no son sino las rocas de superficie, tan conocidas. No obstante, esas excavaciones han servido para suministrarnos datos directos del calor en el interior de la Tierra. En las minas profundas la temperatura se eleva a 18° por cada mil metros de profundidad. A esa proporción, la temperatura del centro de la Tierra debería ser de unos 100.000° centígrados. Es casi seguro que la progresión de la temperatura es mucho menor al ir profundizando más, de modo que la del centro de la Tierra se calcula sólo entre 2.000 y 6.500° C. ; pero carecemos de un conocimiento exacto sobre este particular.

En condiciones similares a las que reinan en la superficie, esas temperaturas bastan para fundir o licuar la mayor parte de los cuerpos. No obstante, debido a las elevadas presiones del interior de la Tierra, causadas por el enorme peso que gravita sobre el núcleo central, es menos fácil hacer una distinción entre el estado

sólido y el líquido. Tampoco no es posible efectuar mediciones directas, pero el Profesor K.E. Bullen, de la Universidad de Sydney (Australia), ha realizado cálculos indirectos que han producido resultados asombrosos. Se sabe que la presión en el fondo del Océano Pacífico es de unas 800 atmósferas (una atmósfera es el peso normal de la presión del aire al nivel del mar, es decir 1.034 kgs. por centímetro cuadrado. Sólo a 300 kms. de profundidad —debajo de la corteza— la presión es ya de 100.000 atmósferas, o sea que es idéntica a la presión más elevada que el hombre ha llegado a obtener en un laboratorio. Es difícil imaginar el estado de cualquier materia sometida a una temperatura de unos 5.000° y una presión de 4 millones de kilos por centímetro cuadrado.

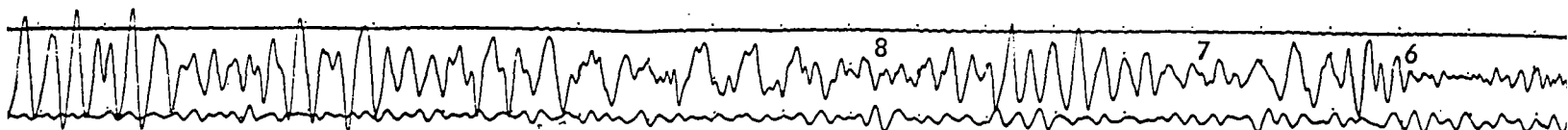
Casi todo lo que sabemos del interior de la Tierra es resultado del atento estudio de los terremotos y de las numerosas vibraciones menos intensas que tienen su origen en el interior de la Tierra y que afectan a la superficie. Casi todos nuestros conocimientos se basan en los registros de las vibraciones, efectuados de manera regular en muchos lugares de la Tierra, por medio de un instrumento llamado sismógrafo (de la antigua palabra griega *seismos*, terremoto).

Este aparato consiste en tres péndulos delicadamente suspendidos y de tal modo equipados que sus movimientos quedan grabados ya sea por medio de una pluma o de un rayo de luz en un rollo giratorio de papel. Cada uno de los tres péndulos registra el movimiento en una sola dirección: este-oeste, norte-sur o en sentido ascendente y descendente. Lo que se mueve en realidad es el tambor que arrastra el papel, y se mueve porque vibra la Tierra, mientras que el péndulo se mantiene inmóvil debido a la inercia. Esto permite medir no sólo la intensidad y la dirección de las vibraciones sino también la hora exacta en que se han producido. Comparando las direcciones y el tiempo en diferentes estaciones sismográficas del mundo entero, es posible conocer el punto exacto de origen y medir la velocidad de la onda alrededor o a través de la Tierra.

Gracias al análisis de los registros sismográficos de las diversas estaciones se determina el lugar donde se produce el terremoto. La velocidad media de la onda de choque a través del interior de la Tierra constituye un dato muy importante para determinar la composición del magma y del núcleo. Por ejemplo, las ondas de presión, en las que el movimiento en cada punto sigue la misma dirección que el de la onda, pasan a través del núcleo central, aunque sufren una ligera desviación. Pero las ondas secundarias, en las que el movimiento de cada partícula aislada se efectúa en sentido transversal o perpendicular a la dirección de la onda, no pasan a través del núcleo. La «sombra» que resulta de esa onda en la corteza opuesta constituye una prueba importante, tanto de la existencia del núcleo como una indicación de que éste es fluido más bien que sólido y de que puede componerse de hierro y níquel en estado de fusión.

Entre las actividades del programa del AGI figuran las mediciones sismográficas por expediciones y estaciones especiales en lugares donde, por lo general, no pueden obtenerse las observaciones, por ejemplo en el Antártico y en las remotas islas ecuatoriales del Pacífico. El objeto de esas observaciones es obtener información precisa sobre los movimientos sísmicos en esas regiones y en el interior de la Tierra. A su vez esto permitirá conseguir más datos acerca de la naturaleza del magma, del núcleo y de algunas capas intermedias actualmente mal definidas.

En otra fase del programa se estudiarán las vibraciones poco intensas llamadas microsismos, lo que permitirá emplear más ade-



**INDICADOR DE TEMBLORES.** — Gran parte de nuestro conocimiento del interior de la tierra proviene del estudio de las ondas producidas por los terremotos y otras vibraciones registradas por los sismólogos. Para obtener información más detallada durante el Año Geofísico

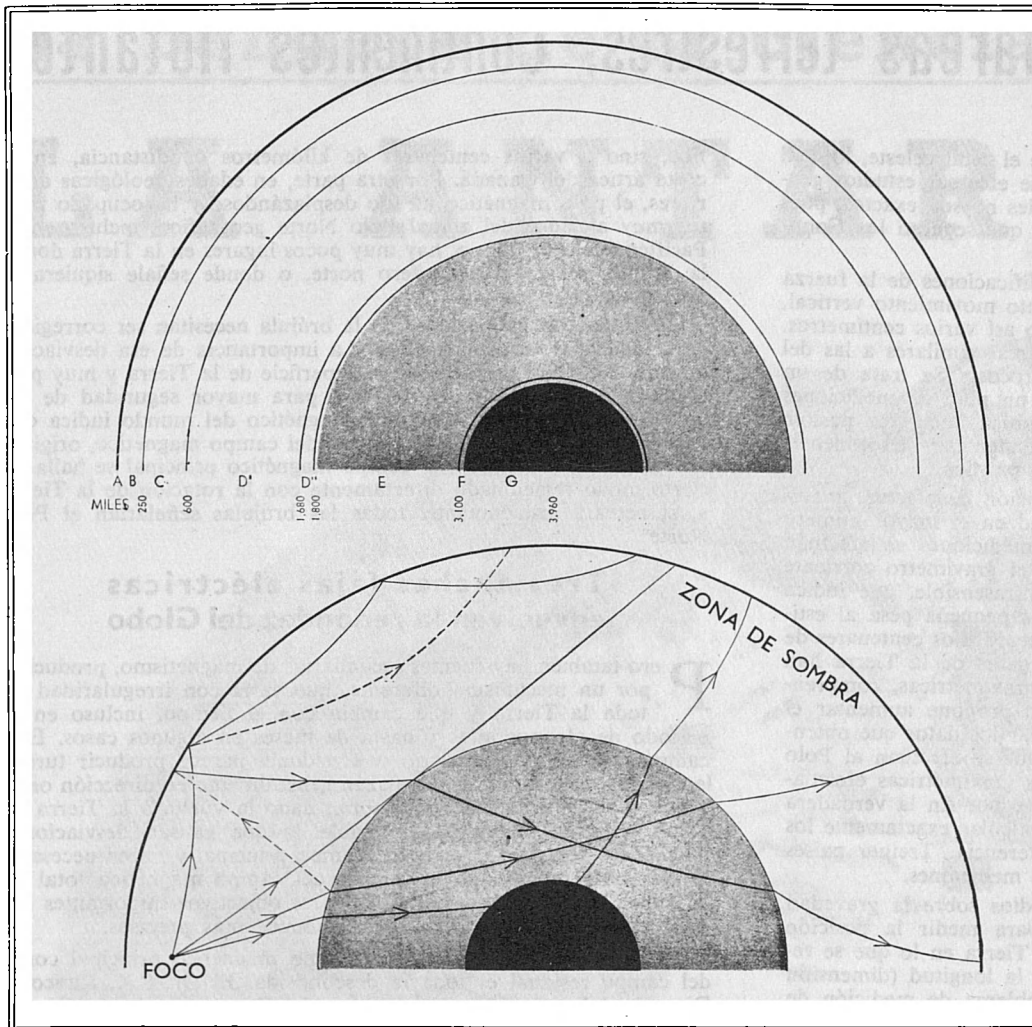
se medirán los temblores en lugares en donde no se han hecho hasta hoy observaciones de esta clase : en el Ártico y en las más remotas islas del Pacífico. El sismograma que se muestra arriba corresponde a un terremoto en la península de Kamchatka, en Siberia, cuyas fases



## RADIOSCOPIA DEL PLANETA

Las ondas producidas por los sismos viajan a través del interior de la tierra y su camino se curva debido a la estructura interna de las capas terrestres que les dan forma. El sismólogo, al interpretar las líneas que se reciben en la superficie, en realidad hace "una radioscopia" de la tierra. En el diagrama superior, las líneas negras representan las ondas primarias y las líneas de puntos las ondas secundarias formadas por reflejo. Las únicas ondas primarias que pueden alcanzar a la zona de "penumbra" que se muestra en la parte superior derecha son aquellas que penetran en la profundidad de la tierra y allí se tuercen violentamente. El corte transversal de la tierra (diagrama inferior) aparece dividido en distintas capas a través de las cuales se transmiten las ondas sísmicas a diferentes velocidades. La corteza exterior se encuentra indicada por un ligero sombreado, y la profundidad de la tierra por un tono más oscuro. La capa "A" es una costra muy fina.

Cortesía de la revista "Scientific American".



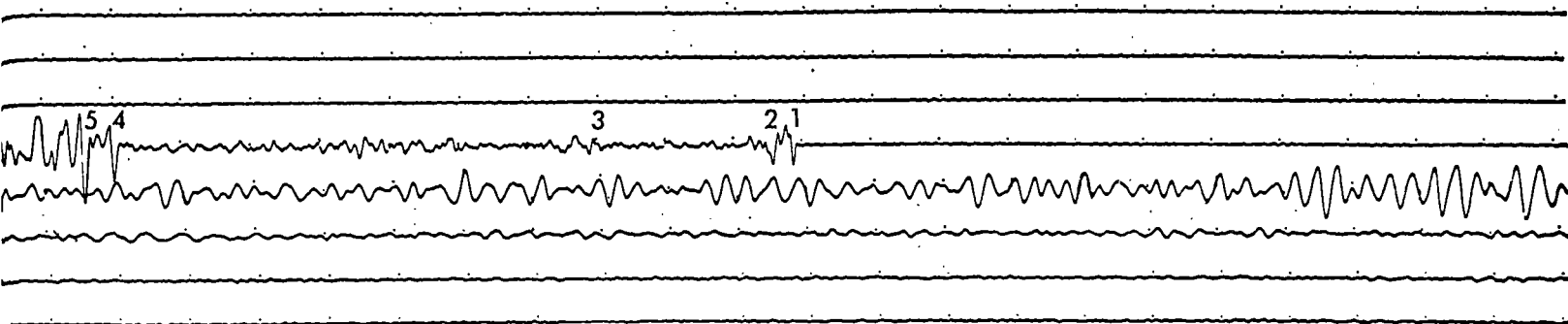
lante los sismógrafos para describir y localizar pequeñas perturbaciones que, en realidad, no pueden considerarse como terremotos. Por último, en el Antártico, se utilizarán las mediciones sísmicas de explosiones provocadas por el hombre y que mejor que terremotos debieran denominarse «hielo-motos» para medir el espesor de las capas de hielo, de otro modo impenetrables.

### La plomada no señala siempre el verdadero centro del globo

Primera vista, parece que la fuerza de la gravedad debe ser una de las más constantes de la naturaleza. En realidad se desconoce su verdadera causa, como se desconocen también los medios de su acción a distancia, excepto en los términos esotéricos de la relatividad de Einstein. Consiste sencillamente en una fuerza de atracción que actúa entre dos masas y que es proporcional al producto de ambas e inversamente al cuadrado de la distancia que las separa. Esto es sencillo, exacto y perfectamente constante por lo que se refiere a la atracción de la Tierra considerada

como un todo, como también lo es para cualquier cuerpo celeste. Pero en la superficie de la Tierra existen otros factores, y en ella la fuerza de la gravedad no es uniforme. Por una parte, la Tierra no es totalmente esférica, sino achatada en los polos, como suelen serlo muchas naranjas. Por esa razón un hombre que se paseara al nivel del mar en uno de los polos estaría 21 kilómetros más cerca del centro de la Tierra que si estuviera en la línea equinoccial. Sin cambio alguno en su volumen el hombre sería más pesado, pues al estar a menos distancia del centro de la Tierra la fuerza de gravedad es algo mayor.

Como resultado directo de la rotación de la Tierra hay que tener en cuenta otro factor: Cerca de la línea equinoccial la velocidad de rotación del globo es de unos 1.600 kms, por hora. La fuerza centrífuga resultante contrarresta la fuerza de gravedad. Además, la esfera terrestre no es matemáticamente lisa. La Tierra presenta una superficie muy rugosa, con protuberancias y concavidades, innumerables cimas montañosas y fosas oceánicas. Las importantes ondulaciones de la superficie de la Tierra modifican la fuerza de gravedad y ejercen una atracción oblicua, de modo que la plomada no siempre señala el verdadero centro del globo sino que forma un ángulo con la vertical teórica. Esto significa que la



Cortesía de la revista "Scientific American"

revelan tres tipos principales de ondas sísmicas: Primarias (P), secundarias (S) y ondas superficiales que aparecen en 35 o más kilómetros cerca de la superficie de la tierra. Las líneas separadas forman parte de un trazo continuo en espiral que va de derecha a izquierda sobre

un tambor circular. La primera onda registrada es la P que se indica con el N° 1. Luego siguen las ondas P que se reflejan de modo múltiple en 2 y 3. Las ondas S comienzan en el N° 4 seguidas por múltiples ondas análogas en 5, 6 y 7. Las ondas superficiales se inician en el N° 8

línea de la plomada no señala exactamente el cenit celeste, lo cual constituye una dificultad cuando se trata de efectuar estudios geodésicos. Por tal motivo, los mapas mundiales no son exactos, pues no se conocen con precisión las distancias que separan los Continentes y las islas.

También existen en algunos puntos modificaciones de la fuerza de la gravedad que parecen indicar un lento movimiento vertical. Se cree que las Islas Hawai se han elevado así varios centímetros. Eso indica la existencia de «mareas terrestres» similares a las del océano pero que afectan al gran manto rocoso. Se trata de un aspecto todavía poco conocido, pero con un plan de mediciones gravimétricas efectuadas de manera sistemática quizá sea posible descubrir la existencia de movimientos ascendentes y descendentes de la Tierra, como si fuera una sustancia plástica.

Por todas esas razones, se tiene la intención de efectuar mediciones precisas de la fuerza de la gravedad en el mayor número posible de lugares de la Tierra. Dichas mediciones se efectúan observando la oscilación de un péndulo: el gravímetro corriente no es más que una balanza de resorte, ultrasensible, que indica la atracción que la Tierra ejerce sobre una pequeña pesa al estirarse un hilo finísimo de plata o de níquel-acero. Los centenares de estaciones que ya funcionan en diversos lugares de la Tierra han efectuado cientos de miles de mediciones gravimétricas, comprendidos 4.000 puntos en el mar. El AGI se propone aumentar el número de esas estaciones para poder utilizar los datos que obtengan las expediciones especiales, como las que se efectúan al Polo Sur. Cuando se disponga de las mediciones gravimétricas efectuadas en el mundo entero, podrá determinarse por fin la verdadera forma de la Tierra. Entonces será posible calcular exactamente los diversos diámetros del globo y su circunferencia. Treinta países cooperan en la realización del programa de mediciones.

Estrechamente relacionados con los estudios sobre la gravedad están los métodos, totalmente distintos, para medir la posición exacta de los puntos en la superficie de la Tierra en lo que se refiere a la latitud (dimensión norte-sur) y a la longitud (dimensión este-oeste). En realidad se trata de un problema de medición de ángulos. La latitud es el ángulo entre la línea vertical que desde un punto de la superficie baja al centro de la Tierra y el eje Norte-Sur de la misma. La longitud es el ángulo entre esa línea vertical y el diámetro que une dos puntos situados en el meridiano O de Greenwich, Reino Unido.

No se necesitan grandes conocimientos de geometría para comprender que donde mejor se pueden medir esos ángulos es en el cielo. Por ejemplo, la línea vertical del centro a cualquier punto de la superficie puede prolongarse hacia arriba y entonces indica el cenit, el punto exacto sobre nuestra cabeza. El ángulo entre el cenit y la Estrella Polar es la latitud. La navegación en el mar y en el aire siempre se hace tomando como referencia la posición del Sol durante el día y de las estrellas durante la noche. Como el cielo ha sido fotografiado y cartografiado con tanta exactitud, cualquier estrella puede servir como punto de referencia, habiéndose escogido algunas de ellas con esa finalidad en las cartas de navegación.

## En edades geológicas anteriores se ha desplazado el Polo magnético

Pero ahora se impone una gran precisión. Hay razones que permiten pensar, por ejemplo, que algunas islas e incluso los Continentes más importantes, son como témpanos, en el sentido de que flotan en el magma inferior y han cambiado radicalmente de posición en el curso de las edades geológicas. Por medio de una determinación precisa de su latitud y longitud, dentro de unos años podrá comprobarse si se ha producido algún ligero movimiento y saber si en efecto se desplazan.

En la actualidad se utiliza una nueva técnica fotográfica muy precisa que consiste en situar la posición de la Luna sobre un fondo de estrellas en momentos medidos con toda exactitud. Esas fotografías, tomadas en más de veinte observatorios diferentes durante el Año Geofísico Internacional permitirán mejorar todos los cálculos sobre la latitud y longitud y constituirán asimismo la base para comprobar los posibles cambios de posición geográfica que se produzcan con el tiempo.

En otras épocas, era fácil pensar que la Tierra era un imán permanente, muy parecido a una barra de hierro imantada, cuyos polos magnéticos coincidían con los polos geográficos. Tal hipótesis exige que los átomos magnetizados del interior de la Tierra se encuentren ordenados adyacentemente, con los polos en dirección norte-sur. Pero las altas temperaturas que hoy sabemos existen en el interior de nuestro planeta hacen imposible esa ordenación. Además, el polo magnético no se encuentra en el Polo Norte geográfico,

sino a varios centenares de kilómetros de distancia, en la costa ártica del Canadá. Por otra parte, en edades geológicas anteriores, el polo magnético ha ido desplazándose y ha ocupado puntos muy alejados del actual Polo Norte geográfico, incluso en el Pacífico Sur. Por último, hay muy pocos lugares en la Tierra donde la brújula señale el verdadero norte, o donde señale siquiera el polo magnético.

Casi todas las indicaciones de la brújula necesitan ser corregidas para indicar el verdadero norte. La importancia de esa desviación ha sido calculada en casi toda la superficie de la Tierra y muy particularmente en todos los océanos, para mayor seguridad de los navegantes. El estudio del mapa magnético del mundo indica que hay dos componentes independientes del campo magnético, originados por causas distintas. El campo magnético principal se halla en cierto modo relacionado directamente con la rotación de la Tierra y, si actuara aisladamente, todas las brújulas señalarían el Polo Norte.

## Tres anchas fajas eléctricas envuelven la redondez del Globo

Pero también hay fuentes secundarias de magnetismo, producido por un mecanismo diferente, que varía con irregularidad en toda la Tierra y que cambia con el tiempo, incluso en el período de algunos años y hasta de meses en algunos casos. Este campo magnético secundario o «residual» parece producir turbulencias magnéticas que se desplazan generalmente en dirección oeste y que, a la velocidad actual, habrán dado la vuelta a la Tierra en 1.600 años. Su efecto más notable es que causan desviaciones magnéticas respecto al norte del campo principal y hacen necesaria la constante revisión de los mapas del campo magnético total de la Tierra. Por consiguiente, uno de los objetivos importantes del AGI es la obtención de datos magnéticos más precisos.

La verdadera causa tanto del campo magnético principal como del campo residual es todavía desconocida. El Dr. S.K. Runcorn, Director Adjunto de Investigaciones del Departamento de Geodesia y Geofísica de la Universidad de Cambridge (Reino Unido) expuso recientemente la teoría de que el campo principal norte-sur es producido por una gran corriente eléctrica que va de este a oeste en las regiones exteriores del profundo núcleo de hierro-níquel de la Tierra, corriente originada por una acción química o quizá por diferencias de temperatura en el núcleo mismo. El campo residual resultaría así de turbulencias variables en esa corriente subterránea. Pero las autoridades en esa materia no han llegado a ponerse de acuerdo. Ambos aspectos del geomagnetismo siguen siendo un misterio.

Además de la lenta variación de todo el campo magnético a lo largo de los años, existe una variación mucho menor, tanto que no produce efecto en una brújula. Sólo afecta aproximadamente en un dos por ciento el total de la variación. No obstante, ésta se considera una fluctuación propiamente dicha porque varía tan rápidamente que para estudiarla se necesitan instrumentos capaces de efectuar mediciones de centésimas de segundo. Es probable que esas fluctuaciones no sean de origen terrestre sino solar, y que aumenten en número y en intensidad al acrecentarse el número de manchas solares visibles. Esas manchas son indicio de gigantescas tormentas eléctricas y magnéticas en la superficie del Sol que, a su vez, son origen de radiaciones. Se supone que cuando éstas entran en contacto con la alta atmósfera de la Tierra la ionizan, es decir la electrifican, dando origen a vientos que provocan considerables corrientes eléctricas en las grandes altitudes, las cuales, a su vez, afectan el campo magnético de la superficie de la Tierra.

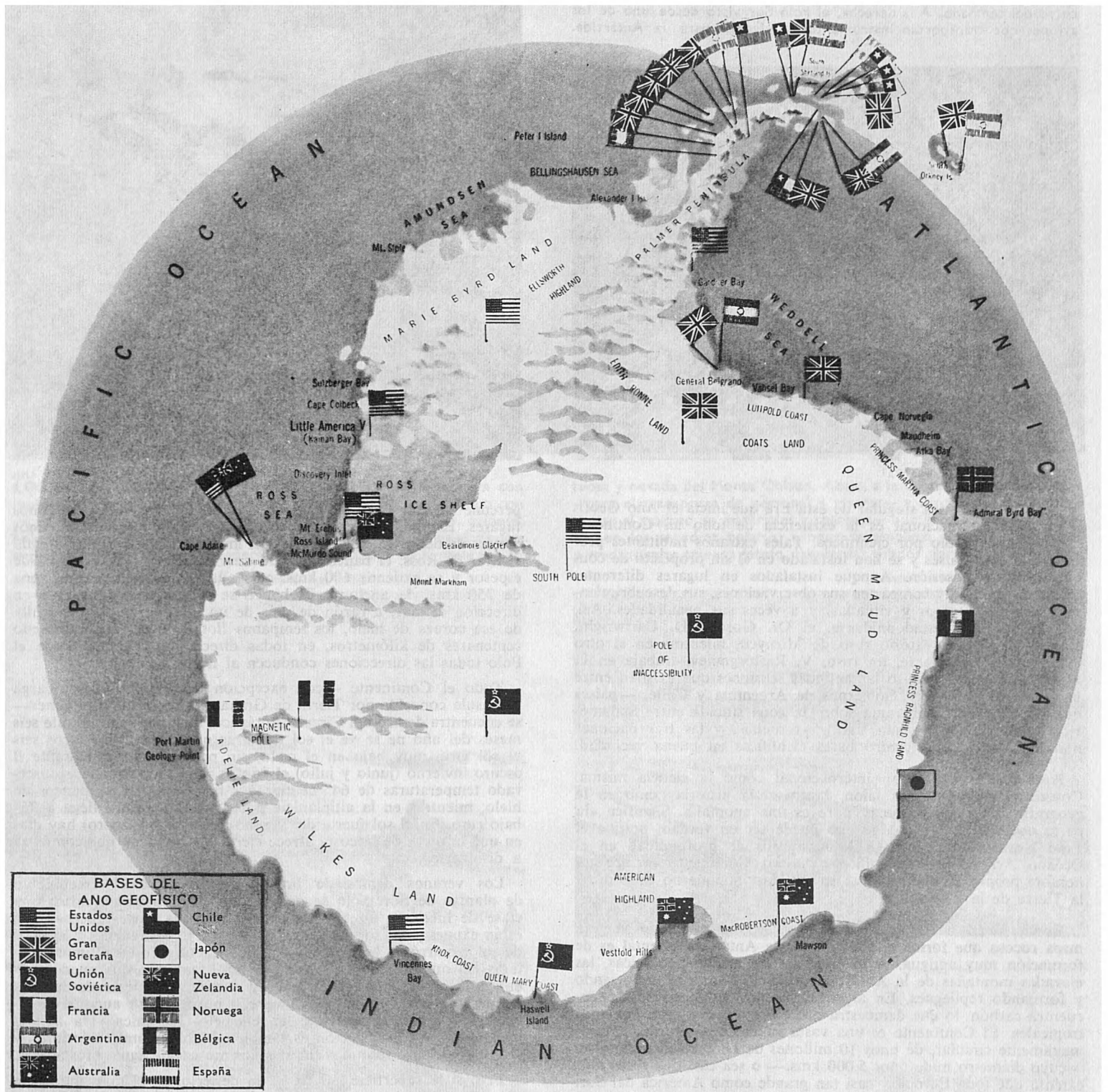
Aunque actualmente todo esto no es sino pura teoría aún no confirmada se sabe con certidumbre que la existencia en la alta atmósfera de tres grandes corrientes eléctricas de cientos de miles de amperios, explicaría las fluctuaciones magnéticas observadas. Una de esas corrientes circundaría el Polo Norte a una altura de varios centenares de kilómetros, en la región de mayor actividad auroral, otra estaría análogamente situada alrededor del Polo Sur, y la tercera formaría alrededor del ecuador una faja de unos 200 kms. de anchura. Según esa teoría, las tres corrientes se hallarían a una altura de 100 a 200 kms. La posible existencia de esas corrientes es uno de los importantes problemas que tiene planteados el geomagnetismo.

En la actualidad existen en el mundo unos 80 observatorios magnéticos completamente equipados, la mayor parte de ellos en Europa y en el Japón, o sea en la zona templada, donde las fluctuaciones son menores. Durante el AGI se establecerán numerosas estaciones magnéticas en América Septentrional y en Alaska, en las islas del Pacífico, en el continente antártico y en las regiones árticas del Canadá y de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.



# La bandera de la ciencia en el Polo

# LA ANTARTIDA



Mapa tomado de la revista "Natural History"

LA « REFRIGERADORA DEL MUNDO », como se le ha llamado a la región antártica tiene una gran influencia sobre el clima de todos los países. Durante el A.G.I. doce naciones explorarán esa tierra montañosa, cuya extensión es de más de 103.000.000 de kilómetros (o sea mayor que todo el Canadá) y que está formada en su gran parte por una vasta altiplanicie de unos 2.000 metros de altitud, cubierta por la más extensa capa de hielo del mundo. Por vez primera, más de 6.000 hombres recorrerán un Continente casi tan desconocido aún como

la superficie visible de la Luna. El mapa muestra la situación de las principales estaciones del Año Geofísico Internacional con las banderas de las diferentes naciones que las mantienen. La finalidad de todas las naciones es la misma : determinar la forma en que la región antártica influye sobre las condiciones físicas del mundo, en lo que se refiere al clima, distribución de las aguas, ventisqueros, corrientes oceánicas, etc. y tomar medidas geofísicas con respecto al magnetismo planetario, rayos cósmicos, aurora polar y otros fenómenos de la atmósfera.

# LA ANTARTIDA

(Viene de la pág. anterior)

**LA ANTIGUA FOTOGRAFIA** que reproducimos abajo muestra la nave de la expedición de Sir Ernest Shackleton (1908-1909) apresada entre los hielos del Polo Sur. Amenazada por un témpano gigantesco la nave fué salvada por una oportuna tormenta de nieve que desvió el curso del témpano. A la derecha, el Polo Sur visto desde uno de los aviones que transportan instrumentos y víveres para la Antártida.



© Pictorial Press, Londres, 1957.

Una característica singular de esta Era que inicia el Año Geofísico Internacional es la existencia de todo un Continente habitado sólo por científicos. Tales extraños habitantes proceden de doce países y se han instalado en él sin propósito de conquista ni de posesión. Aunque instalados en lugares diferentes viven en armonía y comparten sus observaciones, sus descubrimientos, sus instrumentos y vituallas, y a veces sus penalidades. Así, por ejemplo, un estadounidense, el Dr. Gordon D. Cartwright, trabaja en el observatorio ruso de Mirnyen, mientras en el otro extremo del Continente, un ruso, V. Rastorgouiev, trabaja en la «Little América». Incluso las antiguas tensiones que existían entre la Gran Bretaña y los Gobiernos de Argentina y Chile, —países que reivindican su soberanía sobre la zona situada entre Sudamérica y el Polo Sur— han sido ya resueltas, y las tres naciones mantienen unas veinticuatro bases científicas en buena vecindad.

Antártica es ahora tan internacional como la ciencia misma. Constituye un verdadero jalón, tanto en la historia como en la geografía. En realidad, su nombre es una anomalía. Significa «la parte opuesta al Artico», que no puede ser en verdad, porque el Polo Norte se encuentra a 3.000 metros de profundidad en el Océano Artico. Este magnífico y nuevo Continente merece un nombre propio. Actualmente es en realidad, aunque no en nombre la Tierra de la Ciencia.

Es una tierra nueva únicamente para el hombre ya que la gran masa rocosa que forma el subsuelo de la Antártida oriental es de formación muy antigua. A lo largo de las edades geológicas, las elevadas montañas de la Antártida occidental han ido emergiendo y formando repliegues. En algunos terrenos sedimentarios se encuentra carbón, lo que demuestra que en otra época eran pantanos tropicales. El Continente es una vasta superficie de forma aproximadamente circular, de unos 10 millones de kilómetros cuadrados, —cuyo diámetro mide unos 5.000 kms.— o sea casi dos veces más extensa que toda Europa y casi tan grande como América del Sur. En ese Continente se encuentran majestuosas cadenas de montañas de más de 5.000 metros de altitud. El Polo Sur propiamente dicho se encuentra en una altiplanicie, a 3.000 metros sobre el nivel del mar, y posee una extensión desconocida ya que sólo se ha visto una pequeña parte de él, aún desde los aviones que lo han atravesado. Hay allí una península escarpada y montañosa, de unos 1.500 kms. de longitud, que se prolonga hacia el norte, en dirección de la Cordillera de los Andes, de la que quizá no sea sino su continuación.

En la Antártida se encuentra tanta variedad como en cualquier otro Continente, pero cubre toda su superficie una monótona y



U.S.I.S

perenne capa de hielo, cuyo espesor es de 3.000 metros en algunos lugares. El hielo, que apenas deja descubiertos, aquí y allá, unos metros de tierra, se extiende hasta el mar. En la gran bahía llamada el Mar de Ross, el banco de hielo tiene de 200 a 3.500 metros de espesor y se extiende 600 kms. más allá de la costa en una zona de 750 kms. de anchura. El banco se mueve constantemente en dirección al mar, a razón de más de un metro por día. Más allá de esa coraza de hielo, los témpanos flotan en el mar, cubriendo centenares de kilómetros, en todas direcciones, aunque desde el Polo todas las direcciones conducen al norte.

Todo el Continente —con excepción del extremo de la larga península conocida por Tierra de Graham o Península de Palmer— se encuentra dentro del Círculo Antártico, de modo que durante seis meses del año no se ve el sol mientras que durante los otros seis el sol gira, muy bajo en el cielo, sin ponerse nunca. Durante el oscuro invierno (junio y julio) el frío es intenso, habiéndose observado temperaturas de 64° centígrados bajo cero en los bancos de hielo, mientras en la altiplanicie polar la temperatura llega a 75° bajo cero. En el sol fuerte del verano (diciembre y enero) hay días en que la nieve de la costa afrece cierta humedad porque comienza a disolverse.

Los veranos demasiado breves no permiten el crecimiento de plantas de flor. Sólo se dan dos especies, bastante raras: una clase de hierba y un tipo de clavel. Pero las partes rocosas que están expuestas al sol están cubiertas a veces de líquenes y musgos de color marrón y verde. El líquen se encuentra en las últimas fronteras del mundo viviente, ya que es un organismo que puede vivir en condiciones de rigor extremo y sobrevive a pesar de la baja temperatura; se seca, pero no muere, y puede existir aunque no encuentre sustancias nutritivas en el suelo. La única vida animal que permite esa vegetación es también de orden muy inferior: insectos como los mosquitos sin alas, las moscas de agua y los ácaros.

Pero si la superficie helada es un desierto, en el mar abunda la vida: sus frías aguas son ricas en plancton. En realidad, el Océano Antártico se considera el más productivo del mundo, lo que quizá se deba a las continuas corrientes ascendentes que traen desde el fondo sustancias alimenticias de origen vegetal. Existen grandes cantidades de «Krills rojos», camarones pelágicos que, a su vez, sirven de alimento a numerosas especies de peces, así como a las ballenas y a las focas, que abundan en esos lugares. Tanto el imponente pingüino Emperador como los más pequeños y ágiles de Adelia se zambullen en el mar en busca de alimento aunque sus lugares de cría están en el hielo. Estas especies son propias del antártico, y los fósiles descubiertos

Sigue  
en la  
pág. 13



Cortesía del Gobierno de Australia

**LOS SECRETOS DEL SEXTO CONTINENTE** se descubren con rapidez, conforme el hombre domina la hostilidad de la naturaleza con ayuda de máquinas modernas como los potentes rompehielos, aviones, helicópteros y arados eléctricos para la nieve. Arriba, la nave de una expedición antártica, empujeada por la vecindad de la mole majes-

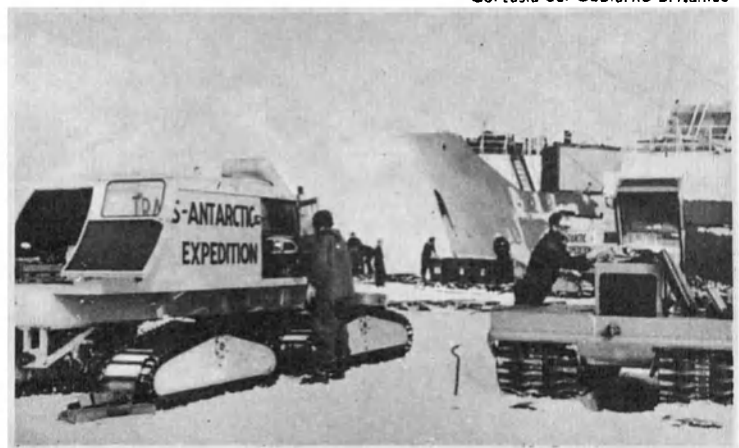
© Roger Kirschner — Expéditions Polaires Françaises, 1957

tuosa y nevada del Monte Ohlson. Abajo, a la derecha, los helicópteros —para el transporte de personal y víveres—, y los vehículos de carril —para el acarreo de materiales y aparatos— que han abierto una nueva era en los estudios polares, aunque se emplean aún los románticos y tradicionales trineos (abajo, izquierda) tirados por hileras de perros.

Expediciones Antárticas Soviéticas



Cortesía del Gobierno Británico







Cortesía del Gobierno de Australia

## TRABAJOS EN LAS SOLEDADES BLANCAS

La región Antártica es la más fría y ventosa de todo el planeta, más helada aún que el Artico. La atmósfera gravita sobre un Continente lindado por ventisqueros y literalmente en pleno período glacial. Las temperaturas que allí se originan llegan hasta 100° bajo cero. En estas áridas condiciones viven y trabajan los hombres de los puestos de observación. Arriba, los vientos ululantes sacuden una de las estaciones de investigación meteorológica mantenidas por Australia en las Islas Heard y Macquarie. Abajo, a la izquierda, un biólogo en la última de estas islas disecciona un gran cangrejo rojo, y, a la derecha, un meteorologista anota los datos barométricos en una estación británica.

Cortesía del Gobierno de Australia

© 1957 Camera Press, Londres



**LA ANTARTIDA**  
(viene de la pág. 10)

# PARAISO GLACIAL DE LOS PINGÜINOS

indican una larga evolución de esas aves que, durante largos períodos, en tiempos muy remotos de clima más benigno, fueron terrícolas. Aún quedan muchas cosas por descubrir en lo que se refiere a la vida de la región antártica, particularmente a las plantas y a los animales, pero esto constituirá una tarea adicional de las expediciones que se efectúen durante el Año Geofísico Internacional. Se desconocen hasta hoy los lugares de cría de los pingüinos Emperador y de las focas. Para determinar sus migraciones sería preciso marcar a esos animales y recurrir a la fotografía aérea para calcular su número. Los geofísicos no apartarán ya sus ojos del gran teatro de las fuerzas de la naturaleza y las profundidades geológicas.

## Los primeros descubridores de un Nuevo Mundo de hielo

El primer hombre que sospechó la existencia del gran Continente helado fué el Capitán Cook, famoso explorador británico del Pacífico, pero sus intentos para atravesar la barrera formada por los bancos de hielo fracasaron tanto en 1773 como en 1774. Se encontraba ya a 1.800 kms. del Polo Sur cuando tuvo que volver atrás después se navegar alrededor de todo el Continente. Hasta 1820 no fué posible ver claramente esa tierra: las expediciones organizadas por el Capitán Nathaniel Palmer (E.E.UU.) y por el Capitán Edward Bransfield (Reino Unido), ambas provenientes de las Islas Shetland del Sur, que están a 800 kms. de las costas de Sudamérica, permitieron contemplar más de cerca las montañas de la larga península que se extiende, hacia el norte. Ninguno de los hombres que componían esas expediciones llegó a desembarcar. En el mismo año, el Almirante ruso Fabian von Bellingshausen navegó a lo largo de las costas de la mitad del Continente y descubrió la gran isla de Alejandro I. También pudo ver vastas masas de hielo que probablemente constituían la tierra firme.

Hasta 75 años después, en 1895, no se efectuó el primer desembarco en la Antártida, y doce años, más tarde, la nave *Bélgica*, inverna por primera vez entre los hielos. Miembro de esa expedición fué el meteorologista norteamericano Henryk Arctowski, primer científico que comunicó datos sobre los fenómenos antárticos. El notable explorador cuenta ahora 86 años de edad y vive en Florida. Pero la primera gran exploración y estudio científico se efectuó en 1901-1904 gracias a la Expedición Nacional Antártica del Capitán Robert Falcon Scott, la cual exploró la elevada altiplanicie occidental del Mar de Ross, llegando a 740 kms. del Polo Sur. Ese mismo año una expedición alemana y otra sueca efectuaron estudios científicos de la costa.

Al año siguiente, en 1905, el explorador norteamericano Robert E. Peary llegó a 320 kms. del Polo Norte; el 6 de abril de 1909 alcanzó por fin a hollar el Polo. Pero tres meses antes, el 9 de febrero, una expedición británica dirigida por Sir Ernest Shackleton, había llegado a 155 kms. del Polo Sur, en una altiplanicie a 3.000 metros sobre el nivel del mar, antes de verse obligado a regresar acosado por las terribles ventiscas y la falta de víveres. Su fracaso, y el éxito de Peary en el otro extremo del mundo, espoleó a los ingleses, quienes organizaron una segunda expedición dirigida por Robert Scott que llegó por fin al Polo Sur el 18 de enero de 1912. Scott y sus cuatro compañeros perecieron en una tormenta de nieve cuando ya habían iniciado el regreso, pero en la primavera siguiente pudieron encontrarse sus notas y colecciones. No fueron sin embargo ellos los primeros hombres que llegaron al Polo Sur. Ese honor corresponde a una expedición noruega, dirigida por Roald Amundsen, que utilizó trineos tirados por perros y esquís, con la habilidad característica de sus compatriotas, e hizo un rápido avance que le permitió alcanzar el Polo el 14 de diciembre de 1911, exactamente 35 días antes que Scott.

Las dos expediciones de Scott fueron patrocinadas por la *British Royal Society* y por la *Royal Geographic Society* y sirvieron para publicar volúmenes de observaciones científicas que, a la larga tuvieron más importancia que la misma conquista del Polo.

En 1926, el aviador norteamericano Richard E. Byrd —más

tarde Almirante— y Floyd Bennet, hicieron un vuelo al Polo Norte desde Spitzbergen y emprendieron el regreso, cubriendo una distancia de 2.176 kms. En abril de 1928, el australiano Sir Hubert Wilkins, voló 3.400 kms. desde Point Barrow, Alaska, a Green Harbor, Spitzbergen. Tales vuelos permitieron demostrar que no existe un Continente ártico e iniciaron una nueva era en los estudios polares. El 29 de noviembre de 1929, el Almirante Byrd y Bernt Balchem volaron sobre el Polo Sur partiendo de su base de la Little América. El aeroplano se había convertido en un instrumento indispensable para el reconocimiento fotográfico, para el transporte de suministros y de personal a las bases avanzadas, y para las misiones de salvamento. El 1° de noviembre de 1956, un avión norteamericano aterrizó y despegó en el mismo Polo Sur, habiéndolo transportado más de 700 toneladas de material para la construcción de la Estación del Polo Sur. El helicóptero, que permite volar a baja altura y más despacio, es igualmente valioso cuando se opera desde un barco para explorar las posibles rutas sobre el hielo y desembarcar las vituallas.

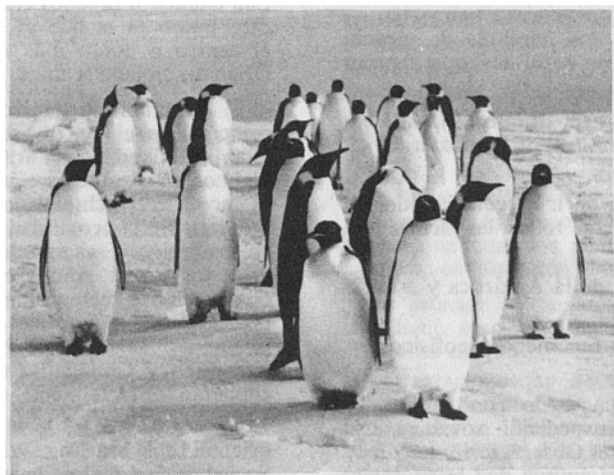
Del mismo modo, el tractor movido por motor diesel ha reemplazado al trineo tirado por perros, jacas y aun hombres para los transportes terrestres, lo que ha permitido utilizar inmensas cantidades de materiales de construcción, de instrumentos científicos y de equipo para hacer posible una vida confortable e higiénica a los exploradores. Además, la potencia de los rompehielos ha aumentado considerablemente. Hace 25 años, el primero que utilizó el Almirante Byrd tenía una fuerza de 200 caballos, mientras que los modernos rompehielos de diez motores diesel pueden desarrollar una potencia de 21.000 caballos. Más notable es aún el cambio que suponen las comunicaciones por radio, mediante las cuales se establece contacto entre las avanzadillas y su base, entre las bases que se encuentran a miles de kilómetros de distancia, e incluso con el mundo exterior. Por último, la ciencia dietética ha hecho tales progresos que el escorbuto y otras enfermedades carenciales, que antes eran el azote de los exploradores, son

ahora desconocidas. «Se va acercando rápidamente el momento en que sea posible habitar en este Continente», escribe Paul E. Siple, Jefe del personal científico de la Estación norteamericana en el Polo Sur.

## Hombres de todas las razas colaboran en sus trabajos

Diez naciones han establecido ya bases en la Antártida: Argentina, Australia, Chile, Estados Unidos, Francia, Japón, Nueva Zelandia, Noruega, Reino Unido y Unión Soviética. A ellas han decidido unirse Bélgica y España. La mayor concentración de estaciones de investigación, dedicadas fundamentalmente a estudios meteorológicos, se encuentra en la larga península de Palmer o Tierra de Graham, que está situada casi directamente al sur de la extremidad meridional del continente sudamericano y de las Islas Malvinas. El Reino Unido tiene allí diez bases, Argentina ocho y Chile seis; todas ellas mantienen entre sí una estrecha cooperación. Inmediatamente al este se encuentra el Mar de Weddel, que penetra en las tierras continentales hasta una distancia de unos 1.000 kilómetros y a lo largo de una extensión aproximada de 1.600 kilómetros en sentido este-oeste. En sus costas existe una base argentina, una de los Estados Unidos y la base de la *British Royal Society*. Casi directamente opuesto al Mar de Weddel, y por consiguiente al sur de Nueva Zelandia, está el Mar de Ross, que llega, bajo su capa de hielo, hasta una distancia de 1.200 kilómetros del Polo Sur. Por él penetraron Scott, Shackleton, Amundsen y Byrd, en sus famosas exploraciones. En su costa oriental se encuentra Little America, base principal de los Estados Unidos, y al oeste, en el Estrecho de McMurdo, están la base de suministros aéreos de los Estados Unidos y la estación científica de Nueva Zelandia. En el Cabo Adare, en el lugar donde el Mar de Ross se confunde con el océano, hay una estación en cuyo funcionamiento colaboran conjuntamente Nueva Zelandia y los E.E. UU.

Sigue  
a la  
vuelta



Usis

ñola se encuentra entre el Mar de Ross y la Península de Palmer. Partiendo del Cabo Adare hacia el oeste se suceden, a lo largo de la costa, las siguientes bases: de Francia en Punta Geologica; de los Estados Unidos en la costa de Knox; de la Unión Soviética en Mirny; de Australia en la Tierra de Enderby, al sur del Océano Indico; del Japón y de Bélgica en las costas de la Tierra Maud, frente a Africa. La estación de Noruega está situada acerca del límite oriental del Mar de Weddell. Japón tiene otra estación en la Isla de Pedro I. La Unión Soviética, Francia y los Estados Unidos van a establecer estaciones en el interior del Continente.

Los fines que persiguen todas las naciones son análogos: determinar la influencia de los fenómenos antárticos sobre el resto del mundo en relación con la meteorología, distribución de las aguas, ventisqueros, corrientes marítimas, etc., y hacer conjuntamente mediciones geofísicas desde ese ventajoso punto de observación en el extremo del mundo en relación con el magnetismo terrestre, los rayos cósmicos, las auroras y otros fenómenos de las más altas capas atmosféricas y del interior de la Tierra.

Los objetivos que indicamos a continuación se enumeran en un artículo sobre la participación soviética, escrito para *El Correo de la Unesco* por Evgueni Tolstikov, Director Adjunto de la Ruta Marítima del Norte, considerado como un héroe de la Unión Soviética.

Al emprender los estudios antárticos, los hombres de ciencia soviéticos establecieron diversos proyectos, entre los que figuran los siguientes:

1. Estudio de la influencia de los fenómenos atmosféricos de la región antártica sobre la circulación general atmosférica en todo el mundo.
2. Estudio de las líneas fundamentales de la circulación de las aguas antárticas y de su relación con todas las demás corrientes oceánicas
3. Determinación de la geografía física de la Antártica y estudio detallado de sus glaciares.
4. Estudio de las características de los fenómenos geofísicos en la Antártica.

Con arreglo a estos proyectos y de acuerdo con el Comité Internacional para el Año Geofísico, la expedición soviética está planeando una serie de investigaciones en el Observatorio de Mirny y en dos estaciones del interior, así como en sus dos bases intermedias, Pionerskaia y Komsomolskaia, y en la estación « Oasis ». Se emprenderán investigaciones para el trazado de mapas, mediante aeroplanos y caravanas de tractores.

Se han construido instalaciones especiales en el Observatorio de Mirny para dar cabida a un material moderno que funcionará para el Año Geofísico. Al mismo tiempo se realizarán importantes estudios en las aguas antárticas desde el barco « Ob » y, en parte, desde el « Lena », que están equipados especialmente para una gran diversidad de investigaciones en meteorología, actinometría, oceanografía, hidrobiología, geología marítima y geofísica.

## El hielo tiene un espesor de mil quinientos metros

Aunque estas investigaciones apenas han comenzado, se han obtenido ya informaciones muy interesantes. Por ejemplo, las medidas del hielo en Mirny han dado como resultado un espesor de 80 a 200 metros. Pero bajo el hielo no hay tierras continentales, sino el mar, con una profundidad de 150 metros. La estación de Mirny está situada sobre algunos pequeños islotes y, en parte, sobre el hielo continental. Es interesante observar que 100 kilómetros al sur de Mirny, donde la superficie se eleva gradualmente desde el mar hasta una altura de 1 200 metros, el hielo tiene un espesor de 1 500 metros. La pesada capa helada descansa directamente sobre el fondo del océano.

Las observaciones meteorológicas han mostrado que la zona de la Antártica donde se sitúa Mirny se caracteriza por sus vientos furiosos. Durante un año se señalan 262 días con vientos muy fuertes y 23 días con vientos huracanados. Las tormentas son mucho más frecuentes en invierno. Las observaciones realizadas en Pionerskaia nos han dado las primeras informaciones exactas sobre los rigores del clima en las regiones interiores. La temperatura media del aire en el mes más frío es de 52° centígrados bajo cero, mientras que en el mes menos frío —diciembre— es de 22° centígrados bajo cero. Como en Pionerskaia nunca deja verdaderamente de hacer viento y como la velocidad media de éste es de

9 a 12 metros por segundo, es fácil imaginar las dificultades con que deben tropezar los investigadores. Debe decirse, sin embargo, que esas dificultades y sacrificios sólo quedarán compensados cuando los hombres de ciencia de todo el mundo que participan en las investigaciones polares puedan combinar todos sus esfuerzos. Los esfuerzos de cada país por separado, sin los datos de las observaciones de los demás países, no servirán para resolver los problemas a que hace frente el Año Geofísico Internacional.

## Los soviéticos se consultan con franceses y americanos

Los hombres de ciencia soviéticos mantienen en la actualidad una comunicación constante por radio con las expediciones antárticas de otros países, se facilitan mutuamente los resultados de sus observaciones científicas y se consultan entre sí sobre las cuestiones interesantes que se plantean. Tales lazos están establecidos con las expediciones de Francia, Australia, el Reino Unido y los Estados Unidos. (Las estaciones en el interior que menciona Tolstikov deben establecerse en dos puntos importantes. Uno es el Polo Sur magnético, que, como ocurre en el Polo Norte, está situado a muchos cientos de kilómetros del polo geográfico. El otro punto es el que se llama ahora « Polo de Inaccessibilidad », el centro o punto más remoto de la gran masa de la Antártica Oriental, situado a unos 1.500 kilómetros de la costa más cercana.

El programa británico ofrece distintos aspectos. El proyecto principal es el de Investigaciones sobre las Dependencias de las Islas Falkland, con arreglo al cual se han realizado durante algunos años estudios e investigaciones polares en las islas situadas al sur de ese archipiélago y en la Tierra de Graham (Península de Palmer). En la actualidad se mantienen once estaciones permanentes en esa región. Esas estaciones, equipadas para los estudios científicos previstos en el Año Geofísico, pero destinadas especialmente a observaciones meteorológicas, proporcionarán una base firme para las empresas temporales, a menudo más espectaculares, que se intenten a lo largo de la costa y en el interior del Continente. Argentina y Chile, que mantienen 14 estaciones en la Península, cooperan estrechamente con los hombres de ciencia británicos.

Unos 1.000 ó 1.300 kilómetros más cerca del Polo, en la costa oriental del Mar de Weddell, en la Bahía de Halley, la Real Sociedad de Londres ha establecido su propio observatorio, servido por 18 hombres y destinado a mediciones de precisión en geofísica y, especialmente, al estudio del magnetismo terrestre, las condiciones eléctricas de las altas capas de la atmósfera y la radio-astronomía. La estación está situada junto al círculo de máxima actividad auroral.

Las heroicas expediciones de Scott y Shackleton servirán de modelo a la Expedición Transantártica Británica y la Campaña Transantártica Neozelandesa, dirigidas respectivamente por el Dr. Vivian E. Fuchs y por Sir Edward Hillary, vencedor del Everest. Ambas están costeadas con fondos privados. Partiendo de la Bahía de Wahsel, en el fondo del Mar de Weddell, los expedicionarios británicos subirán en vehículos adecuados y en trineos tirados por perros hasta el Polo Sur y continuarán adelante, cruzando el Continente por su parte más estrecha hasta el Estrecho de McMurdo en el Mar de Ross, con lo que cubrirán una distancia de unos 2.900 kilómetros. La expedición neozelandesa viajará en dirección opuesta hasta un punto de cita.

Australia estableció hace dos años una base en Mawson, en la escarpada costa directamente al sur de la India. Su personal, integrado por 24 hombres, trabaja con un material de gran perfección midiendo la aurora austral o los rayos cósmicos, observando las señales meteorológicas para deducir la fuerza de los vientos en las capas superiores de la atmósfera, y calculando las fluctuaciones del magnetismo terrestre y el espesor del hielo. La base de Mawson cuenta con dos aeroplanos para mantener el contacto con la base Davis, más pequeña y situada 640 kilómetros al este. En esta base, las medidas geológicas y meteorológicas se complementarán mediante una cámara capaz de fotografiar todo el firmamento. Australia mantiene también una estación en la Isla Macquarie, 1.600 kilómetros al norte de la Antártica, al sur de la isla australiana de Tasmania.

Los Estados Unidos han establecido cinco estaciones principales, más la estación de Cabo Adare, que depende conjuntamente de Estados Unidos y de Nueva Zelandia, y una estación de meteorología y base de suministros aéreos en el Estrecho de McMurdo. Treinta y dos hombres sirven la gran estación de Little America, situada en la costa oriental del Mar de Ross, que constituye a su vez una base para dos estaciones en el interior.



## EN EL NUMERO 5 DE LA CALLE LENIN

Los ingenieros soviéticos han fundado una población en Mirny («Pacífico» en ruso) al pie del imponente Ventisquero Helen que conduce al interior del país, a través de la «Tierra Inaccesible», la parte más árdua del Antártico. A la derecha, en el N° 5 de la Calle Lenin, arteria principal de la estación polar, se ha instalado una central de teléfonos automáticos. Los preparativos soviéticos para la celebración del Año Geofísico Internacional datan desde el año de 1955.

Expediciones Antárticas Soviéticas



Una de éstas, con 9 hombres de ciencia está en el Polo Sur; otra, con 15 científicos, se encuentra a una altitud de 1.500 metros en las montañas de la Tierra de Marie Byrd, a unos 1.000 kilómetros al este de Little America y a 18 días de viaje en tractor. Las otras dos bases, con 14 hombres cada una, están una sobre el hielo en el interior del Mar de Weddell y otra enfrente, en la Costa de Knox, separadas entre sí por una distancia de 3.200 kilómetros. Las cinco estaciones están equipadas para realizar investigaciones en meteorología, magnetismo terrestre, glaciología, estudios físicos de la ionosfera, así como estudios sobre las auroras y la luminiscencia del aire. Todas, con excepción de la situada sobre el hielo del Mar de Weddell, emprenderán investigaciones sismológicas, y la estación de la Costa Knox será la principal para el estudio de los rayos cósmicos.

Grandes expediciones que cubrirán un total de cerca de 8.000 kilómetros, partiendo de las estaciones, se emprenderán con el propósito de medir en diversos lugares el espesor del hielo y el contorno de las rocas situadas debajo, así como para realizar mediciones del movimiento de los hielos, del campo de gavitación de la Tierra, las fluctuaciones magnéticas y las condiciones atmosféricas. La estación de Little America se ocupa también del funcionamiento de la Central Meteorológica de la Antártica, en donde se reúnen las observaciones meteorológicas y se transmiten por radio los análisis y previsiones del tiempo en beneficio de todas las naciones que operan en el Continente. La estación del Polo Sur ha sido denominada *Base Amundsen-Scott* en honor de los dos únicos hombres que han llegado al Polo utilizando medios de transporte de superficie. La adopción oficial de ese nombre tuvo lugar el 24 de enero.

El Congreso de los Estados Unidos ha votado un crédito de 39 millones de dólares para la Academia Nacional de Ciencias (Consejo Nacional de Investigaciones) con destino al programa científico del Año Geofísico. De esa cantidad, unos 5 millones se

destinan al programa de la Antártica, 18 millones se emplearán en los trabajos científicos que exige el experimento del satélite artificial, y el resto en los demás estudios del Año Geofísico. Pero el total de gastos en investigaciones científicas es probable que llegue al triple de los 39 millones, ya que los laboratorios nacionales oficiales, tales como el *Weather Bureau* de los Estados Unidos, gastarán una suma equivalente, y otro tanto harán las universidades y los laboratorios de investigación de las entidades privadas.

Francia estableció entre 1949 y 1953 una estación en Punta Geológica, en Tierra de Adelie, al sur de Australia Oriental: con motivo del Año geofísico se ha vuelto a ocupar esa estación, juntamente con una más pequeña a unos 450 kilómetros tierra adentro, en dirección del Polo Sur Magnético.

La estación noruega, al este del Mar de Weddell, está en el meridiano cero de longitud (el meridiano de Greenwich) y data de marzo de 1957.

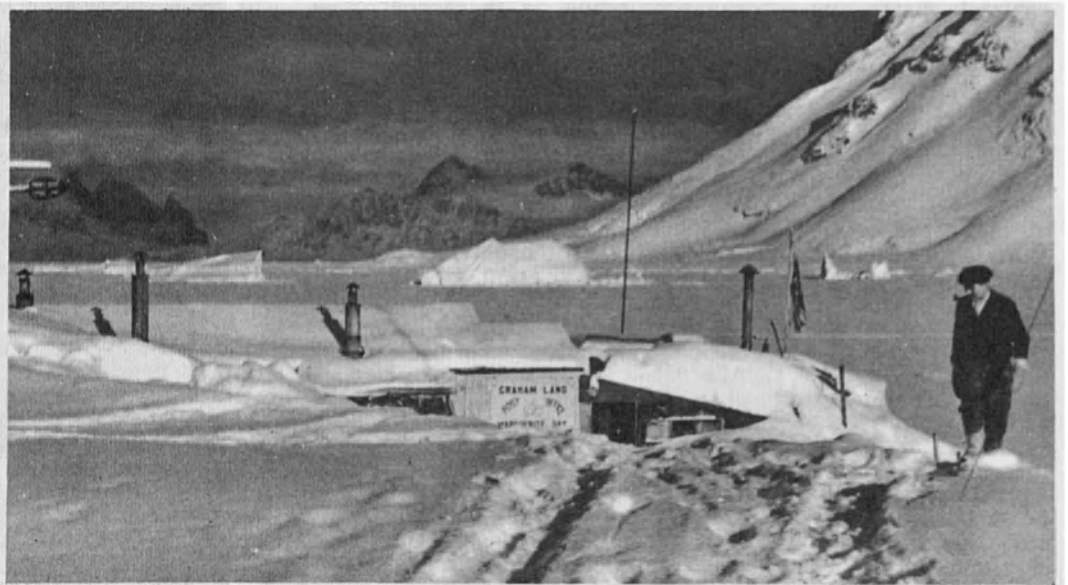
Las estaciones japonesa y belga se establecerán en la costa relativamente inexplorada que se extiende frente al Continente africano, entre la base australiana de Mawson y el Mar de Weddell, completando así el anillo de estaciones distribuidas en torno al Continente. Los materiales para la estación japonesa en Showa se descargaron en condiciones difíciles en febrero de 1957. Se trata de la primera actividad antártica del Japón desde el viaje de exploración realizado en 1912 por Choku Shirase.

A medida que el sol de septiembre deriva hacia el sur y vuelve a aparecer en el horizonte septentrional, amanece sobre este frío Continente la primavera de un año histórico y comienza una época de febril actividad. Antes de que el astro vuelva a desaparecer tras del horizonte en marzo gran parte de los misterios de la Antártica se habrán convertido en datos científicos seguros, que, a su vez, ayudarán a resolver muchos problemas y contribuirán a la comprensión de las fuerzas que rigen nuestro misterioso planeta.

## OFICINA DE CORREOS BAJO LA NIEVE

La mayor parte de las actividades británicas antárticas para la celebración del Año Geofísico están dirigidas por la superintendencia de las Islas y Territorios de Falkland que ha organizado durante varios años las investigaciones polares en esas regiones y en la Tierra de Graham. A la derecha, la Base de la Bahía Margarita, en la Isla de Stonington, donde once hombres de ciencia británicos permanecieron aislados del mundo durante más de dos años. Aquí se ve la Oficina de Correos sepultada bajo la nieve. Las chimeneas están reforzadas contra los vientos furiosos que barren la isla.

C.O.I. Londres



# EL CLIMA DEL FUTURO

## La predicción exacta del tiempo

De todos los dones de la naturaleza ninguno es tan necesario al hombre o tan familiar como el aire en el que se halla sumergido. Ningún tema de conversación en cualquier parte del mundo y durante todo el año es tan persistente como los cambios diarios de la atmósfera que se conocen con el nombre de temperatura. Nada es tan eficaz para crear la fascinante diversidad de razas humanas, culturas y modos de vida como esa infinita variedad de estados atmosféricos locales que se llama clima, desde el de la helada tundra del Artico hasta el de los trópicos, o desde el de la selva lluviosa hasta el del desierto. Las ciencias geofísicas que nos tocan más directamente son las que estudian el tiempo.

Aun hoy en día muy pocas gentes saben que la meteorología no es la ciencia de los meteoros, sino del estado atmosférico. El nombre de meteorología parece impropio, y, sin embargo, la palabra *meteor* («suspendido en el aire») se deriva del antiguo griego y al principio incluía todos los fenómenos que se producían sobre la superficie de la tierra, tanto la formación de nubes como la aurora boreal y las «estrellas fugaces», correspondiendo actualmente su significado al de estas últimas. Y lo que es más aun, «clima» ha cambiado también su significación, pues originariamente —debido a su análoga raíz latina— se refería sólo a la inclinación de los rayos solares en diversas localidades, mientras que en la actualidad se refiere a la relación existente entre un estado atmosférico prolongado y la región sobre la que éste actúa. La meteorología y la climatología son ciencias geofísicas relacionadas directamente con el ser humano, lo que las diferencia de lo puramente científico o erudito.

Ambas ciencias geofísicas conciernen a la capa inferior del aire, llamada troposfera, que se halla en contacto con la tierra, se extiende hasta una altura aproximada de 15 kilómetros, y recibe el calor que irradia de la superficie terrestre. La troposfera está comprimida por el peso del aire que se encuentra sobre ella y que corresponde, aproximadamente, a diez toneladas por metro cuadrado, en el nivel del mar. En lugares variables está saturada por el vapor de agua del océano, que se condensa para formar nubes visibles. Esa capa inferior del aire se encuentra en constante agitación: unas veces asciende cuando ha recibido un calor suficiente, otras deja caer su humedad en forma de lluvia cuando se enfría, o bien se desata en veloces vientos allí donde aparecen grandes diferencias de presión, girando en vastas tormentas de mil kilómetros de diámetro, o arremolinándose en violentos y silbantes huracanes y tifones cuando se concentra su energía. El hombre ha estado siempre a la merced del tiempo y no puede llegar a controlarlo. En realidad se trata de una serie de fenómenos que están más allá del alcance de su inteligencia porque, como se ha descubierto recientemente, la circulación de la capa inferior de la atmósfera depende en parte de los fuertes vientos de la capa que se encuentra encima, es decir de la fría estratosfera donde el aire se halla tan enrarecido que no puede permitir ninguna forma de vida ni siquiera alimentar la llama de un candil. Las investiga-

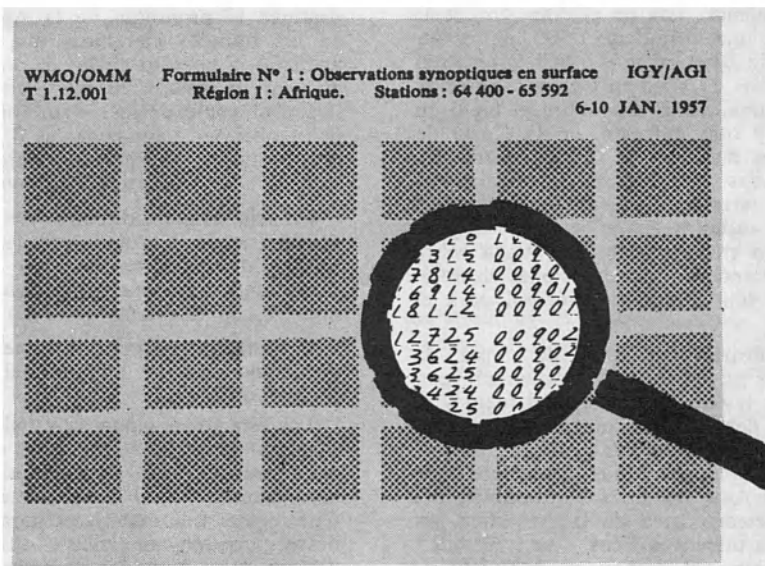
ciones meteorológicas del Año Geofísico registran estas condiciones características de la estratosfera hasta una altura de 30 kilómetros, aproximadamente, o sea la altura máxima que pueden alcanzar los balones sin estallar. Encima de la estratosfera se encuentra la ionosfera cuyo estudio requiere dispositivos y métodos completamente diferentes. (Ver «La prodigiosa Ionosfera», pág. 26.)

Las predicciones del tiempo aceptables con uno o dos días de anticipación se basaban, hasta en épocas recientes, en las medidas y registros de la temperatura, presión, humedad, lluvia y en la dirección y velocidad del viento, tomadas en estaciones meteorológicas terrestres o en barcos en alta mar. De esta forma se establecía la localización de los centros de tormenta existentes, pudiendo preverse la dirección y velocidad de su movimiento. Pero las predicciones efectuadas sólo en la capa inferior del aire, en contacto con la tierra o el mar, no eran completamente seguras ni podían garantizarse más allá de algunos días. En los últimos años los análisis de la atmósfera y las predicciones del tiempo se han fundado en el movimiento de grandes masas de aire a gran altura, lo cual ejerce una influencia profunda sobre la circulación del aire en la superficie terrestre.

Por esta razón los balones meteorológicos han llegado a ser un importante instrumento de observación. Muchos se han lanzado como balones de observación para alcanzar alturas de 8 a 16 kilómetros, donde la dirección y velocidad de las corrientes atmosféricas se pueden seguir con instrumentos ópticos desde las estaciones terrestres. Otros, llamados radiosondas, llevan instrumentos para medir la temperatura, presión y humedad del aire, y para registrar y transmitir todos esos datos, por radio, a la tierra. Existe un tercer tipo de balones, destinados a medir la velocidad del viento.

Están fabricados de goma natural o sintética, y cuando se manejan cuidadosamente y se inflan con hidrógeno o helio pueden elevarse hasta 30 kilómetros de altura, o sea a una región atmosférica donde la presión del aire es sólo una quinta parte de la correspondiente al nivel del mar. Allí, el balón se dilata por su propia presión interior hasta estallar. La baja temperatura es una de las causas principales del estallido, pues la goma pierde paulatinamente su elasticidad. En esas alturas se encuentran temperaturas de  $-40^{\circ}\text{C}$  y aún de  $-80^{\circ}\text{C}$ , particularmente en los polos ártico y antártico donde se han establecido estaciones meteorológicas especiales para funcionar y trabajar durante el Año Geofísico.

Evidentemente los datos obtenidos en una sola estación, por muy exactos y completos que sean, tienen poca importancia si no se combinan con los datos del mundo entero, obtenidos cada día a las mismas horas. Sólo de esta forma pueden ser identificadas las grandes masas de aire y seguir su movimiento. Es esencial para los estudios de temperatura, durante el Año Geofísico, el Centro de Datos Meteorológicos (WMO) que funciona bajo los auspicios de la Organización Meteorológica Mundial, en Ginebra, Suiza. La WMO es un



**MILLARES DE OBSERVACIONES** se registrarán en el Centro Especial de Información Meteorológica establecido por la Organización Meteorológica Mundial, en Ginebra, durante el Año Geofísico Internacional. Para publicar tales observaciones se necesitarían 1.000 volúmenes de 1.000 páginas cada uno. Se ha encontrado una forma más económica y sencilla de publicación en la "microtarjeta" (arriba) que tiene el tamaño de una tarjeta postal y en la cual se pueden reproducir fotográficamente 50 formularios informativos originales. La colección completa de observaciones estará compuesta de 20.000 microtarjetas.

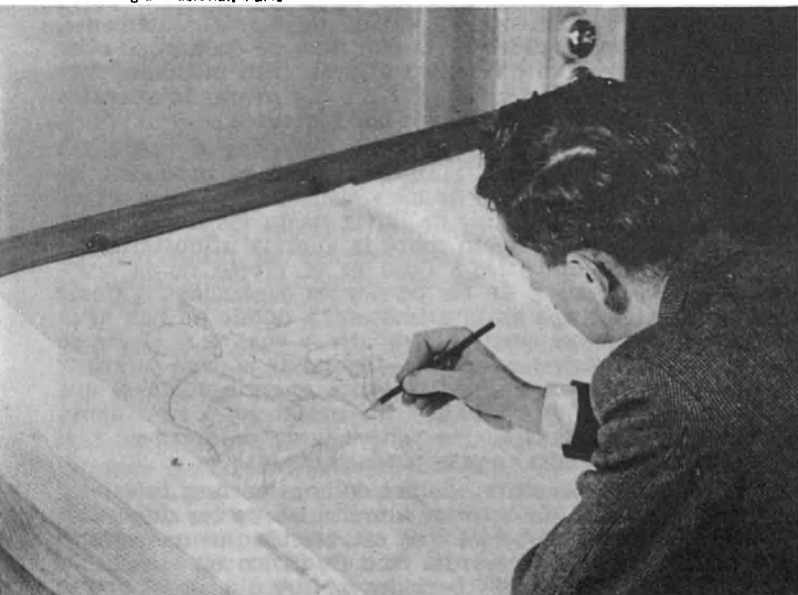
Sigue  
en la  
pág. 18



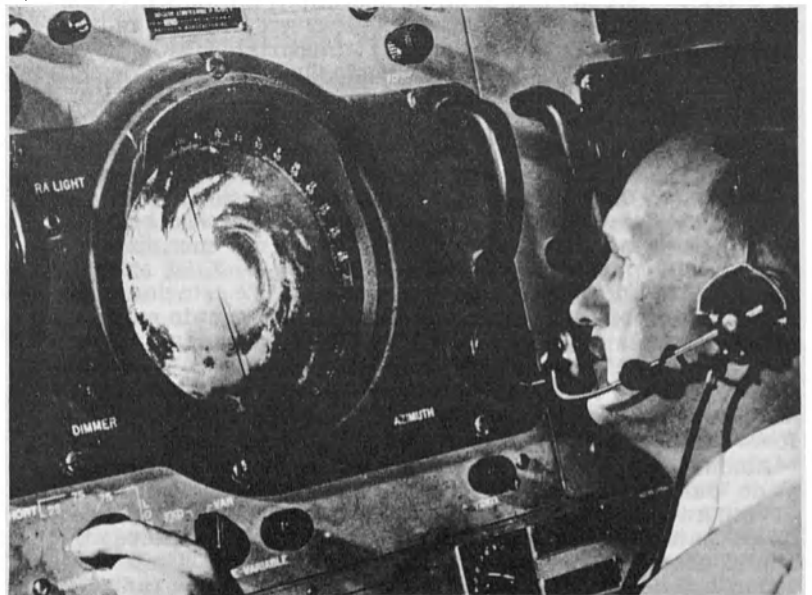
Cortesía del Gobierno de Australia

**SONDEOS DE LA ATMOSFERA.** Desde hace más de dos siglos, los meteorólogos tratan de obtener un cuadro más completo de la circulación de la atmósfera alrededor de nuestro planeta, ya que de ese conocimiento dependen las previsiones anticipadas de tiempo. En los últimos años se ha aclarado mucho el problema mediante el procedimiento de sondear la atmósfera superior sirviéndose de una radio-sonda, pequeño aparato transmisor que es transportado por un balón de hidrógeno (derecha) y que señala la presión atmosférica, la temperatura y el grado de humedad. Durante el A.G.I. se efectuarán 300 sondeos adicionales de la atmósfera. Arriba, la observación de fenómenos meteorológicos extraordinarios, como esta formación lenticular de nubes en una isla antártica barrida por una tormenta de nieve, contribuye eficazmente para una previsión anticipada de tiempo. Abajo, izquierda y derecha, un meteorologista examina un mapa de temperatura y un operador de radar capta en su aparato un huracán remoto. Este nuevo equipo de radar, empleado ahora para las previsiones de tiempo amplía inmensamente el horizonte del meteorologista y le capacita para el estudio de una tormenta cercana.

Meteorología Nacional, París

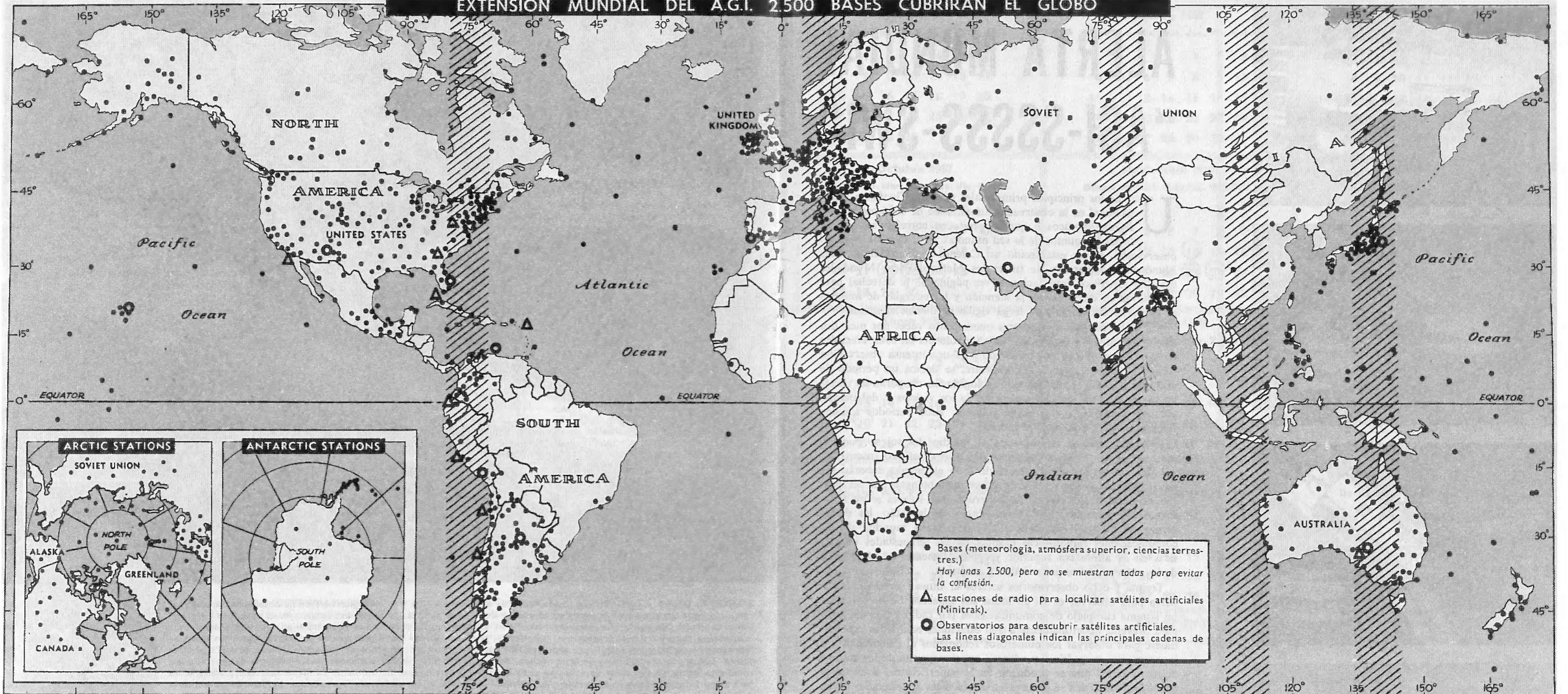


Usis





**EXTENSION MUNDIAL DEL A.G.I. 2.500 BASES CUBRIRAN EL GLOBO**



© "New-York Times", 1957

organismo especializado de las Naciones Unidas —como lo es la Unesco— creado con el fin de coordinar, normalizar y mejorar las observaciones meteorológicas en todo el mundo. Publica regularmente el boletín trimestrial WMO, y con motivo del Año Geofísico ha publicado dos libros: uno de ellos constituye un examen general del programa meteorológico, y el otro es un directorio completo del millar de estaciones meteorológicas de todo el mundo que participan en ese programa.

El número de estaciones que harán observaciones meteorológicas diariamente a intervalos regulares de seis horas, a partir de 9 horas (medianoche), tiempo del meridiano de Greenwich, sobrepasa actualmente la cifra de 2,100, seleccionadas entre un número mucho más elevado de estaciones utilizables con objeto de representar tan ampliamente como sea posible toda la superficie terrestre. Están situadas desde un polo al otro en 93 países diferentes, incluyendo islas remotas en los océanos y barcos en el mar. Hay una concentración especial de estaciones en cinco bandas meridionales, como se puede ver en el mapa (página).

Además, unas 650 estaciones poseen equipos de radiosonda y de balón-sonda para el estudio de la alta atmósfera. Se espera que puedan realizar diariamente dos radiosondajes (para determinar la temperatura, presión y humedad) y cuatro observaciones con la radio de balón-sonda. Un total de 700 estaciones medirán también la intensidad de la radiación

recibida directamente de la luz solar, así como la luz celeste difundida, y la radiación de onda larga y de onda corta (ultra-violeta). Finalmente, 100 estaciones, aproximadamente, harán frecuentes medidas de la cantidad de ozono que contiene la atmósfera en diferentes alturas, bien mediante instrumentos ópticos situados en tierra o por medio de aparatos químicos u ópticos transportados por vía aérea.

En términos sencillos se trata de contestar a preguntas tales como las siguientes: ¿Dónde y cómo se producen los vientos? ¿Cuál es el origen de los violentos torbellinos, desde las tormentas acompañadas de lluvia hasta los huracanes y tifones? ¿Cuál es el efecto sobre la energía atmosférica de la extensa zona antártica? ¿Cuál es el efecto de la temperatura del océano y de las corrientes oceánicas? ¿Cómo es el mapa del tiempo en la estratosfera, donde no hay agua ni nubes sino fuertes corrientes de aire, y cuál es el efecto de los vientos estratosféricos sobre el tiempo de la capa inferior? ¿La tierra irradia en el espacio tanta energía como la que recibe del sol, manteniendo así un equilibrio, o se calienta lentamente de modo que los ventisqueros se derriten y el clima de toda la tierra cambia paulatinamente?

Para coordinar las observaciones de la atmósfera inferior y superior, y obtener un informe simultáneo de las diferentes ciencias, el Comité Especial ha establecido un calendario especial para los 18 meses del Año Geofísico en el que se señalan días individuales y periodos de diez días, a los que se

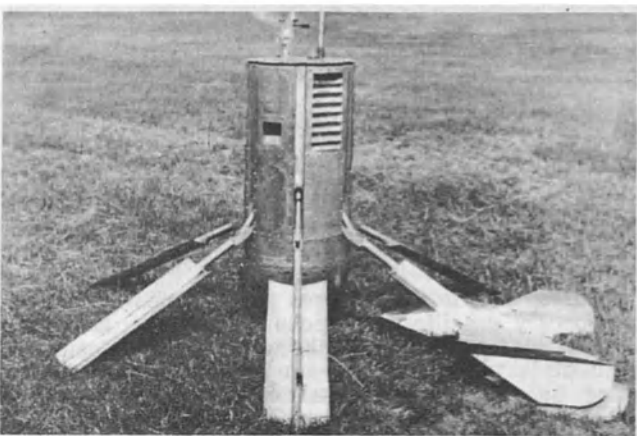
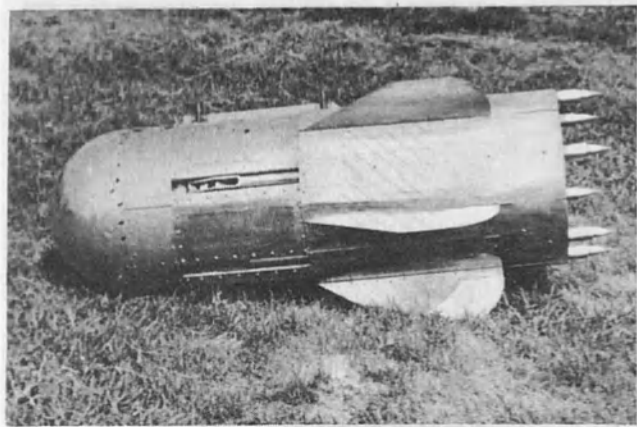
da el nombre de Días mundiales e Intervalos mundiales, durante los cuales se aumentará el número de observaciones y se harán pruebas especiales como, por ejemplo, el lanzamiento de cohetes. Los Días mundiales incluirán los días de novilunio, es decir, cuando la luna está próxima al sol en el cielo, el día de eclipse total de sol que tendrá lugar el 12 de octubre de 1958, y los días de actividad meteórica anormal. Existen seis Intervalos mundiales, cada uno de diez días de duración en la época de los solsticios y de los equinoccios, o sean los periodos en los que el sol en el cielo gira en dirección norte o sur en su movimiento anual de translación, y los días en que cruza el ecuador. Corresponden a los días en que se dice comienzan las cuatro estaciones, y son también los días de condiciones extremas, los solsticios, y de condiciones medias, los equinoccios.

Si se puede predecir la aparición de manchas en el sol, es decir, de tormentas eléctricas y magnéticas, es muy posible que se incluya un Intervalo mundial en ese periodo a causa de que las condiciones eléctricas en la alta atmósfera cambiarían profundamente. Es muy probable que se incrementen durante el Año Geofísico las manchas solares y las tormentas eléctricas, y a este propósito han sido tomadas las medidas necesarias para establecer un Intervalo mundial especial dondequiera que aparezcan. Se ha instalado un sistema de comunicaciones por radio en todo el mundo, y un aviso de alerta puede llegar a todos los miles de observatorios para que se

hagan observaciones y medidas intensivas durante las tormentas solares. También se podrán hacer algunas estimaciones del efecto completo de una tormenta solar sobre el tiempo y sobre el medio en que vivimos.

La finalidad de la ciencia es llegar a ser capaz de predecir los acontecimientos físicos. Esto se puede hacer con asombrosa exactitud para los eclipses de sol y de luna, aun para los siglos futuros, porque los factores y principios que intervienen son pocos y sencillos. En épocas anteriores, las tribus primitivas consideraban la habilidad para predecir un eclipse como un acto de magia o un signo infalible de poderes divinos. La predicción exacta del tiempo en cualquier lugar de la tierra por varios años o simplemente por algunas semanas en el futuro, sería considerada hoy día de la misma forma por muchas personas, y no la creerían hasta ver la confirmación. Sin embargo, el tiempo es un fenómeno físico debido a causas puramente físicas, desconocidas actualmente y mezcladas tan turbulentamente como los propios vientos de tormenta. Este Año Geofísico promete aclarar una gran parte de la confusión, permitiendo así previsiones meteorológicas mucho más exactas. Quizá será necesario celebrar otro Año Geofísico dentro de 25 ó 50 años, para llegar a un conocimiento completo del tiempo. Si esto es así, la próxima y gigantesca tarea de los meteorólogos, en el curso del siglo XXI, no será simplemente de predecir sino de gobernar el tiempo.





« SALTAMONTES » es el nombre que se ha dado a la estación meteorológica automática que se lanza en un paracaídas a las zonas inaccesibles o aisladas de las que se necesita conocer la información meteorológica para establecer las previsiones de tiempo. Al llegar al suelo, el "saltamontes" se desata por sí mismo del paracaídas, se incorpora sobre seis patas, registra los datos meteorológicos — dirección del viento, temperatura, presión barométrica y humedad — transcribe automáticamente esas observaciones en signos telegráficos y los transmite por radio a una velocidad de 17 palabras por minuto. Funciona mediante baterías que le proveen de energía por 60 días.

# ALERTA MUNDIAL

## “AGI-SSSSS-SWI”

Uno de los principios primordiales del Año Geofísico Internacional es la observación *simultánea* de fenómenos geofísicos idénticos o que se producen correlativamente en todos los puntos de la red mundial. Para llevar a cabo tal observación, se ha establecido un Calendario Especial de Días Mundiales Regulares y de Intervalos Meteorológicos Mundiales del Año Geofísico Internacional (ver página de la derecha) para concentrar en cierta forma la atención y las energías de millares de observadores durante su larga vigilia de dieciocho meses.

Los Días Mundiales Regulares ocurren dos veces por mes, dos días consecutivos a la luna nueva y un solo día en cada creciente de luna. Estos días se han reservado para una intensa observación de todas clases. Luego, cada trimestre, se dedica un período de diez días durante el cual los meteorólogos se ocuparán de trazar un mapa mundial de las tendencias de los vientos y del tiempo en cada equinoccio y en cada solsticio. Esos períodos son los Intervalos Meteorológicos Mundiales.

Los observatorios consagrados al estudio del sol se cuentan entre las bases o estaciones-claves del Año Geofísico Internacional. En efecto, los observadores de todo el mundo deberán ser advertidos con anticipación si se quiere que obtengan una perspectiva mundial de los efectos de las erupciones solares sobre fenómenos tan diversos como el « fading » de la radio, las desviaciones de la aguja magnética, la interrupción mundial de las comunicaciones radiofónicas después de las tempestades magnéticas en la atmósfera superior y, probablemente, la ampliación de las auroras en los polos ártico y antártico.

Treinta y ocho observatorios solares se alinean alrededor de la tierra para observar el sol en todos sus aspectos. Se ha instalado un sistema complejo de comunicaciones por radio y por telégrafo para prevenir oportunamente a 800 estaciones equipadas especialmente para observar los numerosos fenómenos que acompañan a las tormentas magnéticas y advertir oportunamente de los sucesos extraordinarios que se producen en la superficie del sol, con el fin de que los sabios se encuentren alerta. Esas advertencias llevan el nombre de *Alertas Mundiales*. La potente emisora de radio de Fort Belvoir, cerca de Washington, está encargada de difundirlas, sirviéndose de las informaciones recibidas por radio de París, Moscú y Tokio. Con ese fin, se ha formado en Fort Belvoir un equipo de hombres de ciencia especializados en predecir las perturbaciones solares.

Una *Alerta Mundial* debe ser lanzada con anticipación de cuatro a seis días a la fecha prevista de una perturbación en el sol, en el centro o cerca del centro del disco solar. Si la perturbación parece importante, la víspera del día en que debe suceder, el Servicio Central de Alerta de Fort Belvoir envía la señal convenida : « AGI-SSSSS-SWI » que significa « Año Geofísico Internacional-Advertencia-Intervalo Mundial Especial », o sea que deberá observarse un Intervalo Especial de varios días.

De esta forma, los observadores diseminados en el Globo pueden concentrar su energía sobre períodos de máxima actividad solar-terrestre y consagrar todos sus esfuerzos al establecimiento de un cuadro mundial no sólo en lo que se refiere al mapa geográfico del universo sino también a los fenómenos que se producen debajo de la superficie de la tierra.

**Julio 1957**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

**Agosto 1957**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

**Septiembre 1957**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

**Octubre 1957**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

**Noviembre 1957**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
				1	2	
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

**Diciembre 1957**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

**Enero 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

**Febrero 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

**Marzo 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

**Abril 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

**Mayo 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

**Junio 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

**Julio 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

**Agosto 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
				1	2	
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

**Septiembre 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

**Octubre 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

**Noviembre 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29

**Diciembre 1958**

Dom.	Lun.	Mart.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Intervalo meteorológico mundial 20 21 22  
23 24 25 26 27 28 29

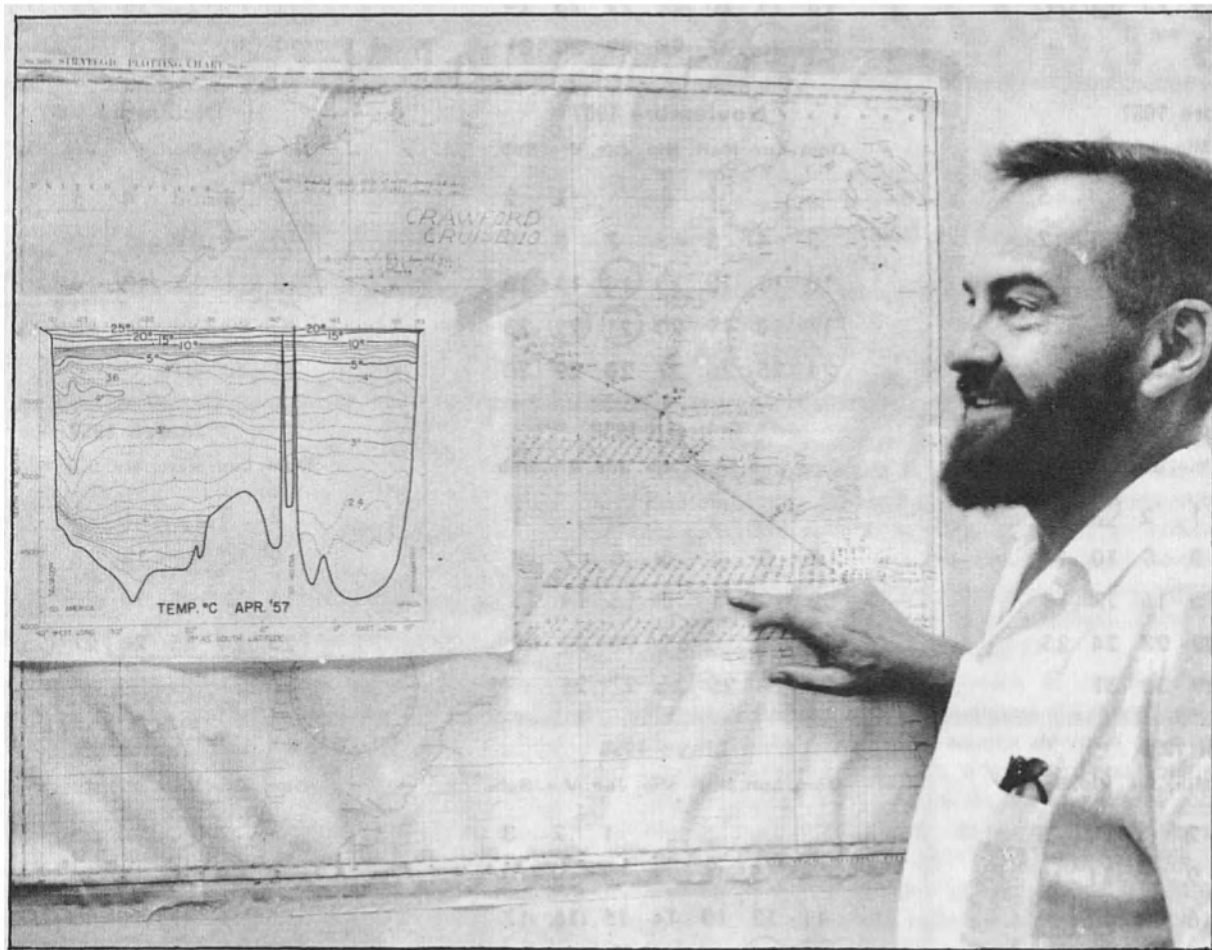
Día mundial regular 11  
 Día mundial regular en la nueva luna 10  
 Actividad meteórica excepcional 8  
 (pero no un día mundial)

Día mundial regular con actividad meteórica excepcional 17  
 Día de eclipse total 12



# CICLOS DEL MAR

Los mil secretos de las aguas marinas, de los hielos y de las nubes



Instituto Oceanográfico Woods Hole.

**AL PIE DEL "PICO" DE SANTA ELENA.** — Un especialista de la nave oceanográfica "Crawford", perteneciente al Instituto Woods Hole (E.E.UU.) muestra la ruta recorrida por la nave en el Atlántico, desde enero a junio de 1957, en vista del Año Geofísico. El gráfico superpuesto representa el fondo submarino y las temperaturas registradas en la superficie y a diferentes profundidades entre la América Central y el África Occidental. Se ve claramente el "pico" de Santa Elena.

Nadie mejor que los marinos para apreciar la inmensidad de nuestro Globo. Visto desde el aire parece pequeño y desde la tierra su extensión es siempre limitada. Pero el mar que «recomienza siempre» da verdaderamente la impresión de infinito. Los Continentes aparecen sólo como islas rodeadas por el mar. Su superficie total es de 148 millones de kilómetros cuadrados mientras que la de los océanos es de 365 millones, es decir, dos veces y media la superficie de la masa sólida de la tierra. Además, el 10 % de las tierras emergidas, o sea más de 15 millones de kilómetros cuadrados, están cubiertas por los hielos que se deslizan lentamente hacia el mar. Esto significa que casi las tres cuartas partes de la superficie de nuestro planeta están cubiertas por las aguas o los hielos.

El volumen de las aguas es más impresionante aun. Para formarse una idea de lo que es un kilómetro cúbico basta con pensar que un cajón de medio kilómetro cúbico podría contener fácilmente a toda la raza humana, aunque la comodidad dejaría quizás que desear. Y sin embargo, un kilómetro cúbico representa apenas una gota si se compara con los 1.500 millones de kilómetros cúbicos de las aguas de toda la tierra. Naturalmente, la mayor parte de esa agua se encuentra en el gran depósito oceánico; pero siempre hay un centenar de millones de kilómetros cúbicos que se encuentran en circulación en otros lugares, es decir, siguiendo el gran circuito de la evaporación hacia el cielo para caer luego en forma de lluvia o de nieve y volver al océano siguiendo el curso de los ríos. Posiblemente, la atmósfera contiene unos 15.000 kilómetros cúbicos de agua en forma de vapor y de nubes. Los ríos y lagos de la superficie terrestre contienen unos 230.000 kilómetros cúbicos. Y la cantidad total que se esconde en los cursos y depósitos de agua subterráneos es varios centenares de veces mayor,

habiéndose calculado en unos 80 millones de kilómetros cúbicos.

Pero, además de todas estas formas móviles, aún existe un 1 % aproximadamente del total de las aguas del planeta detenidas por el hielo en su circuito, quizá desde hace siglos, en forma de glaciares o de la corteza glaciaria maciza de Groenlandia y del Antártico. Si toda esta masa de hielo permaneciese constantemente helada en los lugares en que se encuentra, su existencia tendría poca importancia desde el punto de vista de los proyectos humanos. Pero es objeto de un intercambio constante; las nevadas tienden continuamente a aumentar su volumen y esa masa se desliza sin cesar hacia el mar en forma de glaciares o se desprende del banco de hielo en forma de témpanos o en masas de hielo que pueden tener varios centenares de kilómetros de longitud y varios centenares de metros de espesor. Una parte de la nieve es barrida hacia el mar por vientos de extremada violencia.



La causa principal de la fusión del hielo es el aumento de la temperatura. Si toda la masa de hielo se derritiera y el agua así liberada se dirigiera al mar, el nivel de los océanos en el mundo entero subiría de 20 a 60 metros, sumergiendo así a la mayor parte de los grandes puertos marítimos del mundo. Un informe presentado a la Unión Geofísica Norteamericana califica a los glaciares antárticos de «espada de Damocles que amenaza a todos los pueblos que viven a las orillas del mar».

Esta hipótesis puede realizarse, pero sólo muy lentamente y en un futuro lejano: en un periodo de 10.000 a 20.000 años. En realidad, durante la mayor parte de su pasado geológico, la tierra probablemente estuvo libre de hielos; pero en el transcurso del

último millón de años hicieron su aparición cuatro grandes períodos glaciales en los que la temperatura media descendió unos 5 grados lo que tuvo como consecuencia que los hielos se acumularan y cubrieran unos 2 ó 3 millones de kilómetros cuadrados en Europa, Siberia y América del Norte. La acumulación del hielo sobre la tierra provocó un descenso del nivel del mar de un centenar de metros. Hacia el año 3.000 a. de J.C. el clima era más cálido y seco que ahora y el nivel del mar al parecer era unos dos metros más elevado que el actual; luego los glaciares aumentaron nuevamente, alcanzando su punto máximo en el siglo XVIII. A partir de entonces los glaciares han ido retrocediendo y el nivel del mar ha ido subiendo a razón de unos 6 centímetros por siglo. Teniendo en cuenta que la temperatura de la tierra es variable, los glaciares avanzan y retroceden, e incluso sube y baja el nivel del mar. El hombre es impotente ante fuerzas tan considerables, pero puede comprender y prever sus efectos. Esta es una parte de las tareas asignadas a las ciencias de la glaciología y de la oceanografía durante el Año Geofísico Internacional.

Por lo tanto, los estudios efectuados en el Antártico durante el AGI, juntamente con los realizados en el Ártico y con las investigaciones glaciológicas llevadas a cabo en todo el mundo, servirán para determinar el ciclo glacial, es decir, su velocidad de formación, su edad y el equilibrio variable entre su formación y su fusión. Científicos soviéticos y norteamericanos acampados en islas flotantes de hielo que van a la deriva están efectuando profundos estudios a fin de medir su velocidad y observar su evolución, así como para medir la temperatura, profundidad y circulación de las aguas marinas antárticas y árticas. Como lo han hecho desde 1912, los buques de la Patrulla Internacional del Hielo, continuarán sus investigaciones sobre los témpanos en el norte del Atlántico para beneficio de la navegación mercante, pero asimismo para obtener datos meteorológicos. Así, la glaciología, la oceanografía y la meteorología pondrán a contribución sus estudios acerca del hielo, el agua y las nubes para mejorar la previsión de las condiciones oceánicas y sobre todo para poder prever sus modificaciones en el curso de los años.

La oceanografía es una ciencia de múltiples aspectos. Comprende el estudio geológico del fondo de los mares y la geografía de sus cordilleras y profundas fosas submarinas, la variación de la salinidad, de la composición química y temperatura de las aguas, la cartografía de los grandes movimientos de las corrientes oceánicas tanto en la superficie como en las profundidades, y el estudio de la vida marina, tanto vegetal como animal, polar como tropical, superficial como profunda. Sin embargo, durante el Año Geofísico los estudios se ocuparán sobre todo del Océano y no de la vida que existe en su seno.

Las corrientes superficiales de los océanos ejercen una influencia

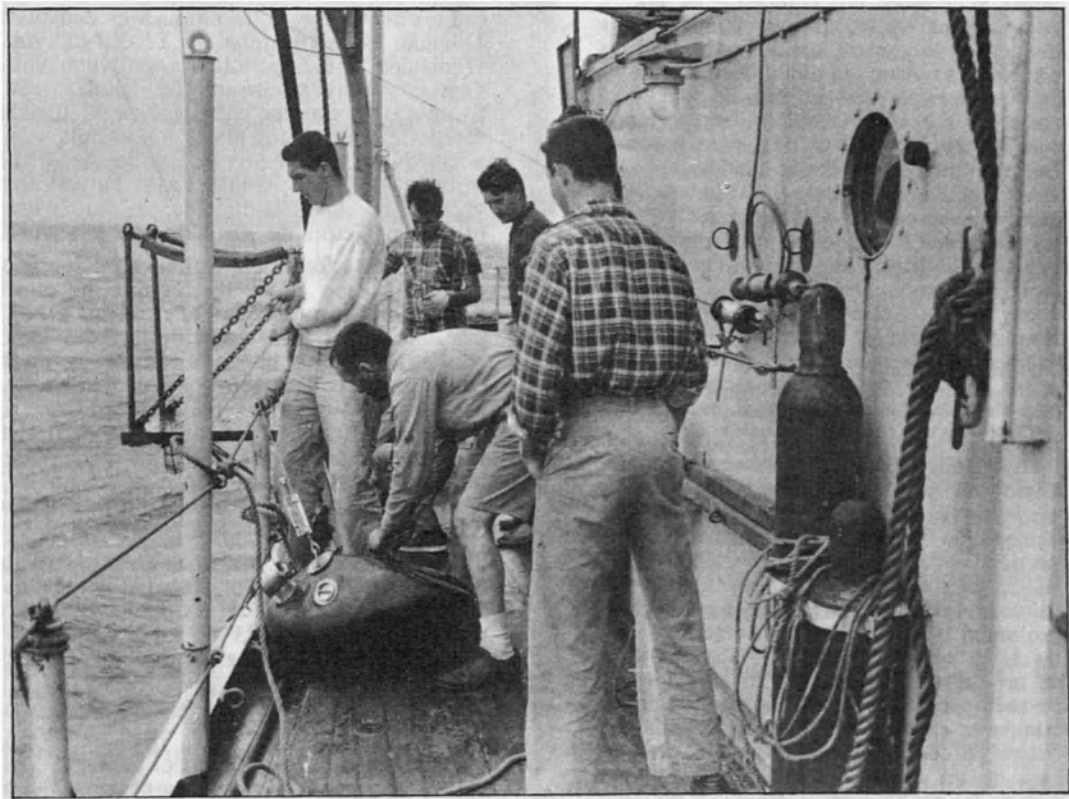
directa sobre el clima y el estado atmosférico de los Continentes ya que las aguas tropicales cálidas se dirigen hacia los polos norte y sur, siendo desviadas hacia el este por los vientos y por la rotación de la tierra. Al mismo tiempo, el agua fría de las regiones polares se dirige hacia los trópicos en las profundidades oceánicas.



El barco oceanográfico británico *Discovery II* ha logrado seguir recientemente las corrientes profundas utilizando un flotador constituido por un tubo de aluminio herméticamente cerrado que, en la superficie, es más pesado que el agua, pero que puede ajustarse para cualquier profundidad según la densidad del agua comprimida, y suspenderse así verdaderamente en diferentes niveles submarinos. Este flotador deriva con las corrientes profundas, emitiendo señales sonoras que permiten al barco seguirle desde la superficie. En la corriente del *Golf Stream*, se observa en la superficie un fuerte movimiento hacia el norte y pocos movimientos en las profundidades comprendidas entre 1.500 y 1.800 metros; pero en las profundidades entre 2.500 y 2.800 metros el movimiento de las aguas se dirige hacia el sur. En cierto punto el flotador sumergido profundamente recorrió 37 kilómetros en 66 horas. Incluso a 45 centímetros del fondo, la corriente hacia el sur es sensible.

Así, el Océano «se revuelve» lenta y continuamente. Ese movimiento completo puede requerir de 150 a 1.000 años, llevando la vida vegetal de la superficie a las profundidades mientras que los sedimentos minerales ascienden a la superficie. La nave *Atlantis*, del Instituto Oceanográfico de Woods Hole (Estados Unidos) ha estudiado prolijamente estas corrientes frías de profundidad. Es posible que sus fluctuaciones sean la causa de modificaciones importantes del clima terrestre. La «edad» de las aguas profundas, es decir, el número de años que abandonaron la superficie, se mide extrayendo muestras muy espaciadas de las que se libera, por medio de un ácido, el anhídrido carbónico que se encuentra en disolución, determinándose luego la proporción de las tres formas o isótopos de carbono que encierra el gas. Como el radioisótopo desaparece gradualmente con los años, su proporción indica el tiempo que ha estado sumergida cada muestra.

La tarea más importante de los oceanógrafos consiste en cartografiar los fondos submarinos en toda su inmensa extensión, que representa el 70 % de la superficie del globo. Esta extensión no es plana, sino que se encuentran en ella, como en la superficie terrestre, largas cordilleras de elevadas montañas, la mayoría de las cuales están totalmente sumergidas, aunque algunas llegan hasta la superficie formando islas. Así, hay una cordillera de 12.000 kilómetros de longitud, que va del norte al sur del Atlán-



Instituto Oceanográfico Woods Hole

**LA "EDAD DEL AGUA".** Para determinar la edad del agua, varias naves de diferentes países efectúan millares de observaciones de temperatura, salinidad, grado de oxigenación, etc., como parte de las tareas del Año Geofísico. En la foto de la izquierda, un técnico manipula una "Botella Nansen", utilizada para recoger las muestras de agua submarina.

El aparato ha descendido y luego ha remontado a la superficie por medio de un cable. A la derecha, se hacen los preparativos para sumergir en el océano un recipiente que recogerá el agua de las profundidades para estudiar su contenido en isótopos radioactivos y saber de este modo cuanto tiempo ha permanecido la muestra en el fondo del océano.

tico, entre Europa y Africa, por una parte y las dos Américas, por otra. Sus picos alcanzan 3.000 metros desde su base en el fondo del Atlántico. Otra de esas cordilleras se extiende desde el Japón hacia el sur hasta el Continente Antártico; Continente que a su vez también está unido a América del Sur por una cadena submarina que emerge y constituye las islas Sandwich, Orkney y Shetland del Sur.

De igual modo, existen largas y profundas fosas que cortan el fondo del mar hasta una profundidad de varios kilómetros. La más profunda de ellas está situada al sudoeste de la Isla de Guam: la sonda indica más de 10.000 metros, que es la mayor profundidad medida hasta ahora. Si la montaña más alta de la tierra, el Everest de la cordillera del Himalaya, se colocara en esa fosa, su cima quedaría todavía a 1.500 metros bajo el nivel del mar.

Sin embargo, aún existen grandes extensiones del fondo del mar que nunca han sido cartografiadas y cabe esperar sorpresas en el curso del AGI a medida que los barcos de numerosas naciones prosigan sus exploraciones por el método moderno del sondeo acústico, que permite medir la profundidad utilizando ondas sonoras que se reflejan en el fondo.



A principios de este año, el Observatorio Geológico Lamont, de la Universidad de Columbia anunció el descubrimiento de una grieta, en el fondo marino, de 75.000 kilómetros de largo que coincide en toda su longitud con la principal zona sísmológica submarina. Su anchura media es de 32 kilómetros y su profundidad de 2.200 metros. Está limitada por cordilleras de montañas de unos 1.800 metros de altura y de unos 120 kilómetros de ancho. Este sistema de cordilleras y depresiones divide por lo general las cuencas oceánicas y tiende a seguir la línea mediana entre los continentes. Es posible seguirla del norte al sur del Atlántico, contorneando con ella la punta de Africa, para pasar al Océano Indico donde se divide en dos ramas: una rama atraviesa el Mar Arábigo para enlazar con la depresión que forman las conocidas fosas que hay a ambos lados del Lago Victoria en Africa Oriental; la otra rama pasa entre el Continente Antártico y Nueva Zelandia en dirección de las Islas Macquarie y penetra en el Océano Pacífico, donde se divide, a su vez, en dos ramas cerca de la Isla de Pascua. Una de esas ramas se remonta hacia el norte, hasta el Golfo de California.

Es indudable que de la topografía del fondo del mar depende el curso de las corrientes oceánicas profundas y por consiguiente la riqueza en sustancias nutritivas de las aguas superficiales debido a la surgencia de las aguas profundas. Las cordilleras submarinas también deben ejercer una profunda influencia en la temperatura de las aguas superficiales, y por tanto sobre la de las tierras vecinas. El mar es el origen de toda precipitación acuosa y no se podrá establecer exactamente la meteorología del Globo sin conocer mejor que ahora el régimen de las aguas oceánicas. La exploración de las profundidades oceánicas no tiene en apariencia nada de sensacional; pero las blancas naves oceanográficas que se desplazan, lejos de las principales rutas del tráfico marítimo, llevan a buen término una de las tareas más importantes del Año Geofísico Internacional.

# LA UNESCO Y EL AÑO GEOFÍSICO

El Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Unesco no posee laboratorios experimentales, ni observatorios o material científico. No realiza investigaciones ni puede participar de un modo activo en el Año Geofísico Internacional. Su función consiste en contribuir al progreso de la ciencia mundial, sobre todo por medio de las organizaciones científicas internacionales existentes, como las Uniones Científicas agrupadas en el Consejo Internacional de Uniones Científicas y el Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas. El Departamento fomenta la cooperación internacional en el estudio de problemas regionales o mundiales. Por ejemplo, su Comité Consultivo de Investigación sobre la Zona Árida ha unificado eficazmente los programas de 37 países cuyos desiertos y tierras áridas constituyen un obstáculo para su desarrollo. La zona tropical húmeda, la biología marina y la utilización de los isótopos radioactivos son objeto de proyectos similares.

Desde 1947, la Unesco ha asignado cada año una subvención de cerca de 180.000 dólares, de su limitado presupuesto, para contribuir a sufragar los gastos de las reuniones y los trabajos de la secretaría del Consejo Internacional de Uniones Científicas, cuya sede permanente se encuentra en Uccle, Bruselas.

En gran parte, el Comité Especial del Año Geofísico Internacional creado por el Consejo ha podido costear la elaboración de su programa, que tiene un carácter mundial y comprende múltiples disciplinas científicas, gracias a las siguientes subvenciones suplementarias concedidas por la Unesco:

- 1.400 dólares para la organización de la primera reunión del Comité en Bruselas, en octubre de 1952.
- 1.000 dólares para los primeros trabajos preparatorios del Año Geofísico, en 1953.
- 2.000 dólares para la segunda reunión del Comité en Roma, en octubre de 1954.
- 5.000 dólares para el establecimiento de la sede permanente del Comité, concedidos en 1955.
- 15.000 dólares para los trabajos del Comité y el mantenimiento de su sede, en 1955.
- 15.000 dólares con idéntico fin en 1956.
- 50.000 dólares para el bienio 1957-58.

La enseñanza de la ciencia es también una importante función de la Unesco. Este número de *El Correo de la Unesco* consagrado al Año Geofísico Internacional, constituye sólo un aspecto de la labor de la Organización en favor de la difusión de la ciencia. Otro aspecto importante de esa difusión es la última de sus famosas exposiciones científicas ambulantes, enteramente consagrada a la geofísica y a las actividades del Año Geofísico Internacional, que dará la vuelta al mundo en 1957 y 1958. Tales exposiciones, en las que se presenta un valioso material didáctico, tienen mucho éxito y pasan de un país a otro a petición de los Estados Miembros de la Unesco.

Por otra parte, en aplicación del programa internacional de becas de la Unesco para la formación científica, se crearon ocho becas destinadas a aumentar el número de expertos competentes, requeridos por las múltiples actividades del Año Geofísico Internacional. Se concedieron las becas a expertos nacionales de Argentina, Bolivia, Chile, Egipto, Pakistán, Perú, Tailandia y Yugoslavia, y los becarios trabajaron el año pasado en el Instituto de Meteorología de Charlottenlund, Dinamarca, en el Instituto de Tecnología de California, en la Oficina Meteorológica de Washington, en la Oficina Nacional de Medidas de esa misma ciudad, en la Universidad de Colorado, en el Plan Costero y Geodésico de los Estados Unidos y en el Instituto Carnegie de Washington.

Además de los fondos suministrados por la Unesco, el Comité Especial del Año Geofísico Internacional ha recibido, desde 1952, subvenciones anuales del Consejo Internacional de Uniones Científicas. Por otra parte, más de diez países le han ayudado con diferentes contribuciones que ascienden desde unos cuantos centenares a varios millares de dólares.

(1) Los miembros del Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC) son: Unión Astronómica Internacional; Unión Internacional de Ciencias Biológicas; Unión Internacional de Química Pura y Aplicada; Unión Internacional de Cristalografía; Unión Geodésica y Geofísica Internacional; Unión Geográfica Interna-

cional; Unión Internacional de Historia y Filosofía de las Ciencias; Unión Internacional de Mecánica Teórica y Aplicada; Unión Internacional de Física Pura y Aplicada; Unión Radio-científica Internacional; Unión Matemática Internacional; Unión Internacional de Ciencias Fisiológicas; Unión Internacional de Bioquímica.



## UN OIDO GIGANTESCO ESCUCHA LOS SECRETOS DEL ESPACIO SIDERAL

Los astrónomos de Jodrell Bank, en Cheshire, Inglaterra, han empezado a escuchar los secretos del espacio sideral valiéndose de un radiotelescopio gigante, de forma cóncava y de 80 metros de circunferencia, que ha sido terminado, después de cinco años de construcción con destino a la Universidad de Manchester. Diseñado para captar las señales naturales procedentes del espacio sideral, el radiotelescopio dará a los hombres de ciencia la posibilidad de "escuchar" los acontecimientos cósmicos que sucedieron hace millones de años y penetrar en el espacio hasta distancias de 1.000 millones de años-luz, más allá de los límites de observación de los mayores telescopios ópticos que existen.

El radiotelescopio gigante comenzó a funcionar en agosto. El profesor A.C.B. Lovell, animador de la cátedra de radioastronomía en la Universidad de Manchester y encargado del manejo del gran instrumento, informa que éste ha suministrado en dos horas una cantidad de información que habría necesitado un mes de trabajo con los receptores antiguos.

El radiotelescopio, que pesa 2 032 toneladas es un ejemplo sorprendente de trabajo cuidadoso en el diseño y la construcción. Basta con apretar algunos botones para que la pesada masa de acero se ponga en movimiento lentamente, casi imperceptiblemente, ya que su velocidad máxima es de 1 km. 800 metros por hora, hurgando los cielos o siguiendo el curso de alguna estrella. Aparatos electrónicos efectúan todos los cálculos requeridos para mantener la antena de 20 metros en dirección de la estrella, a donde quiera que ésta se dirija en el cielo, tomando en cuenta el movimiento de la tierra alrededor de su eje y alrededor del sol. Durante el Año Geofísico, el extraordinario instrumento se utilizará para enviar vibraciones de radio a los planetas y a la luna y recibir los ecos que "reboten" de esos lugares del espacio. Asimismo se lo empleará para seguir el rastro de los satélites artificiales. Hacia 1960, con ayuda de este instrumento, los hombres de ciencia podrán conocer las condiciones que imperaban en el universo hace millones de años.



## DONDE SE PUEDE SUSCRIBIR

**ALEMANIA.** — R. Oldenbourg K.G. Unesco-Vertrieb für Deutschland Rosenheimerstrasse 145, München 8.  
**ARGELIA.** — Editions de l'Empire, 28, rue Michelet, Argel.  
**ARGENTINA.** — Editorial Sudamericana S.A., Alsina 500, Buenos Aires.  
**BELGICA.** — Louis de Lannoy, Editeur Libraire, 15, rue du Tilleul, Genval (Brabant).  
**BOLIVIA.** — Librería Selecciones, Avenida Camacho 369, Casilla 972, La Paz.  
**BRASIL.** — Livraria Agir Editora, Rua México 98-B, Caixa Postal 3291, Río de Janeiro.  
**CANADA.** — University of Toronto Press Toronto 5, Periodica Inc., 5090, Avenue Papineau, Montreal 34.  
**COLOMBIA.** — Librería Central, Carrera 6-A No 14-32, Bogotá.  
**COSTA RICA.** — Trejos Hermanos, Apartado 1313, San José.  
**CUBA.** — Librería Económica, Calle O'Reilly 505, La Habana.  
**CHILE.** — Librería Universitaria, Alameda B. O'Higgins 1059, Santiago.

**DINAMARCA.** — Ejnar Munksgaard Ltd., 6, Nørregade, Copenhagen K.  
**ECUADOR.** — Librería Científica, Luque 233, Casilla 362, Guayaquil.  
**ESPAÑA.** — Librería Científica Medinaceli, Duque de Medinaceli 4, Madrid. Ediciones Iberoamericanas S.A., Pizarro, 19, Madrid.  
**ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.** — Unesco Publications Center, 152, West 42 nd street, Nueva York, 36.  
**ETIOPIA.** — International Press Agency, P.O. Box 120, Addis Abeba.  
**FILIPINAS.** — Philippine Education Co. Inc., 1104, Castillejos, Quiapo, P.O. Box 620, Manila.  
**FRANCIA.** — Al por menor : Librería de la Unesco, 19, Avenue Kléber, Paris, 16°. C.C.P. Paris 12.598-48. Al por mayor : Unesco, División de ventas, 19, Avenue Kléber, Paris, 16°.  
**GRECIA.** — Librairie H. Kauffmann, 28, rue du Stade, Atenas.  
**HAITI.** — Librairie « A la Caravelle », 36, rue Roux, B.P. 111, Puerto Principe.  
**IRAN.** — Iranian National Commission for Unesco, Avenue du Musée, Terán.

**ISRAEL.** — Blumstein's Bookstores Ltd., P.O. Box 4154 Tel-Aviv.  
**ITALIA.** — Librería Commissionaria Sansoni, Via Gino Capponi 26, Casella Postale 552, Florencia.  
**JAMAICA.** — Sangster's Book Room, 99, Harbour Street, Kingston. Knox Educational Services, Spaldings.  
**MÉXICO.** — Iberoamericana de Publicaciones, S. A. — Librería de Cristal, Pergola del Palacio de Bellas Artes. — Apartado Postal 8092. — México 1, D. F.  
**NICARAGUA.** — A. Lanza o Hizos Co. Ltd., P.O. Box n° 52, Managua.  
 **NUEVA ZELANDIA.** — Unesco Publications Centre, 100, Hackthorne Road, Christchurch.  
**PAISES BAJOS.** — N.V. Martinus Nijhoff, Lange Voorhout 9, La Haya.  
**PANAMA.** — Agencia Internacional de Publicaciones, Plaza de Arango No 3, Apartado 2052, Panamá R.P.  
**PARAGUAY.** — Agencia de Librerías de Salvador Nizza, Calle Pte Franco No 39/43, Asunción.  
**PERU.** — Librería Mejía Baca, Jirón Azángaro 722, Lima.

**PORTUGAL.** — Dias & Andrade Ltd. Livraria Portugal. — Rue do Carmo, 70, Lisboa.  
**PUERTO RICO.** — Pan American Book Co., P.O. Box 3511, San Juan 17.  
**REINO UNIDO.** — H.M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres, S.E.1.  
**REPUBLICA DOMINICANA.** — Librería Dominicana, Mercedes 49, Apartados de Correos 656, Ciudad Trujillo.  
**SUECIA.** — A/B. C.E. Fritzes, Kungl. Hovbokhandel, Fredsgatan 2, Estocolmo.  
**SUIZA.** — Europa Verlag 5, Rämistrasse, Zurich. Payot, 40, rue du Marché, Ginebra.  
**TANGER.** — Paul Fekete, 2, rue Cook, Tánger.  
**TUNEZ.** — Victor Boukhors, 4, rue Nocard, Túnez.  
**URUGUAY.** — Unesco Centro de Cooperación Científica para América Latina, Bulevar Artigas 1320-24, Casilla de Correo 859, Montevideo. Oficina de Representación de Editoriales, 18 de Julio, 1333, Montevideo.  
**VENEZUELA.** — Librería Villegas Venezolana, Av. Urdaneta - Esq. Las Ibarra, Edif. Riera, Apartado 2439, Caracas.  
**YUGOSLAVIA.** — Jugoslovenska Knjig Terazije 27/11, Belgrado.

# LA PRODIGIOSA IONOSFERA

Es fascinante el misterio de la remota ionosfera, que se encuentra a una distancia de 80 a 400 kilómetros sobre la tierra, o sea a una altura a la que el hombre nunca había soñado alcanzar hasta la reciente invención de los cohetes del espacio. Nada puede vivir en esa altura, ya que allí el aire es tan tenue que su densidad llega apenas a un décimo de milonésimo del de la tierra. Sólo el silencio impera en esas elevadas regiones. El cielo que se extiende sobre ellas es profundamente negro, porque no hay nada que intercepte y refleje los rayos solares. Pero en ese firmamento tenebroso relumbran las estrellas, y si se pudiera mirar un rayo de sol, éste quemaría como una varilla de metal calentada al rojo blanco. No obstante, ese cielo aparece como recamado por las llamaradas solares y por el encaje de luz trémula del halo del astro diurno. La aurora luce siempre de día y de noche, tejiendo los rayos electrónicos en forma de magníficos dibujos sobre los polos y urdiendo un majestuoso ropaje de luz, cuya anchura y altitud miden centenares de kilómetros. Millones de meteoros, procedentes de las profundidades del espacio estallan por doquier en un ardiente polvo, como luciérnagas en una noche de primavera. No se ve ni se oye el murmullo de las ondas electromagnéticas emitidas por las estre-



C. T. K. Bratislava

**EL OBSERVATORIO DE LA MONTAÑA** de Rocky Lake, en la Cordillera de Tatra, Checoslovaquia, efectúa en la actualidad observaciones especiales sobre los rayos cósmicos con motivo del Año Geofísico Internacional. Otro Observatorio se encuentra encaramado en el pico de la Montaña de Lomnitze que se ve en el fondo y que mide 2,700 metros de altura. Asimismo han comenzado a estudiarse los rayos cósmicos dentro de la mina checoslovaca de Pribram que es la más profunda de la Europa Central.

llas lejanas y por las nubes de gas helado que entre ellas se extienden. Finalmente, los rayos cósmicos, originados por misteriosas explosiones que se producen en alguna región remota del cielo negro, atraviesan todos los obstáculos para ir a chocar de bruces más pronto o más tarde, en el núcleo de algún átomo solitario, dando lugar a una lluvia de rayos secundarios que repercuten el choque más abajo, precipitándose a su vez hacia la tierra.

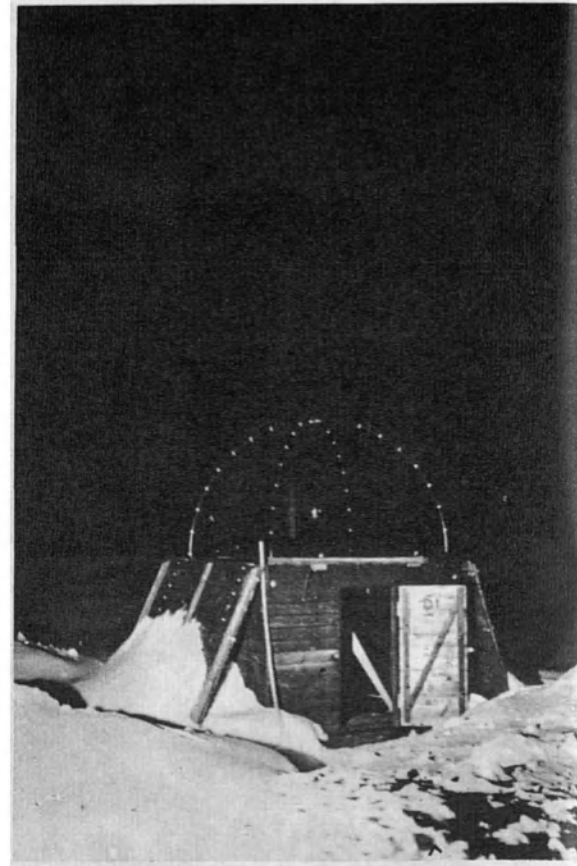
En la prodigiosa ionosfera se desarrolla el agitado y múltiple drama de la energía cósmica, en el lindero del halo tenue de la tierra, sin ningún testigo humano. Pero lo que es fascinante en verdad es que el hombre, sin hallarse allí y sin poseer los super-sentidos que se necesitarían para percibir esos rayos y radiaciones, conoce de la existencia de éstos valiéndose de instrumentos por él ideados y de las matemáticas que someten esos fenómenos a la razón.

El primer anuncio de esta vasta complejidad fué el descubrimiento de que las ondas hertzianas eran reflejadas por alguna cosa que se encontraba en el cielo, de modo que no se perdían en el espacio al atravesar el horizonte sino que rebotaban hacia abajo otra vez hasta alcanzar los lejanos receptores, a pesar de la curvatura de la tierra. El simple cálculo del tiempo necesario para alcanzar hasta la capa reflectora y volver a la tierra, demostró que esa capa estaba situada entre 50 y 100 kilómetros de altitud. Este descubrimiento, efectuado en 1925, dió una explicación a la radiotelegrafía a través de los océanos y a la radiodifusión más allá del horizonte. Así mismo ha demostrado que, a esa altura, existe en el aire tenue una capa eléctrica donde se contienen electrones libres que oscilan bajo la influencia de las ondas hertzianas. Esta capa absorbe la energía de las ondas de tal manera que éstas no se propagan más allá; pero la oscilación de los electrones genera a su vez ondas de igual longitud, algunas de las cuales vuelven a la tierra.

## Una especie de piel sensible que recubre nuestro planeta

Este sencillo mecanismo de reflejos implica la presencia, en la atmósfera superior, de un gran número de electrones libres y de moléculas con carga eléctrica, llamadas iones. Hoy, se sabe que existen tres capas principales de aire ionizado que reflejan ondas de diferente frecuencia. Aquella que hemos mencionado más arriba es la capa E. Sobre ella, a una altura de 140 a 240 kilómetros se encuentra la capa F-1, y, encima de ésta, la capa F-2. La capa E contiene generalmente 120 electrones por milímetro cúbico, mientras la capa F-1 contiene 220 electrones, y la capa F-2, 450. La presencia de iones constituye, en consecuencia, la característica principal de la atmósfera superior, por lo que se da a ésta el nombre de ionosfera.

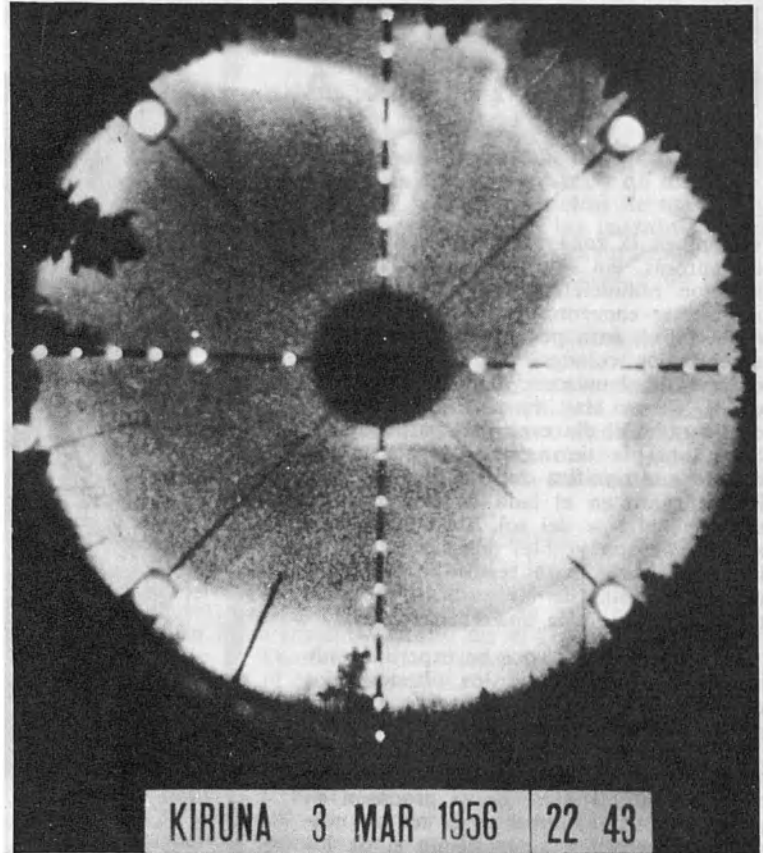
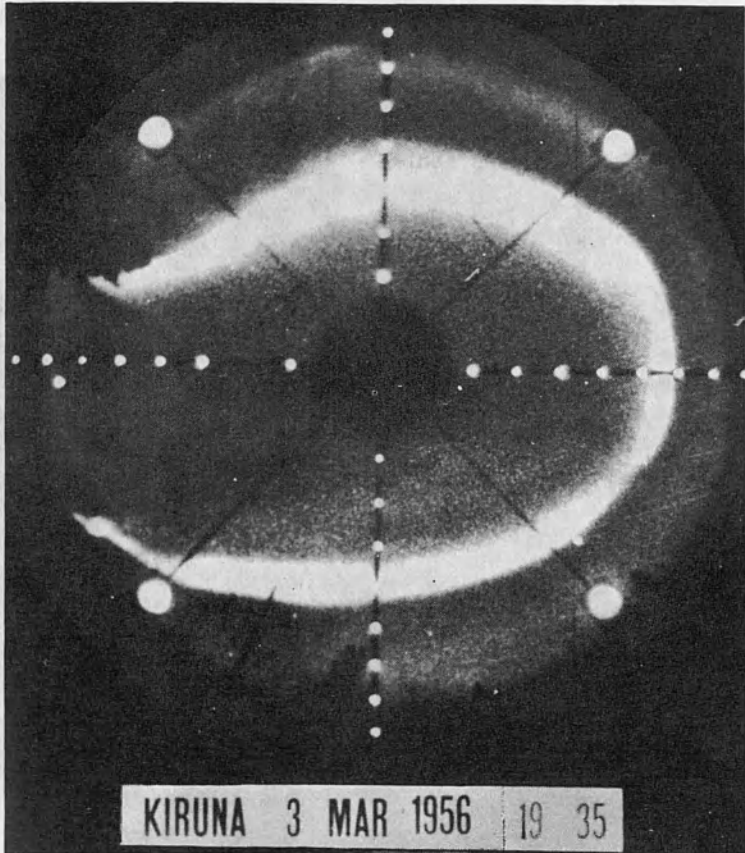
Los iones se forman por el desprendimiento de los electrones de los átomos y



## TODA LA AURORA EN LA FOTO

moléculas de oxígeno común, nitrógeno y otros gases que existen en el aire, al ser bombardeados por radiaciones solares, por partículas procedentes del espacio sideral y aun por los meteoros fugaces. La principal fuente de iones está constituida por los rayos ultravioletas del sol, muy intensos a esa altura, pero que nunca alcanzan a la superficie de la tierra. El número de iones, en cualquier momento, depende en consecuencia de la intensidad y tipo de las radiaciones recibidas desde el exterior de la tierra. De este modo, la ionosfera es una especie de piel sensible de nuestro planeta, que recibe las influencias externas y responde a ellas. Como la ionización puede ser observada desde la superficie terrestre mediante la reflexión de las ondas hertzianas, el radar, y a menudo también ópticamente, la ionosfera sirve de red de transmisión que informa acerca de los hechos que se producen en el exterior, a los hombres minúsculos que se encuentran lejos allá abajo, sobre la tierra. Los sentidos de esos hombres son insuficientes, pero sus instrumentos pueden tantear la piel del planeta y saber lo que ocurre a cientos de kilómetros de altura, en la frontera esférica del espacio. Este es el objeto de la investigación física de la ionosfera, una de las principales actividades del Año Geofísico.

Debajo de la ionosfera se encuentra la estratosfera, donde el aire es suficientemente denso para sostener las radiosondas y otros globos livianos. La altura mayor a que ha llegado un globo sin tripulantes es de 50 km. Tal es la frontera de los estudios meteorológicos que se describen en otro artículo de esta revista. Los cohetes que se han lanzado últimamente han penetrado en la ionosfera, pero aun ninguno ha logrado perforarla y volver de nuevo a caer sobre la tierra. Por arriba de la ionosfera



Cortesía del Observatorio de Uppsala, Suecia

Una cámara para fotografiar todo el cielo (abajo) ha tomado en Kiruna, Suecia septentrional, varias notables fotografías (a la derecha) del despliegue de la aurora de horizonte a horizonte, mediante un espejo convexo que refleja la imagen de todo el cielo sobre la película. Los pequeños puntos

blancos sobre la cámara son las luces que han servido de puntos de mira para determinar la posición de la aurora, en su azimud y en su altura. Por primera vez, en el Año Geofísico, se agruparán varios puestos de observación en las zonas de mayor actividad de la aurora, an ambos Polos magnéticos.

se encuentra la exosfera, totalmente desconocida y donde hay menos iones, y más separados entre sí. Tal será el escenario del satélite artificial, que navegará libremente a través del espacio, impulsado por su propia velocidad, y mantenido cautivo sólo por la gravitación, única fuerza terrestre que se extiende sin ningún límite hacia el exterior de la tierra.

La ionosfera es una región agitada en mayor grado que cualquiera otra capa que se encuentra debajo, más agitada que el mar mismo, porque sus iones son sensibles y muy livianos. Se eleva y baja en una majestuosa marea, al paso del sol o de la luna. La ionización aumenta durante el día y disminuye durante la noche, paralelamente con la luz solar. Y es más intensa en invierno que en verano. Un meteoro fugaz puede aumentar localmente la ionización unas mil veces, como se explica en el artículo subsiguiente. Todo esto tiene influencia sobre las transmisiones inalámbricas y radiotelefónicas. Pero mucho más impresionantes son las conmociones mayores, conocidas con el nombre de «tormentas». Deben ser verdaderas tormentas en el sentido de los vientos furiosos de altura. Verdaderas respuestas a las tormentas solares que vomitan enormes surtidores de veloces partículas y que conmueven los rayos ultravioletas. Seguramente la ionización se ve afectada por las radiaciones solares que producen la aurora boreal y austral, y varía regularmente de acuerdo con el ciclo de once años de las marchas solares.

Consecuencia de toda esta agitación en las alturas es la variación del campo magnético terrestre y las «tormentas magnéticas» en la superficie, que perturban inclusive las transmisiones telegráficas y telefónicas. Esto se debe quizá a que una capa de iones es un conductor de electricidad, y que los iones en movimiento forman una

corriente eléctrica. Cada corriente eléctrica genera un campo magnético, ya sea que pase por un conductor o que marche libremente. En consecuencia, las tormentas de la ionosfera, pueden muy bien producir suficiente fuerza magnética para aumentar o modificar el magnetismo terrestre, o en cierta medida cambiar su dirección, y de éste modo influir sobre las brújulas de barcos y aviones.

Además de estos asuntos de interés práctico, la investigación física de la ionosfera que se realizará durante el Año Geofísico, tiene por objeto relacionar entre sí las distintas causas y efectos, y deducir de todo ello un cuadro objetivo de los hechos que se producen en la ionosfera, y del efecto que tienen sobre la humanidad. Esto significa que las manchas solares y las explosiones deben ser observadas en el mismo momento en que se mide el magnetismo terrestre, en la mayor cantidad posible de puntos de la superficie del globo.

### Un aparato para fotografiar erupciones y llamas del sol

La aurora debe observarse en relación con las explosiones nucleares y las radiaciones magnéticas. La medida de la ionización en las distintas capas de la ionosfera deben relacionarse con otras variaciones, estén o no implicadas, las manchas solares. La investigación física de la ionosfera y la meteorología, son en consecuencia fundamentales durante las jornadas mundiales del Año Geofísico, en las que se realizará un esfuerzo para obtener mediciones simultáneas a través de todo el

globo. En ese momento es lógico que tal fenómeno universal pueda ser estudiado a fondo mediante una cooperación internacional entre sabios de muchos países, y que para la geofísica, un período extraordinario como el presente Año sea una necesidad impostergable. Dado que el sol es la mayor influencia sobre la ionosfera, recibirá la máxima atención de los observatorios que están equipados para estudios solares. Las magníficas erupciones que se elevan a miles de kilómetros desde la superficie del sol, y las variaciones trémulas del halo solar, pueden ser observadas ahora en cualquier día claro, sin necesidad de tener que esperar un eclipse completo del sol. Tal es la conquista del coronógrafo, telescopio equipado de manera que oculta completamente la faz resplandeciente del sol, como lo hace un eclipse, y en consecuencia permite que las llamas y nubes luminosas que lo rodean, puedan ser fotografiadas. El coronógrafo, combinado con un espectrógrafo puede estudiar la luz que corresponde a cada elemento químico distinto del sol, y con una máquina filmadora para registrar las variantes, el drama sublime es entonces registrado en una película. La correlación de tales fenómenos solares con los efectos por ellos producidos en la ionosfera, será una de las mayores empresas del Año geofísico.

La aurora boreal es casi seguramente la consecuencia de una lluvia de partículas emitidas por el sol, probablemente electrones y protones (nucleos de átomos de helio). Al aproximarse a la tierra esas partículas cargadas eléctricamente, son atraídas hacia los polos magnéticos, y al chocar ionizan la atmósfera. A pesar de estos conocimientos el proceso integral de la aurora boreal es aún desconocido. Por primera vez se establecerá en ambos polos magnéticos una serie de estaciones de obser-

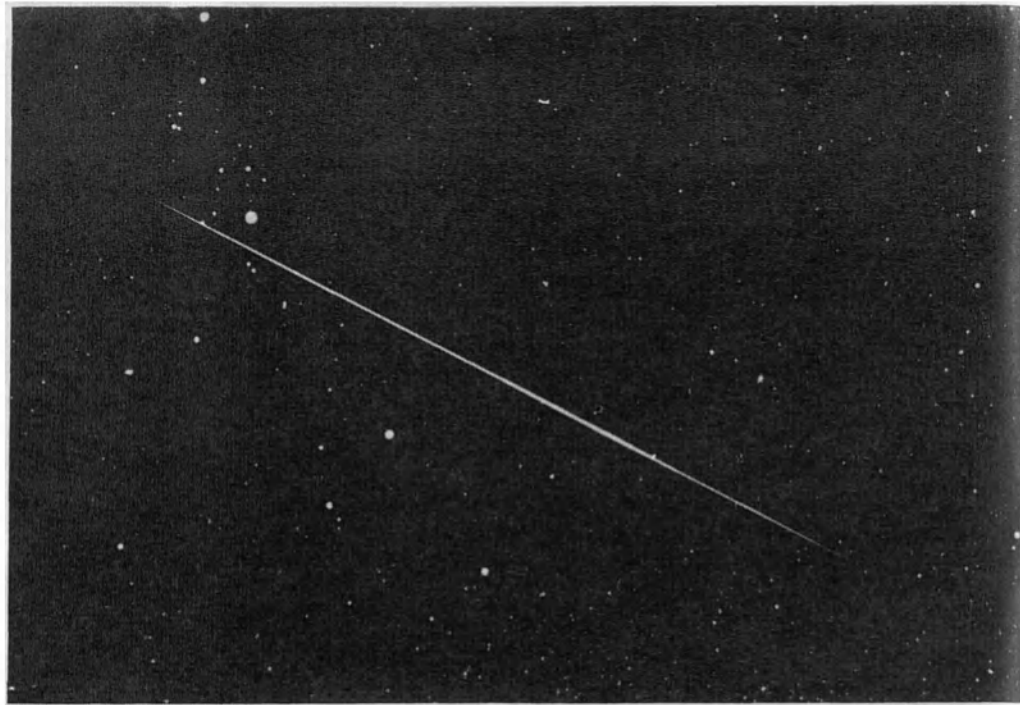


# LA PRODIGIOSA FRONTERA DEL GLOBO (Fin)

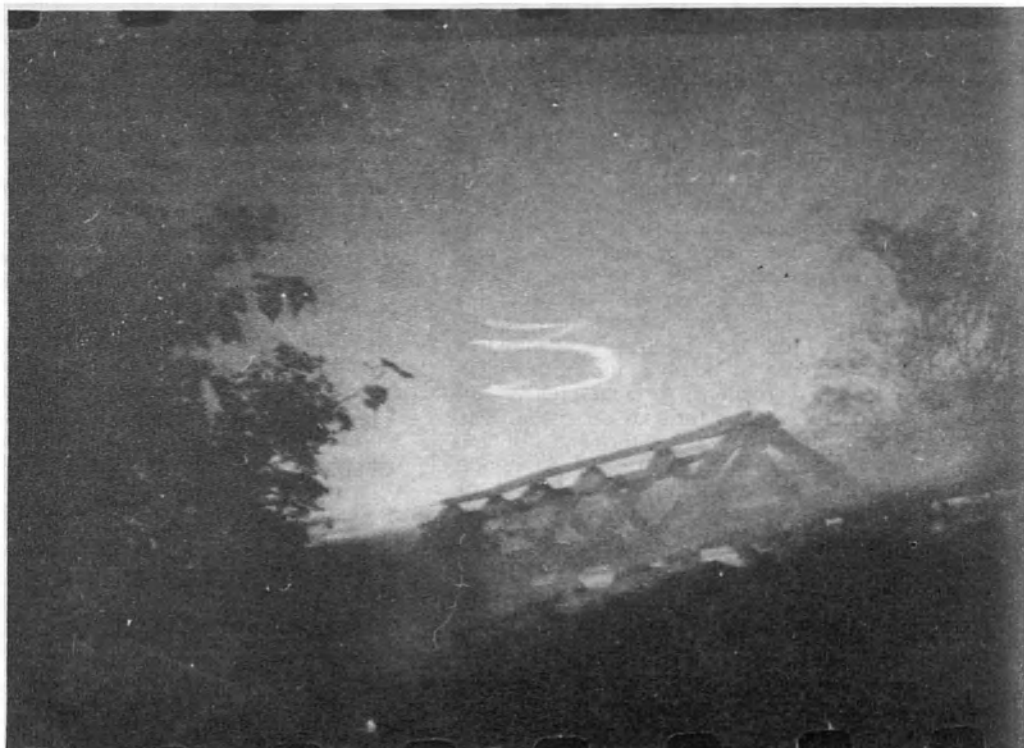
vación, en la zona de mayor actividad de las auroras. Ha sido establecida la comunicación radiotelefónica entre las estaciones que se encuentran en los dos extremos de la tierra, para poder relacionar los dos espectáculos celestes que no pueden ser observados al unísono, desde ningún punto de la tierra. Hay razones para suponer que durante el día caen más partículas solares sobre la tierra, que durante la noche, lo que significa que los fenómenos se intensificarán en el lado de la tierra que se halle enfrente del sol. Sin embargo las auroras no son visibles durante el día. Se harán esfuerzos para seguir en las horas diurnas la pista de las auroras, mediante radar y reflexión de ondas hertzianas.

El radiotelescopio, que ha experimentado un veloz desarrollo en los últimos años desempeñara asimismo una gran función, no sólo «escuchando» al sol, sino estudiando también las variaciones de las ondas emitidas por lejanas estrellas, en relación con los cambios que se producen en la ionosfera. Sin embargo, el mayor misterio de los cielos, sigue siendo el de los rayos cósmicos. Están constituidos por las partículas nucleares más pequeñas, y llegan a la tierra con una energía que puede calcularse en billones de voltios. Por ella se ven menos afectadas que las partículas que producen la aurora boreal, ante el campo magnético terrestre. Esos rayos de las grandes alturas, raramente logran llegar a la parte más baja de la atmósfera. Los rayos cósmicos primarios chocan en la ionosfera o estratosfera con los núcleos de los átomos, y producen la emisión de rayos secundarios, compuestos por fragmentos de átomos, que a su vez tienen una energía mayor que cualquiera de las fuerzas creadas por el hombre. Las propiedades de los rayos cósmicos primarios pueden deducirse de los rayos secundarios, en los centros de emisión de éstos últimos, pero su origen es desconocido. No se sabe de dónde vienen. Es posible que se originen en el sol, por lo menos algunos, o tal vez su descenso a la tierra obedezca al influjo de ese astro.

Los rayos cósmicos son relativamente raros y no producen efecto de masa. Deben ser estudiados individualmente. Y dado que su naturaleza cambia al chocar, cuando se dirigen hacia abajo, deben ser medidos e identificados a diferentes alturas. Han sido estudiados en las cimas de las montañas, en lo hondo de lagos profundos, y en las profundidades de algunas minas. En las alturas, se han utilizado globos para su estudio. Pero todo esto resulta insuficiente y es necesario que un detector de rayos cósmicos, pueda llegar hasta la ionosfera. Por esto, la técnica de los cohetes es de valor incalculable. Inclusive un proyectil mediocre, puede subir hasta 80 kilómetros de altura, en la zona baja de la ionosfera, y algunos han sobrepasado los 150 kilómetros. Durante el Año Geofísico, se utilizarán proyectiles cohetes para hacer rápidas incursiones en esas alturas, y conseguir datos referentes a los rayos cósmicos. Mayores esperanzas se cifran en las informaciones sobre los rayos cósmicos obtenidas mediante los satélites artificiales, que permanecerán más allá de la ionosfera, durante semanas, como se describe en el último artículo de esta revista.



# METEOROS VAGABUNDOS DEL ESPACIO



**L** OS meteoros, visibles a simple vista, resplandecen y se extinguen a alturas de 60 a 110 kilómetros. Son partículas de hierro o de piedra —cuerpos meteóricos provenientes del espacio interplanetario— que penetran en la atmósfera a una gran velocidad, que se puede calcular de 12 a 70 kilómetros por segundo. El cuerpo meteórico llega a tener una temperatura de muchos millares de grados, y se vuelve incandescente, mientras se forma en su trayectoria un cilindro de gas ionizado que constituye su cola o su cauda.

El diámetro de su cola es de algunos metros y su longitud es generalmente de 25 a 30 kilómetros. Dispersándose gradualmente, la cauda meteórica introduce cargas eléctricas en la ionosfera y modifica su composición. A simple vista o mediante el radar se puede seguir el desplazamiento de la cauda meteórica y determinar la dirección y la velocidad del viento a una altitud de 100 kilómetros. La altitud y velocidad del meteoro, así como la densidad de la luz que emite, permiten calcular la presión, la densidad y la temperatura de las capas de la atmósfera superior por las cuales atraviesa.

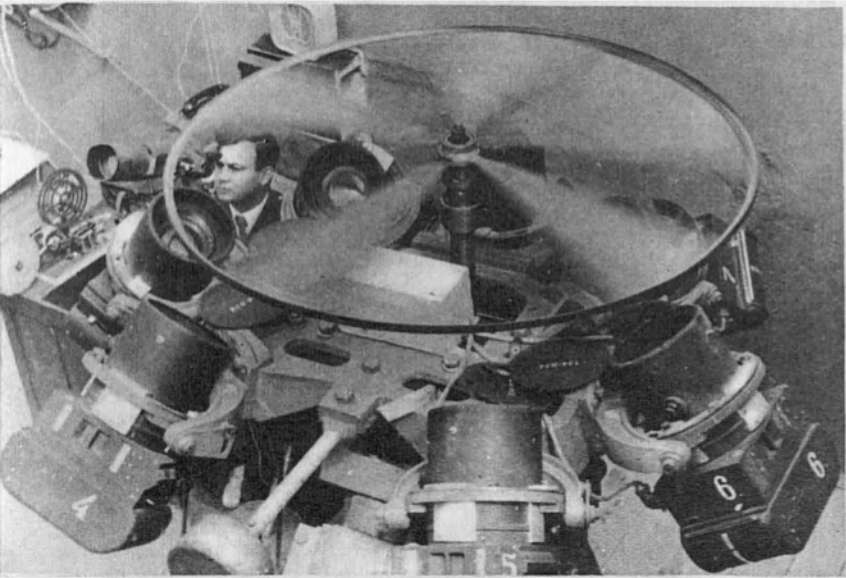
En el curso de las conferencias científicas internacionales de Leningrado y de Manchester en 1954 se ha establecido el programa soviético de observación de los

y la recepción anormal de las emisiones de radio y de televisión.

Naturalmente, las observaciones mediante el radar durante veinticuatro horas cada día necesitarán de un sistema automático de registro, sin intervención de un observador. El material suplementario para las instalaciones de radar ha sido preparado por la Universidad de Kazán y los Institutos Politécnicos de Tomsk y de Karkov.

Es asimismo importante comparar la intensidad de la ionización y la luminosidad de los meteoros para determinar el mecanismo de la liberación de energía por los cuerpos meteóricos cuando entran en colisión con la atmósfera. La observación visual, directa o facilitada por gemelos de gran campo y de corta distancia focal, se proseguirá con ese fin, en combinación con las observaciones del radar.

La observación fotográfica de los meteoros no puede efectuarse sino durante la noche, cuando reine un cielo claro y de preferencia en las regiones meridionales. En la Unión Soviética, tales observaciones se han venido haciendo desde hace mucho tiempo en el Observatorio Astronómico de la Academia de Ciencias de Tadjik, en Stalinabad y en el Laboratorio Astrofísico del Insti-



★ **BOMBARDEO DE METEOROS.** — Centenares de millones de meteoros —la mayor parte del tamaño de granos de polvo— penetran en la atmósfera de la tierra cada día y se consumen en la ionosfera que actúa como un escudo protector contra ese bombardeo meteórico. Esos meteoros han sido poco estudiados con excepción de los de mayor tamaño. Los hombres de ciencia de la Unión Soviética han establecido un amplio programa para la observación de los meteoros durante el Año Geofísico, en coordinación con estudios análogos en otros países. En la parte superior, izquierda, foto de un meteoro esplendente, visible a simple vista como una "estrella fugaz", registrado por el Observatorio Astronómico de Stalinabad. Abajo, tren de meteoros, en forma de sierpe vista en Penza, Rusia central. A la altura de 70 a 95 kilómetros en que se observó este fenómeno, el viento varió de dirección en diferentes altitudes haciendo ondular el tren meteórico en forma de un número 3. A la derecha una "patrulla" de vigilancia de meteoros, en Stalinabad, provista de cámaras para fotografiar la actividad meteórica durante el Año Geofísico.

Servicio Oficial de Información Soviética

meteoros. Los sabios checos y británicos han presentado valiosas indicaciones para el estudio de los meteoros durante el Año Geofísico Internacional. Las observaciones soviéticas se llevarán a cabo en colaboración estrecha con las de Checoslovaquia, República Democrática Alemana, Gran Bretaña, Estados Unidos, Canadá y otros países.

En primer lugar, será menester registrar de manera continua, por orden de importancia, el número de los meteoros y determinar la naturaleza de la cauda ionizada que dejan a su paso. Ese trabajo se ha confiado a las estaciones de radar de Kazan, Karkov, Stalingrado y Tomsk. La actividad meteórica debe ser registrada de día y de noche en todo el periodo de duración de cada uno de los Intervalos Meteorológicos Mundiales, así como durante los Días Mundiales y los Días Meteóricos cuando la Tierra entra en colisión con lluvias meteóricas importantes. Además, es necesario efectuar observaciones de comparación en los días ordinarios que preceden o siguen a esos Intervalos. En total, las estaciones de radar funcionarán alrededor de cien días por año. De ese modo, se logrará obtener datos bastante completos sobre las colisiones de la Tierra con la materia meteórica en el espacio cósmico. Asimismo podremos formarnos una idea suficientemente clara acerca de la naturaleza de la acción de los meteoros sobre la ionosfera y las relaciones entre la ionización meteórica

tuto de Geofísica de la Academia de Ciencias de Turkeme, en Achknabad. Desde comienzos de Año Geofísico, esos observatorios han recibido aparatos fotográficos más potentes y han instalado puestos de observación en las montañas vecinas de las ciudades ya mencionadas. Los Observatorios Astronómicos de las Universidades de Kiev y de Odessa, en Ucrania, han organizado igualmente la observación fotográfica de los meteoros.

Los vientos que soplan en la ionosfera pueden observarse fácilmente por medio del radar. Con esa finalidad, se examina el rumbo de la cauda meteórica que hace un eco a las ondas de radio. Asimismo se pueden tomar fotografías sucesivas que registran su movimiento en el espacio. Una de las fotografías que publicamos en estas páginas muestra la forma sinuosa de la cauda de un bólide resplandeciente, captada cerca de ciudad de Penza, en Rusia central, el 24 de septiembre de 1948. El viento, en las alturas de 70 a 85 kilómetros variaba en dirección de un nivel al otro, lo que hizo desviar la trayectoria rectilínea inicial de la cauda e imprimió a ésta la forma de un gigantesco número «3», fulgurante en el cielo nocturno.

El presente artículo es un resumen de un estudio escrito especialmente para «El Correo de la Unesco» por M. V.V. Fedynsky, miembro del Comité Nacional de la Unión Soviética para el Año Geofísico Internacional.

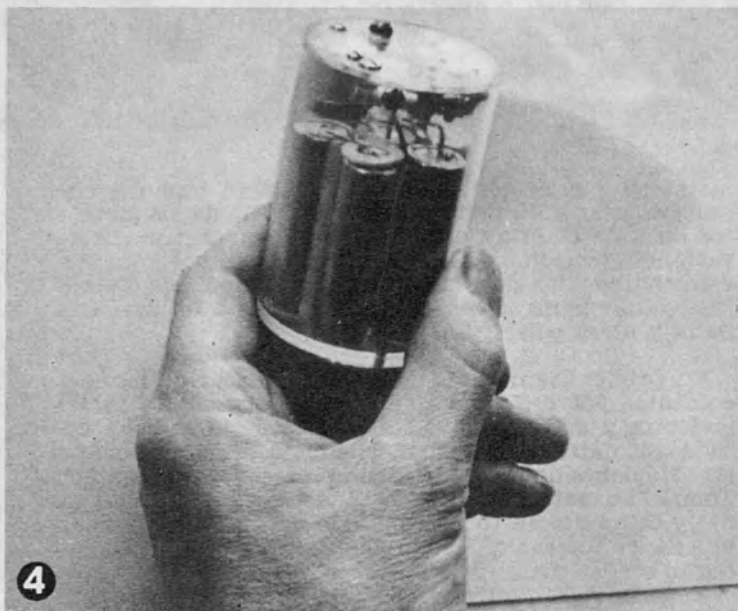
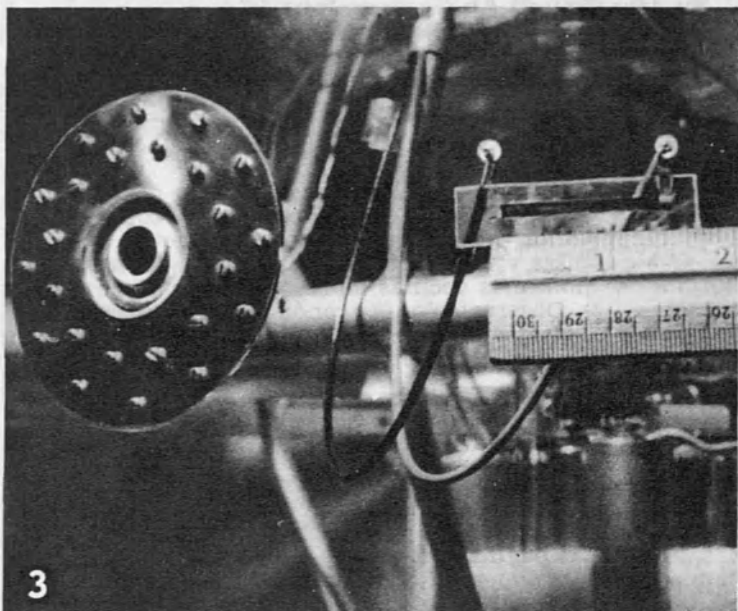
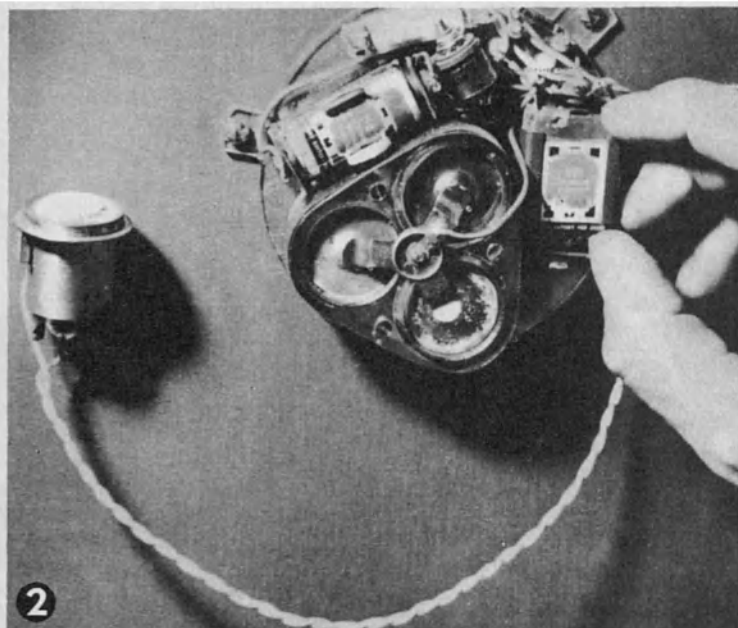
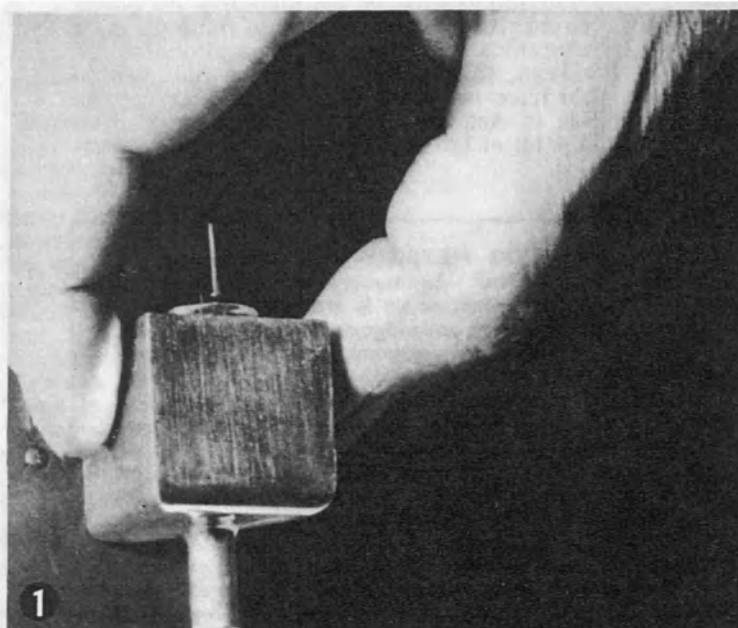
# EL SATELITE ARTIFICIAL

## Explorador autómatas de los cielos

El experimento más ambicioso del Año Geofísico Internacional y el más sugerente en la historia de la ciencia, tendrá lugar en el espacio, posiblemente a una altura de 3.000 kilómetros sobre la superficie terrestre, y permitirá obtener y transmitir observaciones acerca de las condiciones que imperan en esa altitud. El lanzamiento de un recipiente esférico de 50 centímetros de diámetro, equipado con instrumentos electrónicos y aparatos emisores, con un peso total de 10 kilos, y que girará alrededor de la tierra a una velocidad aproximada de 30.000 kilómetros por hora, será una incomparable proeza, no precisamente desde el punto de vista espectacular, sino porque ha sido preparado anticipadamente con

exactitud y rigor matemáticos, y se ha utilizado en su construcción un considerable número de invenciones recientemente perfeccionadas. Asimismo se ha necesitado la contribución de muchas ciencias y la estrecha cooperación de millares de expertos.

Al revés de Colón y de Magallanes, ningún ser humano podrá dar fe presencial de la hazaña y efectuar este primer viaje hacia un mundo desconocido. El actual explorador será un cerebro electrónico sobrehumano, que alcanzará regiones a las que ningún hombre ha podido llegar hasta la fecha, obedeciendo desde los espacios más remotos a la voluntad humana, efectuando investi-



**EL SATELITE DE LA TIERRA** que lanzarán los Estados Unidos de América será utilizado de dos maneras primordiales: 1) Suministrará un punto de mira cuya trayectoria será observada ópticamente y por radio desde el suelo; 2) Anotará y recopilará datos del espacio a través del cual efectuará su viaje, y los transmitirá a la tierra. En lo alto de la página opuesta: Un cilindro que contiene equipo electrónico es colocado dentro del casco de oro del satélite. Los instrumentos científicos acondicionados en el satélite representan casi la mitad de su peso total de 10 kilos. Abajo, el satélite-modelo extraído de su esfera transparente, de materia plástica. En primer plano se ven las antenas removibles. Arriba, los instrumentos en miniatura que registrarán sin cesar

las observaciones en el espacio. Por su funcionamiento continuo, el satélite ha sido llamado "cohetes de larga duración". (1) El magnetómetro indicará si los meteoros agujerean el casco metálico del satélite. (2) El contador medirá la intensidad de los rayos ultravioletas del sol. (3) El convertidor solar (extrema izquierda) utilizará la energía del sol para producir impulso eléctrico cuando pase el satélite de la oscuridad a la luz del día, en cada órbita sucesiva, y hará funcionar el instrumento que compila los datos para transmitirlos a la tierra. El medidor de erosión (derecha) registrará los daños causados a la esfera del satélite por los meteoritos. (4) El "Minitrack", diminuto aparato de radio, equipado con baterías de mercurio tiene un alcance de más de 7.000 kms.



gaciones e informando continuamente a las personas que lo han creado, mientras se desliza, durante algunas semanas, a través del espacio silencioso para finalizar su carrera meteórica en un relámpago fulgurante.

¿Cuál es el motivo de esta proeza? Sencillamente la sed del hombre por conocer el enigma del espacio. En todas las épocas, los habitantes de todos los países han escrutado las nubes, el cielo azul, y las estrellas por la noche, y se han preguntado lo que podía existir más allá. Durante muchas centurias de ignorancia y de misticismo, el hombre ha poblado el firmamento con las visiones sugeridas por su imaginación. Mas tarde, a medida que se enriquecen los conocimientos humanos, la atmósfera se transforma en una substancia material, y el azul del cielo pierde su realidad y revela su carácter de efecto óptico producido por la refracción de la luz. Más allá, la nada: únicamente un espacio vacío y helado, con una multitud de galaxias y estrellas diseminadas a lo lejos. Pero ésa fué sólo una época de transición.



Gracias al afán permanente del hombre por conocer más y con mayor intensidad —afán que le distingue de los animales— el espacio ha dejado de ser vacío. La atmósfera se hace gradualmente más tenue y no presenta una superficie similar a la del Océano. Sin embargo hay aire en cantidad suficiente, a miles de kilómetros de altura, para producir una fricción capaz de hacer disminuir la velocidad del satélite. A cualquiera hora de la noche, casi en todas partes, ininidad de partículas sólidas —millones en total, cada 24 horas— cruzan independientemente el espacio, perceptibles por su brillo instantáneo y, en forma de meteoros incandescentes a causa de la fricción producida por su contacto con nuestro aire, se consumen hasta convertirse en polvo. Hay asimismo los rayos llamados «cósmicos» que provienen de las regiones más remotas del espacio sideral, aunque no se conoce su procedencia exacta. Existen también pequeñas partículas de átomos, fragmentos de núcleos atómicos y partículas «fundamentales», de dimensiones todavía más reducidas, que estallan con increíble energía en medio de un formidable estruendo en los puntos más altos de la atmósfera. Hay, además, las copiosas lluvias electrónicas que, en el curso de las colosales erupciones del sol, éste proyecta en nuestra dirección, a través del espacio y desde una distancia de 150 millones de kilómetros. Y finalmente existe la propia luz solar. Todas estas partículas y radiaciones caen sobre la tierra, en forma de una espesa cortina de fuego, pero sólo los átomos ocultos y aislados de las capas superiores de la atmósfera sufren el choque y reciben su mensaje.

El satélite será un observatorio provisional que permitirá examinar todos estos fenómenos, dentro de los límites de su poder y de su existencia, pero de un alcance superior a los confines terrestres que hasta la fecha ha utilizado el hombre. Investigará las remotas altitudes de nuestro firmamento. Sus descubrimientos y las revelaciones que haga a la ciencia serán, sin duda alguna, fragmentarios y ofrecerán más enigmas que soluciones definitivas, pero constituirán un punto de partida para la eventual conquista del espacio.

Los Estados Unidos y la Unión Soviética han anunciado su intención de lanzar satélites artificiales alrededor de la tierra, pero únicamente el primero de los citados países ha dado a su plan una extensa publicidad; por consiguiente, el presente artículo se refiere concretamente al proyecto americano. El lanzamiento se efectuará desde el Cabo Canaveral, situado a lo largo de la Península de la Florida, en la costa atlántica de los Estados Unidos, en dirección al Mar Caribe. El satélite propiamente dicho es de reducidas dimensiones, pero el sistema de cohetes que

ha de permitirle elevarse e imprimir la adecuada velocidad para que pueda describir su órbita, es relativamente voluminoso. Su longitud total es de 22 metros y se compone de tres separaciones, elementos o «pisos». El proyecto, la construcción y el lanzamiento del cohete están a cargo del Laboratorio Naval de Investigaciones Científicas, de los Estados Unidos, que dispone de una suma de 110 millones de dólares para su ejecución. El primero y más extenso elemento del cohete ejercerá una presión equivalente a 12.000 kilos e impulsará el artefacto entero en sentido ascendente, con una inclinación gradual que seguirá una trayectoria en dirección del este, por encima del Océano Atlántico. Cuando su combustible se haya agotado, la primera división o compartimento se desprenderá del cohete, cayendo en el mar, en el preciso momento en que el elemento propulsor de la segunda división se inflamará.

Durante esta segunda fase, la parte restante del artefacto ascenderá a una altura aproximada de 200 kilómetros, deslizándose y recorriendo luego, sin nueva propulsión, otra etapa de 1.100 kilómetros a lo largo de una trayectoria inclinada, permitiéndole alcanzar una altura adecuada que oscilará entre 400 kilómetros y 500 kilómetros. Al llegar a esa altitud, el cono delantero que protege la esfera del satélite, se desprenderá y, al propio tiempo, un dispositivo conteniendo pequeños cohetes en forma de rueda de fuegos artificiales imprimirá un movimiento de rotación al artefacto para estabilizar su vuelo, y entonces la tercera división del cohete dará un nuevo impulso de propulsión al satélite hasta que se sitúe en la órbita apropiada, a una velocidad de 29.000 kilómetros por hora.

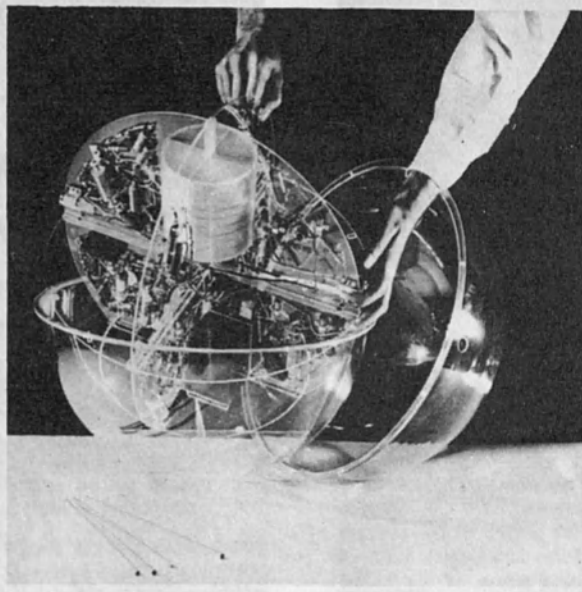
Alcanzada esa velocidad, la fuerza centrífuga ocasionada por el movimiento horizontal del satélite alrededor de la tierra será suficiente para contrarrestar la fuerza de gravedad correspondiente a esta altitud, de manera que el satélite continuará girando alrededor de la tierra, siguiendo su propia órbita, como lo hace la luna a una distancia superior de 400.000 kilómetros. Si el lanzamiento del satélite fuese perfecto, la órbita sería completamente circular.



Pero resulta muy difícil hacer un cálculo exacto, y la órbita tendrá probablemente la forma de una elipse, en cuyo caso la distancia entre el satélite y la tierra podrá variar de 3.500 kilómetros a 1.300-2.400 kilómetros. La órbita no seguirá exactamente una trayectoria dirigida hacia el este, paralela a la línea equinoccial, sino que formará un ángulo con él, de manera que su posición, a medida que dé vueltas alrededor de la tierra, variará de 35 grados de latitud al norte del ecuador, a 35 grados al sur del mismo. De esa forma el satélite seguirá, en sus diversos circuitos, una franja de unos 70 grados, permitiendo que los hombres de ciencia de un gran número de países puedan observarlo y seguir sus evoluciones.

Teniendo en cuenta que su velocidad será de 29.000 kilómetros y que la circunferencia de la tierra es de 38.000 kilómetros, el satélite no podrá dar la vuelta de la tierra en una hora, sino que invertirá aproximadamente una hora y media.

La información más importante facilitada por el satélite será precisamente el trazado de la órbita. Su posición y tiempo respectivos serán cuidadosamente medidos desde diversos puntos de la superficie terrestre y su órbita calculada con toda exactitud. La primera dificultad consistirá en localizar la posición del satélite en el firmamento, en los primeros instantes de su vuelo. Es muy difícil efectuar esta operación utilizando las cámaras fotográficas que más tarde han de determinar su posición, porque dichos aparatos únicamente pueden abarcar una porción muy reducida del cielo y, además, han de estar



Sigue  
a la  
vuelta

# Observatorio volante en las alturas

previamente instalados en dirección de una zona determinada por la que el satélite ha de pasar más tarde. La situación original del satélite y un cálculo preliminar de su órbita se obtendrán midiendo los respectivos tiempos que el satélite emitirá con regularidad por radiotelegrafía. Las estaciones receptoras estarán situadas a lo largo de la zona en cuestión y captarán la dirección de las respectivas señales. Este sistema, descubierto y aplicado por el Laboratorio Naval de Investigaciones Científicas, de los Estados Unidos, es conocido con la denominación de «Minitrack». Cada estación minitrack se compondrá de dos aparatos receptores situados en la tierra a una distancia de 200 metros entre sí. La diferencia del tiempo que medie entre la emisión de las señales procedentes del pequeño transmisor del satélite y su recepción por los dos aparatos, permitirán medir con bastante exactitud el lugar o la situación del satélite en el espacio. Un grupo de dos receptores medirá esa posición en la dirección de este-oeste, mientras que otro grupo lo hará en la dirección de norte-sur. Dichas estaciones receptoras estarán situadas en las siguientes ciudades: Washington y Savannah (Estados Unidos de América); Habana (Cuba); Antigua (India Británica Occidental); Quito (Ecuador); Lima (Perú), Antofagasta (Chile); Santiago (Chile); San Diego, California (Estados Unidos de América); y una estación en Australia.

Sin embargo, puede ocurrir que el aparato transmisor del satélite no funcione, por las razones que sean, y en este caso los receptores minitrack no serán de ninguna utilidad. En previsión de esa eventualidad, varios grupos de personas voluntarias, distribuidas en diversas partes del mundo y provistas de poderosos gemelos de largo alcance, inspeccionarán permanentemente el firmamento con el fin de localizar el satélite. Con el auxilio de estos grupos designados, que examinarán una amplia zona, el satélite será objeto de constante observación. Así, la órbita podrá establecerse de una manera bastante aproximada aunque no se cuente con el auxilio de los emisores de radio.

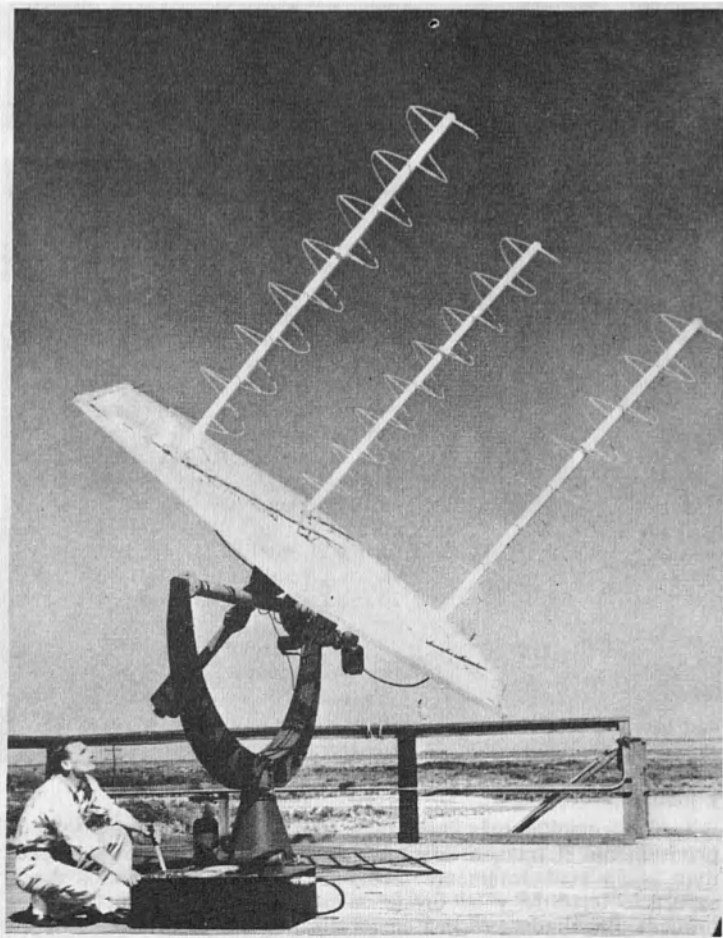
Cuando las medidas obtenidas por los receptores minitrack o por los observadores hayan permitido establecer la órbita apro-

ximada, se efectuarán observaciones más precisas de las diversas posiciones del satélite con el auxilio de una serie de cámaras fotográficas del tipo «Schmidt» provistas de un mecanismo disparador muy rápido que permitirá medir en una milésima de segundo el instante de la impresión fotográfica. Se establecerán estaciones de observación óptica en Nuevo México y Florida (Estados Unidos de América); en Bloemfontein (Africa del Sur); en Mauna Loa (Hawaii); en Tokio (Japón); en Curazao (Antillas Holandesas); en Cádiz (España); en Teherán (Irán); en Arequipa (Perú); en villa Dolores (Argentina), en la India y en Australia.

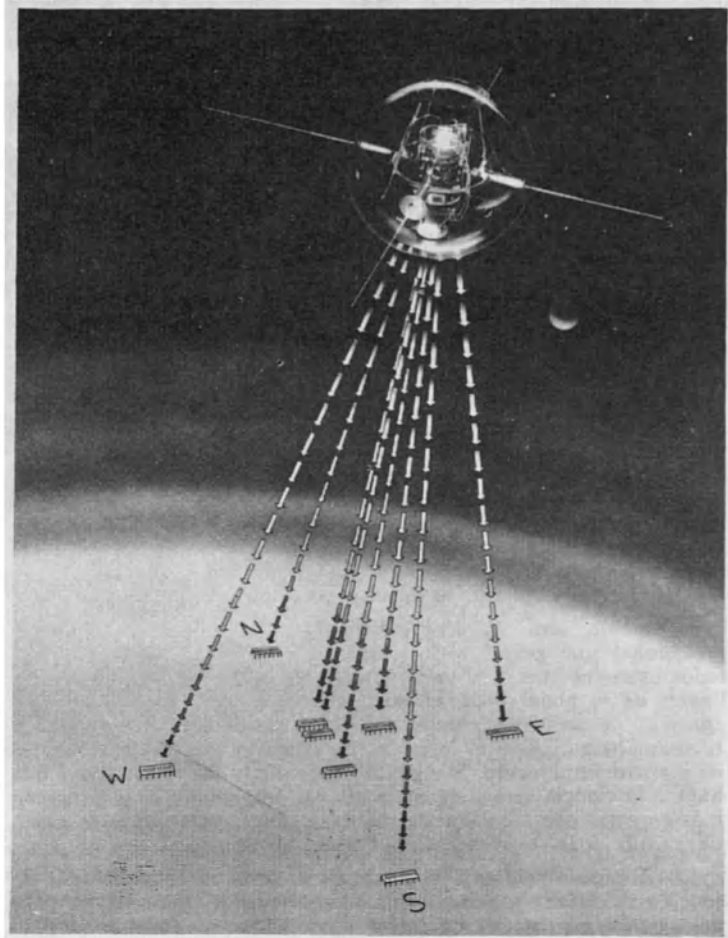
La tierra no tiene la forma de una esfera propiamente dicha, sino que está achatada por los polos constituyendo lo que se llama un elipsoide de revolución. Por consiguiente, es necesario conocer la magnitud exacta de esa distorsión para proceder a determinaciones precisas sobre su longitud y su latitud. Así, el conocimiento exacto de la trayectoria del satélite permitirá obtener una valiosa información.



Finalmente, las medidas de la órbita facilitarán también información sobre las condiciones eléctricas de las capas superiores de la atmósfera, es decir, sobre el número de iones o de cargas eléctricas que pululan en el aire. Para ello será necesaria una doble observación de la órbita: primero, mediante las cámaras Schmidt, y segundo, por medio de las señales eléctricas procedentes del transmisor instalado en el satélite. Si las capas superiores del aire no estuviesen electrificadas, las señales radioeléctricas llegarían a la tierra en línea recta. Pero al atravesar dichas capas, las señales se encorvarán o se producirá cierta refracción, de la misma manera que los rayos luminosos al pasar del aire a través del agua o del cristal de un lente, cambian de dirección. Así, cuando se mida el ángulo exacto de las señales radioeléctricas, el resultado no será correcto debido al citado fenómeno de refracción. En cambio, las descargas eléctricas no do-

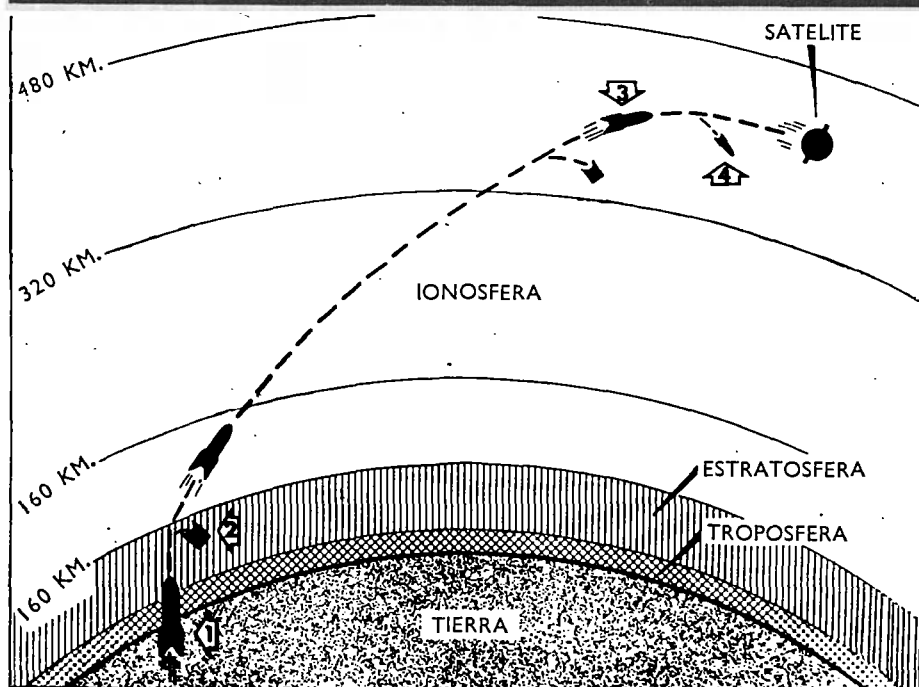
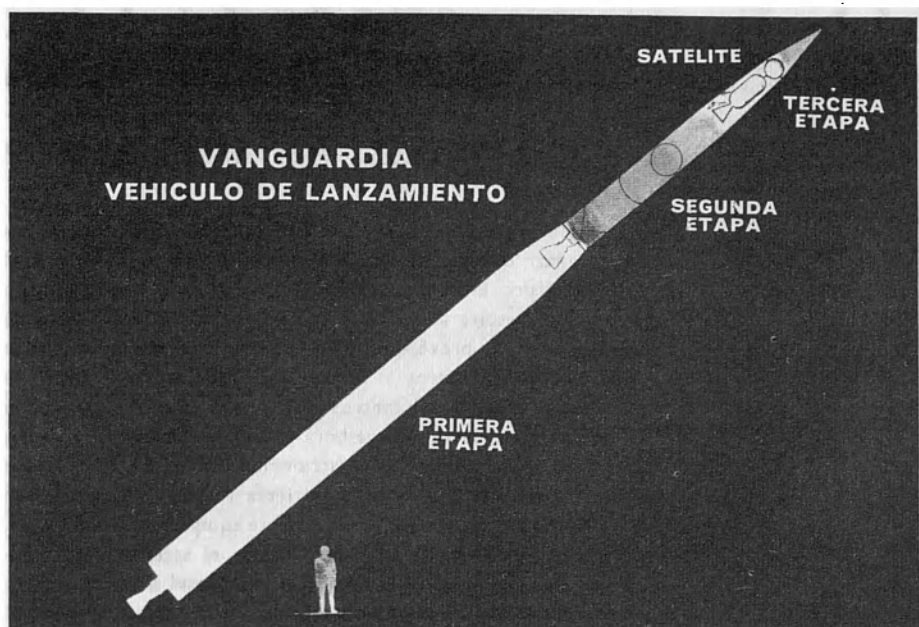


**LA RUTA DEL SATELITE.** Para señalar la posición del satélite y seguir su trayectoria, gracias a las ondas radioeléctricas que éste emitirá continuamente (foto de la derecha), se instalarán estaciones receptoras ultrasensibles—conocidas con el nombre de "Minitrack"—a lo largo



Uis

del itinerario previsto, formando una cadena que se extenderá a través de la América del Sur y el Océano Pacífico (ver el mapa de las pags. 18-19). El aparato que se ve en la foto de la izquierda (antena-telómetro) ha sido ensayado para seguir la trayectoria de los cohetes del espacio.



# EL SATELITE Y SU COHETE TRIPLE

He aquí, arriba y a la izquierda, el cohete triple "Vanguardia" que servirá de vehículo de lanzamiento del satélite artificial. El cohete está compuesto de tres elementos, cada uno de los cuales constituye a su vez un cohete. El satélite se encuentra en el interior del cono terminal. La silueta de la figura humana que aparece al lado del cohete da la idea del tamaño de éste, que mide 22 metros de longitud y pesa 11 toneladas. El dibujo —abajo y a la izquierda— indica el funcionamiento de "Vanguardia": El primer cohete o "primer elemento" propulsa el conjunto del vehículo o proyectil desde el puente de lanzamiento (1) hasta una altitud de 60 kilómetros (2) y vuelve a caer sobre el globo terrestre. El segundo cohete impulsa entonces lo que resta del vehículo hasta una altitud de 500 kms, mediante su potencia motriz, al comienzo, y luego únicamente por medio de su fuerza de lanzamiento. Este segundo elemento cae a su vez sobre la tierra. En la etapa final, el tercer cohete (3) imprime al satélite el impulso necesario para colocarlo en su órbita. El tercer elemento desaparece (4) y el satélite prosigue su camino a una velocidad de 29.000Kms. por hora.

Ucis

blan ni modifican la dirección de las ondas luminosas y, por consiguiente, la altura del satélite registrada por las cámaras ópticas será correcta. La diferencia entre las medidas ópticas y las medidas radioeléctricas indicará el coeficiente de refracción de los iones eléctricos y permitirá calcular las características de las masas eléctricas que existen en las tenues capas de aire de la ionosfera.

Estas son las informaciones que se obtendrán gracias a la observación de la órbita del satélite desde la tierra. Por su parte, los instrumentos contenidos en el interior del satélite retransmitirán automáticamente a la tierra, por radio, las observaciones registradas durante el vuelo. El espacio interior de la pequeña esfera y su peso se han reducido hasta el límite posible, pero una gran parte de los experimentos que el satélite permitirá realizar, serán de máximo interés para los hombres de ciencia.

El más importante de ellos es la medición de la invisible energía que procedente del sol llegará hasta nosotros, sin que el ojo humano pueda percibirla a causa de la pequeña dimensión de su longitud de onda, mucho más reducida que la que corresponde a la luz de color índigo o violeta, por lo que se designa con la denominación de rayos ultravioletas. Muchas de esas radiaciones pueden difícilmente considerarse como luz, pues su longitud de onda es tan corta como la de los rayos X. Esas radiaciones son absorbidas por las capas superiores de la atmósfera, donde se transforman produciendo la ionización y el extraño efecto conocido con el nombre de luminiscencia del aire.

Otra de las principales funciones del satélite consistirá en explorar el movimiento de las cargas eléctricas a gran altura, y el curso de las tenues y amplias corrientes eléctricas. Se supone que éstas influyen sobre las rápidas fluctuaciones del magnetismo terrestre. Teniendo en cuenta que, durante el período de su órbita elíptica, el satélite cruzará todos los días una gran parte de la superficie de la tierra, su altura oscilará entre 300 y 2.000 kilómetros, lo cual permitirá establecer un gráfico de las características eléctricas de la zona estudiada y dará probablemente indicios para descubrir el origen de las «tempestades magnéticas». Sería de gran utilidad conocer a fondo el régimen de esas tempestades para poder predecirlas con tiempo oportuno.

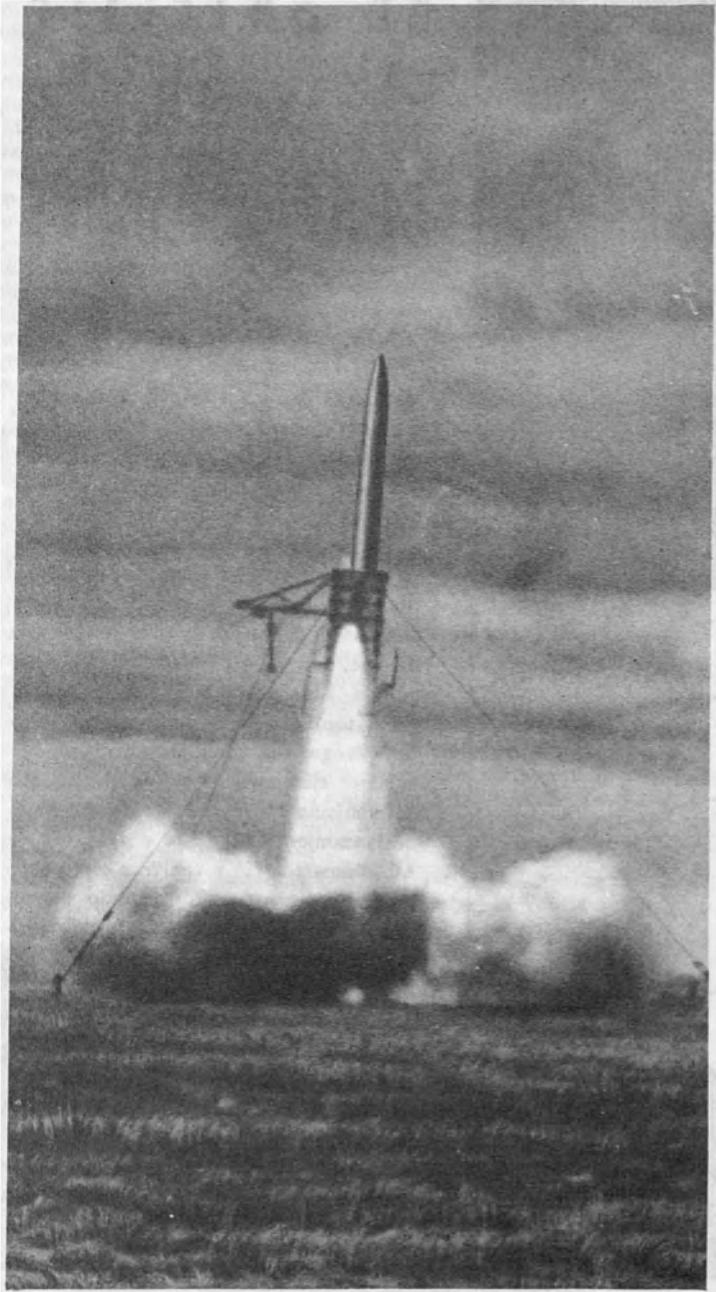


Los rayos cósmicos constituyen otro misterio que hasta la fecha no ha sido investigado en esta zona superior de la atmósfera, en donde no están perturbados aun por ninguna colisión con los átomos terrestres. El satélite estará equipado con un aparato registrador de esos rayos, que permitirá medir el número total.

Se confía en que después de dos semanas de exploración sobre una amplia zona de la tierra, los resultados obtenidos serán suficientemente interesantes para justificar el lanzamiento de

Sigue a la vuelta

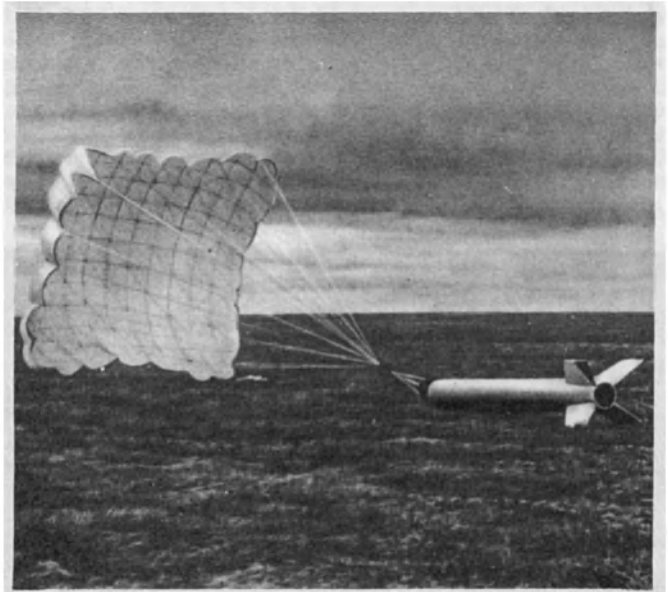




## VUELTA ALREDEDOR DE LA TIERRA EN 90 MINUTOS

Los sabios de la Unión Soviética han anunciado los preparativos para lanzar un satélite artificial —por lo menos— durante el Año Geofísico. El satélite tendrá la forma de un balón, de tamaño mediano, y estará adherido a la parte superior del cohete de lanzamiento. Se prevé que tal satélite alcanzará una altitud de 200 a 500 kilómetros y tendrá una velocidad horizontal de 25.000 a 29.000 kilómetros por hora. Efectuará la vuelta completa de la tierra en una hora y media, o sea que en un día podrá dar 16 vueltas. Los instrumentos de medida colocados en el "balón" transmitirán a la tierra indicaciones que serán registradas por estaciones especialmente equipadas para el efecto. El cohete que se utilizará para lanzar el satélite será similar al que se muestra en las fotos y que está destinado sobre todo al estudio de la atmósfera superior. A la izquierda, el lanzamiento, y abajo la caída del cohete provisto de un paracaídas.

Oficina de Información Soviética



## EL SATELITE ARTIFICIAL (Fin)

futuros satélites que permitan estudiar con mayor detención los referidos rayos.

Las informaciones sobre el calor total recibido desde el sol y sus variaciones —factores fundamentales que intervienen en el fenómeno del tiempo— serán también muy valiosas y ayudarán a comprender mejor las variaciones del tiempo y a estudiar la posibilidad de prever la formación de huracanes y de tifones. El satélite efectuará sin interrupción infinidad de observaciones acerca de las capas de nubes situadas sobre la tierra, y sus resultados constituirán una nueva base de futuros estudios acerca del tiempo.

Finalmente, se realizarán otras observaciones secundarias mediante el empleo de un sistema de micrófonos, para registrar el número de colisiones que puedan producirse con aerolitos de escasa importancia, medir la presión para registrar cualquier escape o avería en el caso de que se produzca alguna ruptura, y efectuar observaciones sobre la corrosión y la temperatura del casco del satélite.

No se ha fijado aún la fecha exacta para la realización de este grandioso proyecto que constituye una verdadera demostración del dominio del hombre sobre el mundo y sus fuerzas ocultas, y la

aventura inicial más allá de los límites del espacio cósmico. Desde luego tendrá lugar en el curso del próximo año de 1958, que constituirá sin duda un hito en el curso de la historia, de la misma manera que el año 1939 será siempre recordado por haberse llevado a cabo en él la primera fisión de un número limitado de átomos de uranio en un pacífico laboratorio de investigación situado en Berlín. El cautivo y sobrehumano explorador del espacio no sobrevivirá a la experiencia y las futuras generaciones no podrán admirarlo en ningún museo científico. En el curso de muy pocos días —probablemente entre dos y cuatro semanas, tal vez seis— la fricción con el aire existente en la altura en que navegue retrasará su marcha disminuyendo su fuerza centrífuga, y la fuerza de gravedad, primero lentamente y luego en rápida aceleración, le imprimirá un movimiento descendente a través de capas de aire más resistentes, aumentando la fricción, elevando su temperatura y estallando en diminutas partículas, que finalmente se vaporizarán por combustión, convirtiéndose en un polvo finísimo. La luna artificial terminará como un aerolito y desaparecerá en forma de luz fulgurante en medio de una intensa llamarada, como símbolo de una gloria bien merecida.

# Latitudes y Longitudes

## "EL HOMBRE MIDE EL UNIVERSO"

A raíz de la publicación de nuestro número de mayo de este año — en cuyas páginas ofrecimos a nuestros lectores la distribución gratuita de ejemplares del opúsculo "El Hombre mide el Universo" — hemos atendido favorablemente a cerca de cinco mil peticiones. La reserva de ejemplares se halla actualmente agotada y lamentamos no poder atender los nuevos pedidos. El opúsculo estaba consagrado a la Exposición científica ambulante de la Unesco —dedicada al tema de "El Hombre mide el Universo"— que se presenta actualmente en Dantzig, después de haber recorrido París, Lieja, Bruselas, Gante, Madrid, La Haya, Oslo, Varsovia y Cracovia. Después de su periplo por Polonia, la Exposición se trasladará en diciembre a Checoslovaquia y se retirará de la circulación a fines del presente año.

## ESCUELAS PARA ESQUIMALES:

En el norte del Canadá se han abierto dos internados para los niños esquimales. El Gobierno canadiense se propone crear otras instituciones similares a fin de desarrollar los contactos entre los esquimales y el resto del país.

Los niños esquimales asistirán a la escuela durante los seis meses de verano para luego regresar a sus hogares a principios del invierno. Sus estudios comprenderán varias disciplinas, incluyendo el inglés. Se esforzarán en la medida de lo posible por no cambiar su alimentación y su modo de vestir. Se les ayudará asimismo a aprender los oficios tradicionales de los esquimales y a practicar los deportes de la región.

■ **MUSICA DE LAS ISLAS DEL PACIFICO:** Apenas se conoce la música de las islas del Pacífico en otras regiones del mundo. Sin embargo, después de la guerra, al instalarse en el Pacífico nuevas radioemisoras, se hizo sentir la necesidad de grabar la música local. Es así como en 1953 la Comisión del Pacífico Sur emprendió la creación de un centro de información y distribución de música grabada en discos y cinta magnetofónica.

En el transcurso de los últimos cuatro años el Centro recibió numerosas grabaciones y publicó un catálogo detallado en francés y en inglés, que se distribuyó a todas las radioemisoras de la región. La nómina incluye en particular unos 50 discos y unas cuarenta grabaciones sobre cinta magnetofónica, consagrados a la música de Nueva Guinea, Islas Cook, Samoa, Archipiélago de Salomón e Islas Gilbert y Ellice. Varias de estas grabaciones pueden competir con los discos de música tahitiana y de las Islas Hawái que se venden en el comercio. Si bien es cierto que todas esas canciones no son tradicionales y que han recibido a veces la influencia de la música occidental, no cabe duda que a los habitantes de las

islas les gusta oírlos y cantarlos. Otras grabaciones que ofrecen particular interés para los especialistas de música primitiva están consagradas a las danzas y a las ceremonias tradicionales de las Islas del Pacífico.

## ESTACIONES PARA OBSERVAR

**LOS SISMOS:** Una misión de Asistencia Técnica de la Unesco dirigida por el profesor Takahiro Hagiwara ha contribuido poderosamente al establecimiento de un sistema de previsión de los temblores de tierra en Turquía. Durante los últimos dos años, el Profesor Hagiwara ha formado miembros del personal docente de varias escuelas locales para que se encarguen de las estaciones y de los delicados instrumentos que registran los movimientos sísmicos. Esas personas envían cada día al Instituto de Sismología de Estambul, recién creado, los datos que registran. Acaba de terminar la misión del profesor Hagiwara quién, después de una breve visita a la Casa de la Unesco en París, ha vuelto a ocupar el puesto que desempeñaba en la Universidad de Tokio. Varios peritos de la Unesco prestaron su concurso a Turquía durante los últimos cuatro años. Sus labores serán continuadas por los hombres y las mujeres que formaron esos peritos durante su misión en Turquía.

■ **TESOROS DE MUSICA:** La Unesco ayuda al Consejo Internacional de la Música en la publicación de dos series especiales de discos de larga duración titulados «Experimentos musicales contemporáneos». La serie A está dedicada a los nuevos medios de expresión musical con instrumentos tradicionales y la serie B ilustra los nuevos medios técnicos musicales. Esta obra se lleva a cabo paralelamente con la publicación de la Antología Internacional de Música Contemporánea y de la Colección de Música Folklórica grabada. Se pueden adquirir esas cuatro colecciones, por suscripción, dirigiéndose al Consejo Internacional de la Música, Casa de la Unesco, París.

## TÚNEZ Y LOS BONOS DE

**AYUDA MUTUA:** El Estado de Túnez, miembro de la Unesco, desde el mes de diciembre último, ha decidido adoptar el Sistema de Bonos de Ayuda Mutua de la Organización, destinados a facilitar la adquisición de libros, películas y equipo científico, así como el pago de los transportes internacionales.

Gracias a los Bonos de Ayuda Mutua de la Unesco, las instituciones y los particulares de veinte Estados Miembros pueden hoy comprar material de laboratorio y material escolar a los exportadores extranjeros sin necesidad de obtener divisas de sus gobiernos respectivos. El Sistema de Bonos de Ayuda Mutua posee, como se sabe, su propio presupuesto. Desde el establecimiento de este sistema, en diciembre de 1948, la Unesco ha reembolsado Bonos por un valor total de aproximadamente diez millones de dólares.

■ **¿GROENLANDIA ES UN ARCHIPIÉLAGO?:** Una expedición internacional, dirigida por el explorador francés

Paul-Emile Victor va a emprender una serie de investigaciones a fin de saber si Groenlandia es en efecto la isla más grande del mundo, o si el hielo recubre y une entre ellas a varias islas más pequeñas. Los exploradores tratarán, mediante sondeos en el hielo, de conocer mejor la verdadera topografía de Groenlandia.

## CIENCIA MODERNA EN EL PAIS

**DE BRAHMA:** El Consejo de Investigaciones Científicas e Industriales de la India anuncia la próxima creación de un cuerpo gubernamental formado por funcionarios científicos que deberán contribuir al progreso económico del país. Sus investigaciones se orientarán principalmente hacia las industrias químicas y eléctricas, del hierro y otros metales, y la industria farmacéutica. Los nuevos funcionarios científicos del Estado contribuirán a la realización de muchos proyectos, dentro del marco del Segundo Plan Quinquenal. Durante ese período se emprenderán trabajos para la utilización de la energía del viento, la solar y la energía nuclear. Se espera que durante los diez años que seguirán al período del Plan Quinquenal se podrá producir energía con reactores atómicos a precios tan económicos como la que se produce por medio del vapor.

## RIQUEZA DEL FOLKLORE HUN-

**GARO:** Desde hace cinco años, el Instituto húngaro de Arte Popular de Budapest ha venido reuniendo las obras características de algunas regiones del país, y ha llegado a coleccionar doce mil canciones folklóricas así como descripciones de fiestas tradicionales y juegos típicos. La mayor parte de esta colección se ha grabado en cintas magnetofónicas, se ha reproducido en películas documentales y se ha publicado en doscientos treinta y cinco opúsculos que llevan el ex libris del Instituto.

## AUMENTO DE PRECIO DE "EL CORREO DE LA UNESCO"

En vista del constante aumento de los gastos de publicación, "El Correo de la Unesco" lamenta no poder evitar por más tiempo una ligera subida de precio. A partir del 1° de noviembre de 1957, la tarifa de suscripción anual se elevará de este modo:

\$3,00 10 chelines 500 francos

y el precio de cada ejemplar:

30 centavos 1 chelín 50 francos

No obstante, las suscripciones seguirán aceptándose según la tarifa antigua, siempre que se anoten antes del 1° de noviembre de 1957, incluso las renovaciones de aquellas suscripciones que se vencen en los doce meses posteriores a la fecha del 1° de noviembre 1957. Las renovaciones de suscripción se aceptarán sólo por un año.



# TERCER DÍA DEL AÑO GEOFÍSICO

El 3 de julio de 1957, día tercero del Año Geofísico Internacional, se produjo una erupción violenta de gases y llamas sobre la superficie del sol. El fenómeno fue fotografiado en el Observatorio de Meudon, Francia, gracias a un método que consiste en descomponer la luz solar mediante un prisma y eliminar todas las radiaciones monocromáticas con excepción de la «raya H-alfa del hidrógeno». La fotografía de arriba fue tomada a las 7 y 22 minutos, tiempo universal. En ella se distingue el comienzo de la erupción, a la derecha. La foto de abajo fue tomada a las 8 y 2, minutos, poco tiempo después de sucedida la fase máxima de la erupción. El Observatorio de Meudon ha sido escogido durante el Año Geofísico Internacional como centro universal para la compilación de las observaciones solares procedentes de 50 estaciones diseminadas en el mundo, con referencia a las erupciones cromosféricas y las desapariciones bruscas de protuberancias solares.

Cortesía del Observatorio de Meudon, Francia

