

cia Mundial sobre el Clima que, como usted sabe, se celebró a principios de 1979. En los años 80 y 81 tuve la suerte de que me invitaran a pasar algún tiempo en la Oficina del Programa Mundial sobre el Clima, en la Secretaría de la OMM, para trabajar en los detalles del plan de ejecución del PMC. Fue una agradable situación intermedia en mi asociación con la OMM. Durante este período, estuve muy interesado en los trabajos del "Club de Roma" y en un estudio denominado "Mundial 2000", emprendido en los EE.UU. Creo firmemente que esta clase de pensamiento progresivo es muy importante y urgente. Ahora estoy en el proceso de tratar de convencer a la Academia Australiana de Ciencias Tecnológicas para que solicite la colaboración de otras sociedades científicas, con objeto de emprender conjuntamente un programa nacional de lucha contra la sequía. De manera que el paso a la séptima etapa de mi vida ha sido gradual. Aún estoy en activo físicamente: juego al golf, paseo por el campo y disfruto con la jardinería y contemplando los pájaros. Pero nunca podré evadirme de la fascinación que sobre mí ejercen la atmósfera y sus sistemas.

H.T.— Así llegamos a mi pregunta final. ¿Qué consejos daría a un joven dispuesto a empezar la carrera de meteorología?

W.J.G.— Creo que los meteorólogos siempre han sido científicos, incluso cuando, en el pasado, el término de "científicos de la atmósfera" tendía a considerar con desprecio el de "sinópticos". Hoy en día, esta distinción ha desaparecido prácticamente, debido a que, en general, se reconoce que una persona que trabaja en meteorología, para hacer su labor eficazmente, necesita poseer un sólido conocimiento básico de física y matemáticas. El meteorólogo operativo requiere algo que no le da la pura formación académica, que es la habilidad de hacer juicios rápidamente, lo cual parece más propio de un ingeniero. Lo esencial es que la persona tenga un interés absorbente por la atmósfera, que se empeñe en entender su funcionamiento, y que se dedique a aplicar estos conocimientos en beneficio de la humanidad. Si carece de la capacidad necesaria para asimilar la física y las matemáticas, me temo que él o ella estarán perdiendo el tiempo. Pero, por otro lado, para ser un buen meteorólogo no es suficiente saber física y matemáticas. Otra cosa que quiero decir es que en esta profesión hay actualmente tres ramas importantes: la investigación, que implica la búsqueda de solución a problemas que constituyen un desafío para el intelecto más brillante; la formación profesional, que debe ser de la mejor calidad, para mantener el nivel de la profesión; y la meteorología práctica, en la predicción o bien en el asesoramiento, que puede ser de naturaleza climatológica. Sea cual sea la especialidad que se elija, me llevaría una gran sorpresa si cualquier joven con capacidad y dedicación no encuentra plena satisfacción en esta carrera.

H.T.— Muchísimas gracias, Dr. Gibbs. Celebro haberme reunido de nuevo con usted y deseo que continúe disfrutando de su jubilación activa durante muchos años.

VEINTICINCO AÑOS DE SATELITES METEOROLOGICOS

En 1985 se cumple el vigésimoquinto aniversario del lanzamiento del primer satélite meteorológico. Con motivo de este acontecimiento se concertó una entrevista con el presidente del Grupo de expertos en satélites del Consejo Ejecutivo, el Sr. M.J. Labrousse, que es representante permanente de Francia ante la OMM. Este artículo se basa en dicha entrevista, a lo largo de la cual el Sr. Labrousse insistió muy especialmente sobre la necesidad de proseguir los estudios tecnológicos, con vistas a poder sacar la mayor cantidad de información de los sondeos y de las imágenes procedentes de los satélites

meteorológicos. Desde aquí agradecemos al Sr. Labrousse el haber concedido la mencionada entrevista al Dr. H. Taba para el Boletín de la OMM.

Introducción

Cuando el primer satélite artificial fue lanzado por la Unión Soviética en octubre de 1957, los meteorólogos no pudieron por menos que felicitarse, ya que resultaba evidente que si se podía colocar un "ojo" en una de esas naves espaciales, se dispondría de una plataforma de incalculable valor para la observación de la atmósfera terrestre. En 1960, los Estados Unidos de América pusieron en órbita polar el primer satélite meteorológico, y en 1966 este nuevo método de observación entró en su fase operativa. Mientras tanto, la URSS desarrolló su propio sistema que comenzó a funcionar regularmente un poco más tarde.

No resulta necesario detallar aquí las características de los diversos sistemas de satélites (véase el artículo de D.S. Johnson aparecido en el *Boletín de la OMM* 34 (1), págs. 44-48). Basta con recordar que existen dos tipos principales: de órbita polar (heliosincrónico) y geoestacionario.



Sr. J. Labrousse
(Fotografía: H. Taba)

Los satélites del primer tipo barren la Tierra en bandas, facilitando así una imagen completa del globo. No se trata de una imagen instantánea, ya que dos bandas sucesivas están separadas cronológicamente por el intervalo que tarda el satélite en completar una vuelta a la Tierra (normalmente unas dos horas). Dado que la nave espacial sobrevuela los polos geográficos cada dos horas, la cobertura de las regiones de latitudes altas es mucho mejor que la de las regiones tropicales.

Los satélites de la segunda categoría, al quedar en una posición fija respecto a la Tierra se prestan mejor a una vigilancia continua. Por el contrario, en su campo de visión sólo tienen una parte del planeta y no facilitan una imagen demasiado buena de las regiones polares ya que se encuentran en el plano del ecuador a una altitud equivalente a unas 5,7 veces el radio de la Tierra.

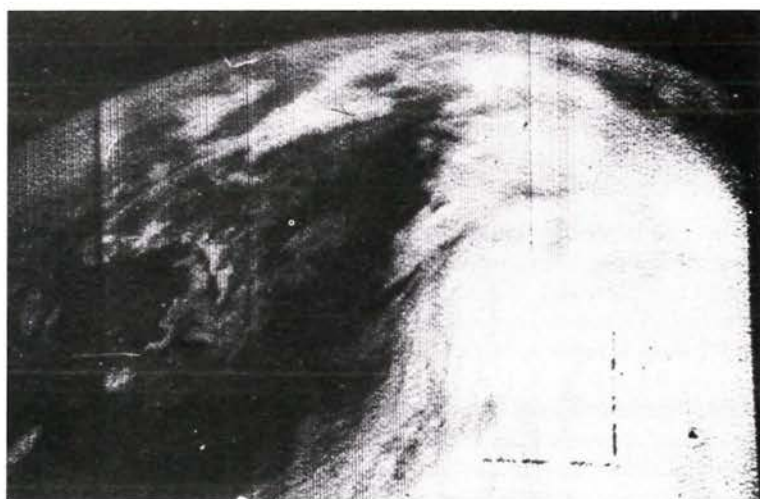
Los satélites meteorológicos actualmente en funcionamiento son cuatro de órbita polar y cinco geoestacionarios. En el primer grupo, dos son de la serie de la NOAA, explotados por los Estados Unidos de América, y dos de la serie METEOR, explotados por la URSS. En cuanto a los satélites geoestacionarios, dos son explotados por los Estados Unidos de América, uno por la Agencia Espacial Europea, uno por la India y el quinto por Japón.

Los sistemas de satélites mencionados están concebidos expresamente para la observación de la Tierra y su atmósfera, pero no son los únicos que resultan útiles para los meteorólogos. Otros tipos de naves espaciales diseñadas para la investigación en disciplinas tales como la oceanografía o la geodesia pueden facilitar datos valiosos sobre la atmósfera. Como ejemplos se pueden citar el LANDSAT americano, su equivalente francés SPOT, los SEASAT americanos y el satélite para el estudio de los recursos terrestres de la Agencia Espacial Europea.

Utilización óptima de la información de los satélites

Hasta aquí sólo hemos considerado los satélites en sí. Constituyen un medio de observación extremadamente eficaz, pero si no van acompañados de instalaciones de superficie apropiadas para la recepción y el tratamiento de las señales que transmiten, y si no se definen las técnicas correspondientes para la utilización de los datos y las imágenes así obtenidas, el sistema en conjunto pierde gran parte de su interés. Esto constituye un aspecto muy importante de la cuestión, que merece especial consideración.

La primera ventaja directa de los satélites para la meteorología consistió en ofrecer una visión de las configuraciones nubosas sobre extensas zonas. Esto nos permitió tener una idea de la circulación sobre regiones desprovistas de estaciones de observación de superficie, y detectar y seguir ciertos fenómenos tales como las depresiones y los frentes. Como primera consecuencia, nos permitió perfeccionar los análisis basados en las observaciones convencionales. Posteriormente, comenzamos a utilizar los satélites para la obtención de datos de carácter más cuantitativo, tales como la determinación de la dirección y velocidad del viento a la altitud de las nubes,; midiendo el desplazamiento de éstas durante un cierto intervalo cronológico, o al nivel del mar estudiando el estado del mar. Aprendimos a establecer un perfil vertical de la temperatura de la atmósfera, lo cual, hasta cierto punto, fue equivalente a aumentar la densidad de las redes aerológicas. También resultó posible la obtención de una representación cartográfica muy detallada de la temperatura de la superficie del mar y de la extensión de las ca-



La primera imagen de televisión recibida del TIROS-1, el 1 de abril de 1960.
(Fotografías: NOAA)

pas de nieve y de hielo, e incluso deducir la humedad del suelo. Gradualmente nos hemos ido acostumbrando a disponer de todos estos tipos de datos, de manera que actualmente podemos considerar a los satélites como uno de los principales elementos del Sistema Mundial de Observación, al igual que las observaciones aerológicas y de superficie. Así, en menos de 25 años, hemos pasado progresivamente de un estado de investigación a un estado en el que una parte importante del sistema meteorológico mundial no podría funcionar sin los satélites.

No hace falta insistir en el hecho de que, si no logramos desarrollar al máximo los medios que nos permiten aplicar la información procedente de los satélites a la meteorología y a la hidrología, toda la operación puede resultar vana. Resulta lamentable que hasta ahora se haya invertido mucho más en los satélites propiamente dichos que en los medios para recibir, tratar y utilizar los datos procedentes de los mismos (esto es aplicable tanto a los países de tecnología avanzada como a los países en desarrollo). Ello no significa que los satélites deban de ser explotados únicamente por los países de tecnología avanzada, sino que manteniendo los medios e instalaciones de superficie, cualquier país pueda familiarizarse con el problema en su conjunto. Tampoco quiere esto decir que las sumas invertidas en los satélites hayan sido innecesariamente altas, sino más bien que deben destinarse cantidades más importantes a las estaciones de superficie.

Hasta ahora, sólo hemos aprovechado una parte de las posibilidades totales que ofrecen los satélites a la meteorología y a la hidrología, y por ello se insiste en el hecho de que los datos disponibles procedentes de los satélites no están lo suficientemente explotados. Una vez reconocido que se podían utilizar las medidas de la radiación realizadas por los satélites, éstas fueron interpretadas en términos de perfiles verticales de la temperatura, dado que esto es a lo que nos tienen acostumbrados los son-



Fotografía tomada con el radiómetro de muy alta resolución, desde satélite NOAA-3, de los ciclones tropicales *Ione* (izquierda) y *Kirsten*, en el Pacífico, a unos 2000 km. al ESE de Hawaii, el 24 de agosto de 1974. La distancia entre los vórtices es de aproximadamente 1.200 km.

deos de la red aerológica. Pero al convertir las señales radiométricas en valores de la temperatura, inevitablemente perdemos la concordancia horizontal proporcionada por el radiómetro. Este es sólo un ejemplo que nos demuestra que aún no nos hemos adaptado a esta nueva técnica de observación y que se pueden realizar grandes progresos en esta materia.

Perennidad de un sistema mundial de satélites

Toda la gama de las actividades humanas sensibles al tiempo necesitan hoy en día conocer las condiciones atmosféricas cada vez con mayor precisión. Dado que los satélites se han convertido en un elemento muy importante del SMO, ya no es suficiente confiar en la buena voluntad de un país o de un grupo de países que explotan los satélites meteorológicos. Debemos idear los medios para coordinar el conjunto del sistema y asegurar su perennidad. Para ello, naturalmente, debemos fijarnos en la OMM, cuya labor es coordinar los distintos componentes de la Vigilancia Meteorológica Mundial. De hecho, desde 1959 hay un grupo de expertos de la OMM encargados expresamente de estudiar los problemas relacionados con los satélites, de manera que no se trata de un campo nuevo para la Organización. Sin embargo, a medida que se extiende la utilización de las informaciones obtenidas mediante los satélites, resulta esencial que la OMM juegue un papel cada vez más importante en este tema.

Al principio de la era de los satélites meteorológicos, las iniciativas se tomaban en cada caso a escala nacional. Posteriormente, durante el GARP del Experimento Meteorológico Mundial, se hizo un intento de coordinar los satélites disponibles de manera que quedasen integrados en el SMO. Con este fin se creó un órgano encargado de los problemas relacionados con los satélites geoestacionarios; es el Grupo de coordinación de los satélites meteorológicos geoestacionarios (GCSMG), en el cual participa la OMM. Se trata de una asociación de países explotadores más que de un grupo de usuarios.

Dentro de la OMM, en 1973, se creó el Grupo de expertos de satélites del Consejo Ejecutivo, pero diez años más tarde se modificaron sus atribuciones y su composición se fijó en once miembros. En términos generales, las atribuciones del grupo consisten en seguir los avances en el campo de la tecnología de los satélites y sus aplicaciones a la meteorología y la hidrología, garantizar que los Miembros tengan conocimiento de, y participen en, estos avances, y participar en la elaboración de los programas de la OMM relacionados con la utilización de los satélites. El grupo también debe formular recomendaciones para asegurar la perennidad del sistema mundial de satélites. El presidente de la CSB, que es miembro de este grupo, tiene la responsabilidad de recopilar y coordinar las necesidades de las demás comisiones técnicas en materia de datos de satélites, de manera que sean tenidas en cuenta dichas necesidades al desarrollar el sistema de satélites. Con este fin, resulta muy importante que los países conozcan con suficiente antelación las características de los nuevos satélites que van a ser lanzados para que puedan adaptar sus medios e instalaciones de superficie, con vistas a obtener el máximo provecho de los nuevos sistemas.

Es posible imaginar varias soluciones al problema de la explotación de un sistema adecuado de satélites meteorológicos. Se podrían mantener en vigor los acuerdos actuales, según los cuales un cierto número de países o de instituciones se comprometen individualmente a lanzar los satélites y a asegurar su funcionamiento continuado. Sería necesario, no obstante, coordinar los diversos satélites de tal forma que haya una buena cobertura de todo el globo. Una segunda solución posible sería crear una institución u organización internacional encargada de diseñar, lanzar y explotar los satélites me-

teorológicos que cubran la totalidad de la Tierra, pero esta solución tiene el riesgo de ser demasiado complicada para que se pueda realizar. Una tercera posibilidad, intermedia, sería que los países o instituciones decididas a emprender un programa de satélites invitasen a los demás países a participar, bien mediante aportaciones económicas, o proporcionando algunos de los aparatos de medida de abordo. Aún es demasiado pronto para decidir cual de estas tres soluciones (o variantes de las mismas) será la que se adopte. Un subgrupo del Grupo de expertos está estudiando este problema y elevará una serie de propuestas más concretas, que el Grupo analizará antes de elaborar las recomendaciones al Consejo Ejecutivo y, finalmente, al Congreso.

El porvenir

En ocasiones se presenta la cuestión de si llegará el momento en el que los satélites proporcionarán por sí solos todos los datos de observación necesarios para nuestras predicciones meteorológicas, lo que dejaría en lugar secundario a la red de observación sinóptica convencional. Nuestra respuesta hay que matizarla, pero en general, y teniendo en cuenta lo que sabemos hoy en día, los satélites complementarán, pero no sustituirán a los sistemas de observación convencionales, al menos durante las dos próximas décadas. No obstante, en ciertos casos, hay que confiar en que las informaciones de los satélites puedan sustituir a instalaciones y medios de observación, permitiéndonos disponer de un sistema global más eficaz y menos costoso.

Actualmente, no hay ningún organismo encargado de coordinar las características de los distintos sistemas de satélites meteorológicos nacionales o multinacionales. Cada país o grupo de países definen independientemente su propio programa, y cada uno de estos programas se encuentran, por lo general, en estados de planificación diferentes. El Grupo de expertos sólo puede hacer recomendaciones en nombre de las comunidades de usuarios de los datos de satélites, con la esperanza de que dichas recomendaciones sean tenidas en cuenta antes de que se tomen las decisiones irrevocables en los procesos de planificación. Lo importante es tratar de no perder la próxima generación de satélites meteorológicos, es decir los que serán lanzados entre 1990 y el año 2000, fechas que en gran parte dependen de si se trata de satélites de órbita polar o geoestacionarios. Así, los objetivos del Grupo de expertos no son especialmente ambiciosos, pero si conseguimos una nueva generación coherente de satélites meteorológicos, habremos dado un gran paso hacia adelante.

CENTROS REGIONALES DE FORMACION PROFESIONAL METEOROLOGICA: Mulemba

(Presentado por el Representante permanente de Angola ante la OMM)

Antecedentes históricos

Desde que obtuvo su independencia en 1975, Angola tuvo que enfrentarse con graves problemas, debido a la falta de técnicos, para realizar las tareas esenciales del Servicio Meteorológico. En primer lugar, sólo había un meteorólogo del nivel de la Clase I, siendo los restantes de la Clase IV. Por ello, inmediatamente después de la independencia empezaron en el centro de Mulemba las actividades de formación profesional, aunque los cursos patrocinados por la OMM no empezaron hasta 1977.