

DECIMO ANIVERSARIO DE LA VIGILANCIA METEOROLOGICA MUNDIAL

Aunque el plan de la Vigilancia Meteorológica Mundial no entró en funcionamiento hasta el 1.º de enero de 1968, la VMM fue proyectada en 1962. De acuerdo con esto último, el Comité Ejecutivo decidió conmemorar el décimo aniversario de la VMM organizando un programa de conferencias científicas especiales sobre temas idóneos durante su vigésima cuarta reunión celebrada en mayo de 1972.

Orígenes de la Vigilancia Meteorológica Mundial

La primera conferencia fue pronunciada por uno de los responsables de la primitiva planificación de la VMM, el académico V. A. Bugaev, que tiene actualmente a su cargo el Centro Meteorológico Mundial de Moscú. La conferencia, titulada *Los orígenes de la Vigilancia Meteorológica Mun-*



Ginebra, 1962: El Doctor Harry Wexler (a la izquierda) con el académico V. A. Bugaev en el jardín del Palais des Nations.

dial y sus perspectivas, describió la historia de la VMM a partir de la Resolución 1271 (XVI) adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 20 de diciembre de 1961. Esta resolución llamaba la atención sobre «el interés común de la humanidad en promover los usos pacíficos del espacio exterior y la urgente necesidad sentida de fortalecer la cooperación internacional en este importante campo», y afirmaba que surgirían nuevas oportunidades con el perfeccionamiento de las posibilidades de predicción meteorológica. Se recomendó que la OMM, en consulta con otras organizaciones internacionales, preparase un informe con propuestas sobre este problema.

El orador señaló que, incluso antes de la adopción de la Resolución 1271 (XVI), el Comité Ejecutivo de la OMM y la Secretaría habían tomado las oportunas medidas con el fin de asegurar que las observaciones efectuadas por medio de satélites fuesen debidamente aplicadas en meteorología. Por ejemplo, el equipo de expertos de la OMM sobre satélites arti-

ficiales fue creado en 1959 con el fin de que propusiera las medidas adecuadas a adoptar por la OMM. Secundando la actuación propuesta por la Asamblea General de la ONU, los países lanzadores de satélites, principalmente la URSS y EE. UU., respondieron a una invitación del Dr. D. A. Davies, Secretario General de la OMM, enviando al académico Bugaev y al Dr. Harry Wexler a trabajar durante un largo período en Ginebra. Fueron ayudados en su labor por el Dr. M. A. Alaka, también de EE. UU., y por miembros de la Secretaría de la OMM.

En marzo-abril de 1962, y como consecuencia de amplias deliberaciones, nació el proyecto del *Primer informe sobre el progreso de las ciencias atmosféricas a la vista de los avances conseguidos en el espacio exterior*, al cual de aquí en adelante nos referiremos como el *Primer informe*. Era en este informe en el que se proponía la creación de la *Vigilancia Meteorológica Mundial*, un nombre sugerido por Wexler y que fue finalmente elegido tras largo debate. El proyecto de informe fue estudiado por el equipo de expertos ya citado, fue aprobado por el Comité Ejecutivo y, en su forma final, remitido a la decimoséptima Asamblea General de la ONU que adoptó la Resolución 1.802 (XVII) solicitando una planificación más concreta de la VMM. El Cuarto Congreso Meteorológico Mundial destacó, en 1965, que la ejecución y desarrollo de la VMM debería constituir una de las principales misiones de la OMM; esta política fue continuada por los Quinto y Sexto Congresos.

El académico Bugaev señaló que a pesar de que la Vigilancia Meteorológica Mundial sólo tenía diez años de existencia, había llegado a constituir una característica dominante de la meteorología actual. Expresó su opinión de que las oportunidades brindadas por los satélites serían las responsables del futuro avance de la VMM de la misma forma que lo había sido para su creación. El académico Bugaev indicó que los más importantes problemas actuales residían no en las comunicaciones ni en las técnicas de cálculo numérico, sino en la definición de los sistemas de observación y en la exactitud de los datos, para satisfacer las necesidades de la VMM; en relación con esto se han puesto grandes esperanzas en el Programa de Investigación Global de la Atmósfera (GARP). Respecto al futuro de la VMM, el académico Bugaev vio así la expansión de los sistemas actuales y la solución de los problemas corrientes: transmisión directa de datos desde satélites (APT); análisis objetivo cuatridimensional y su centralización con capacidad para responder a peticiones automáticas de observaciones especiales allí donde sean necesarias; selección de unos cuantos modelos numéricos para aplicación rutinaria en la VMM; ultimar los preparativos para el archivo de datos y para su uso con fines de climatología aplicada, y la modificación artificial del tiempo con la finalidad de eliminar o reducir los fenómenos peligrosos y la estimulación de la precipitación allí donde haya escasez de agua. En resumen, el académico Bugaev recalcó que el desarrollo de la VMM dependía, sobre todo, de la pacífica coexistencia de los Estados, aunque cada uno tenga su peculiar sistema social, puesto que ningún país podría crear un servicio meteorológico global para su uso particular.

Impacto de los satélites meteorológicos

El siguiente orador, Sr. David S. Johnson, director del «National Environmental Satellite Service» de los EE. UU., presentó un trabajo sobre

El impacto de la tecnología del espacio ultraterrestre en los avances de la meteorología. Empezó dedicando su conferencia a la memoria del Dr. Wexler en reconocimiento de su importante contribución a la creación de la Vigilancia Meteorológica Mundial. Luego pasó a considerar hasta qué punto las predicciones hechas en el *primer informe* habían sido confirmadas por los acontecimientos ocurridos posteriormente. El informe destacaba la aplicación de fotografías de nubes y de superficie terrestre, advertía de la posibilidad de observar las nubes durante la noche con el empleo de rayos infrarrojos, y describía el empleo de fotografías para determinar la superficie de los campos de nieve y de hielo. El Sr. Johnson aseguró que todo esto había sido ya superado y facilitó algunas pruebas evidentes obtenidas recientemente de resultados operativos y experimentales. De éstos, el más espectacular consistía en una fotografía infrarroja de la Corriente del Golfo en la cual las diferencias de temperatura eran muy difíciles de distinguir en una copia corriente en blanco y negro, pero en la que cuando se aplicaba una técnica de *falso color*, se obtenía, a partir de las variaciones de color, sorprendentemente visibles como a la luz de las estrellas, la estructura detallada de la misma (véase la ilustración de la portada y la página 253).

El Sr. Johnson se mostraba sorprendido de que los planificadores de la VMM del año 1962 no se hubieran referido al posible empleo de satélites geoestacionarios con el fin de obtener fotografías regulares de nubes, ya que este uso potencial había sido ya estudiado en 1960 en un informe elaborado en E.E. UU. Por otra parte, el *Primer informe* había reconocido el constante papel desempeñado por la medida efectuada por medio de satélites de la radiación incidente y reflejada con el fin de realizar estudios del clima, confirmada por la subsiguiente actividad desplegada en este campo. La posibilidad de «mantener una estrecha vigilancia de la radiación solar incidente en todas las longitudes de onda» fue también oportunamente demostrada por las medidas hechas en los últimos años; el orador se lamentó, sin embargo, de que, por el contrario, no se habían formulado planes para el control continuo de la radiación solar incidente. Esto se aplicaba también a la determinación del perfil vertical de ozono en la atmósfera superior, lo cual había sido previsto en el *Primer informe* y confirmado por subsiguientes acontecimientos.

El Sr. Johnson observó que no se había puesto en práctica la previsión hecha de observar la precipitación por medio de radares instalados a bordo de satélites, pero en su lugar se había mostrado prometedor el radiómetro pasivo de microondas en la detección de precipitación sobre los océanos. Advirtió el Sr. Johnson que no se había efectuado ningún intento de observar las tormentas durante la noche por medio de destellos relampagueantes o por atmosféricos, pero en su lugar se esperaba que la obtención de imágenes infrarrojas por medio de satélites geoestacionarios permitiría controlar el estado de glaciación de los cúmulonimbus en desarrollo. El Sr. Johnson dijo que el *Primer informe* mostraba alguna confianza en la medida global, efectuada por medio de satélites, de las presiones superficiales, pero que todavía no se había propuesto ninguna técnica de suficiente precisión. Por otra parte, la previsión de la medida de la temperatura superficial había sido ampliamente cumplida, suministrando abundantes datos, operativamente útiles, de las temperaturas de radiación de la superficie marítima y terrestre.

El Sr. Johnson concedió muy baja puntuación a la previsión formulada por el *Primer informe* respecto al futuro reservado a las condiciones de los sondeos atmosféricos y de las medidas de viento obtenidas a partir de las observaciones efectuadas por medio de satélites. A este respecto, los autores se habían mostrado muy conservadores y no habían previsto los brillantes avances ocurridos posteriormente tales como las observaciones de viento deducidas a partir de fotografías de nubes obtenidas por medio de satélites geostacionarios y las experiencias de sondeos realizadas por E.E. UU., el Reino Unido y la U. R. S. S. El Sr. Johnson expresó su creencia de que determinadas ventajas potenciales de los sondeos efectuados con satélites los hacían superiores a los radiosondas para muchos trabajos de predicción numérica: las medidas eran fundamentalmente menos costosas y eran concordantes todos los sondeos procedentes de un único instrumento. El Sr. Johnson destacó las predicciones hechas en el *Primer informe* sobre el empleo de satélites en comunicaciones meteorológicas, todas las cuales habían sido ya realizadas por lo menos experimentalmente. Sin embargo, el empleo de satélites para la colocación de plataformas móviles no fue previsto, a pesar de que su posibilidad había sido recientemente demostrada de forma clara.

Resumiendo, el Sr. Johnson consideró que las predicciones contenidas en el *Primer informe* eran «un poco mejores que la climatología». A continuación se aventuró él a hacer sus propias predicciones sobre la situación de los satélites meteorológicos en 1982. Estarán en uso cuatro o cinco satélites geostacionarios y dos de órbita polar, los cuales representarán la contribución conjunta especial de varios Miembros; los sondeos de temperatura habrán reemplazado a los radiosondas, excepto para aplicaciones específicas locales y regionales; los sondeos serán hechos desde satélites geostacionarios con la misma resolución vertical y horizontal que la que se espera obtener en los próximos años de los satélites de baja altitud; los vientos serán deducidos automáticamente de los desplazamientos de las nubes; también serán automatizados los análisis tridimensionales de nubes; el sistema de satélites multinacionales formará un conjunto compacto al estar unidos por medio de interconexiones que los comunicarán firmemente entre sí y con calculadoras. Por último, el Sr. Johnson puso de relieve que fue la introducción de la nueva tecnología de tratamiento, interpretación, difusión y exploración de datos meteorológicos a una diversidad de usuarios, más que el esperado avance de las técnicas espaciales, la que tuvo la llave de los máximos adelantos que se prevén para 1982. Si las naciones usuarias quieren sacar provecho de los beneficios producidos por los satélites de 1982 deberán hacer fuertes inversiones en formación profesional especializada y en nueva tecnología. Si se quiere conseguir el máximo rendimiento posible de los satélites es preciso aplicar los datos obtenidos por medio de ellos, no solamente a la meteorología clásica, sino a diversos servicios del medio.

Predicción numérica del tiempo

El tercer orador fue el Sr. S. Sawyer, presidente de la Comisión de Ciencias Atmosféricas, quien presentó un trabajo titulado *Predicción numérica del tiempo en la Vigilancia Meteorológica Mundial — pasado, presente y futuro*. En sus palabras observó el Sr. Sawyer que los principales

autores del *Primer informe*, Bugaev y Wexler, habían concedido gran importancia a las técnicas de cálculo numérico; tanto los Centros Meteorológicos Mundiales como los Regionales fueron creados para efectuar análisis objetivos y predicciones numéricas. El *Primer informe* destacó también el requerimiento formulado por las predicciones numéricas hechas a escala mundial de disponer de observaciones cuantitativas, a dicha escala, de viento, temperatura y presión.

El Sr. Sawyer describió la historia de la predicción numérica del tiempo desde L. F. Richardson hasta el momento actual, explicando las características y propiedades de las principales clases de modelos utilizadas. Puntualizó las razones que habían llevado a la adopción en un principio de los modelos filtrantes, y describió los resultados obtenidos con los primitivos modelos barotrópicos, que sólo recientemente habían sido superados por modelos más complejos. Hizo notar que el desarrollo de modelos filtrantes de múltiples niveles había hecho posible la predicción del campo superficial de presión y suministrado útil información sobre el movimiento vertical; una posterior ampliación permitió interpolar satisfactoriamente el campo de viento con fines aeronáuticos. La subsiguiente introducción de los efectos de topografía, rozamiento y de varios no adiabáticos hizo posible ampliar las predicciones a setenta y dos horas. El Sr. Sawyer expuso que una notable deficiencia de los modelos filtrantes consistía en que sólo describían satisfactoriamente los grandes sistemas sinópticos; esto había llevado a la adopción de modelos de ecuaciones fundamentales de mayor flexibilidad. El Sr. Sawyer reseñó a continuación los problemas ocasionados por la asimilación y análisis de datos y las soluciones adoptadas para los mismos. Explicó el procedimiento de iniciación que necesitan los modelos de ecuaciones fundamentales para equilibrar los campos de viento y de presión analizados.

Echando una ojeada a las prácticas actualmente en uso, el Sr. Sawyer señaló que, a causa de la considerable inversión que representa un modelo operativo de predicción numérica, los grupos en funcionamiento habían decidido esperar a que se consiguiese un importante avance, antes de reformular sus modelos. En consecuencia, se emplean tanto las ecuaciones fundamentales como los modelos filtrantes y los más importantes centros, que disponen de calculadoras rápidas, utilizan los modelos de ecuaciones fundamentales, a pesar de que no se ha demostrado de forma concluyente la superioridad de tales modelos para las predicciones extratropicales a gran escala. Existía una medida de uniformidad en la amplitud de malla, tolerancia para la topografía y el rozamiento, así como tolerancia por efectos no adiabáticos. El Sr. Sawyer enumeró las diversas dificultades que se presentan en la comprobación de las predicciones numéricas, pero dijo que había acuerdo general de que, en las latitudes medias, las predicciones válidas para un plazo de veinticuatro horas y de más duración eran tan buenas o mejores que las que se habrían podido elaborar por medios subjetivos. Se mostraba preocupado por el hecho de que en todas las predicciones numéricas parecían ocurrir determinados errores sistemáticos; algunos de estos podrían ser atribuidos a errores de redondeo en el cálculo numérico, pero otros autores sugerían que algún factor significativo debía estar pobremente representado en todos los modelos.

Mirando hacia el futuro de la predicción numérica del tiempo, el señor Sawyer predijo la introducción de más finas estructuras de malla con el

fin de describir adecuadamente las zonas frontales y los centros de baja presión, o sea, las zonas áreas generadoras de tiempo activo; sin embargo, el éxito del empleo de tales modelos deberán requerir aún una mayor precisión de los datos iniciales. Análogamente, explicó él, el empleo de modelos de ecuaciones a corto plazo plantearía problemas de inicialización aún todavía más graves. El Sr. Sawler examinó la necesidad de realizar análisis contradimensional y las posibles soluciones. Por lo que se refiere a la predecibilidad básica de los movimientos atmosféricos, sugirió que debería demostrarse definitivamente como posible, por lo menos un grado limitado de predecibilidad superior a dos o tres semanas.

El Sr. Sawyer concluyó advirtiendo que, mientras el GARP había fomentado el estudio de modelos numéricos que representen la circulación atmosférica a gran escala, se había dedicado últimamente un esfuerzo mucho menor a la comparación de la predicción obtenida por medio de los modelos con los acontecimientos reales y a la comparación de las diferencias entre las predicciones obtenidas con modelos que utilizaban los mismos datos. Tenía él la esperanza de que los meteorólogos investigadores estarán dispuestos a dedicar una mayor parte de su tiempo a los estudios de esos casos concretos.

Los textos completos de las tres conferencias citadas serán publicados por la OMM a su debido tiempo.

A. H. G.

O. M. A.

LA FAZ CAMBIANTE DE LA METEOROLOGIA MARINA

Por S. L. TIERNEY *

Cuando este número del *Boletín de la OMM* llegue a manos del lector, se estará celebrando en Tokio, Japón, la sexta reunión de la Comisión de Meteorología Marina (CMM) de la OMM. Será una reunión del mayor interés, debido a que los avances conseguidos en el medio ambiente marino, entre los que figura la aplicación de la meteorología al mismo, han aparecido tan rápidamente y en tal cantidad que casi será preciso un completo replanteamiento del papel de la CMM para mantener su ritmo en el futuro.

Colaboración con otras organizaciones internacionales que se ocupan de asuntos marinos

Hasta ahora, las actividades de la CMM se han identificado principalmente con los servicios tradicionales prestados a la navegación, consistentes en información meteorológica para alta mar y para aguas costeras, bajo la forma de boletines meteorológicos que contienen avisos de temporal, predicciones, análisis y datos opcionales, como informes meteorológicos actuales marítimos, terrestres y aéreos. Estos servicios se han incrementado gradualmente como resultado de la fecunda colaboración mantenida entre la CMM y otros organismos internacionales involucrados en asuntos mari-

* El Sr. Tierney es presidente de la Comisión de Meteorología Marina desde 1968.