

número 2, pág. 121), fue firmado por ambos Gobiernos a finales de 1970. Las operaciones locales encaminadas a fortalecer la red de estaciones de observación hidrológica y sus correspondientes instalaciones de telecomunicación en la cuenca receptora situada aguas arriba del Bamako, continuaron antes de la irrupción de la estación de las lluvias y se emitieron predicciones perfeccionadas de nivel de río durante la reciente estación de inundaciones. El señor Guillot, consultor en predicción de inundaciones, asesoró en la selección del modelo adecuado para la predicción de inundaciones.

Programa de Asistencia Voluntaria

El Quinto Congreso celebrado en 1967 decidió crear el Programa de Asistencia Voluntaria de la OMM (PAV). Este programa tiene como finalidad ayudar a los Miembros en la ejecución del Plan de la VMM, y debería aplicarse a objetivos que no pudieran ser ejecutados por otros medios, tales como los recursos nacionales, el PNUD, o programas de asistencia bilaterales o multilaterales. Según la decisión tomada por el Congreso y la ampliación de las normas de utilización del PAV aprobada por el Comité Ejecutivo, las contribuciones se realizan a título voluntario, tanto en forma de equipo y servicios, como en dinero. Sería ahora oportuno hacer una revisión de los progresos realizados desde el 1.º de enero de 1968, fecha en que se inició el PAV.

El 31 de diciembre de 1970, 39 Miembros de la Organización habían aportado al programa del PAV la suma de 967.544 dólares de EE.UU. y habían comprometido otros 58.330 dólares. Además, 15 miembros han contribuido con equipo y servicios y otros 13 lo han hecho concediendo becas.

El estado de ejecución el 31 de diciembre de 1971 era como sigue. Se había aprobado para su tramitación un total de 299 proyectos elaborados por Miembros; de estos proyectos, 127 se refieren al sistema mundial de observación, 11 al de tratamiento de datos, 85 al de telecomunicación, 2 a la investigación y 74 a la enseñanza y formación profesional; 16 proyectos se hallan terminados. Se han recibido ofertas para la ejecución completa de 68 proyectos y para la parcial de otros 45. En total han sido ejecutados o lo están siendo, 129. Las cifras anteriores incluyen también los proyectos que fueron realizados con medios distintos del PAV (por ejemplo, por programas de ayuda bilateral, presupuesto normal de la OMM para becas a largo plazo y Nuevo Fondo de Desarrollo de la OMM).

En cuanto al valor monetario de las contribuciones a los 129 proyectos del PAV anteriormente citados, que se han ejecutado o que lo están siendo, es difícil ahora dar cifras exactas, pero según la información disponible será aproximadamente de unos 8,5 millones de dólares EE.UU.

SETENTA Y CINCO ANIVERSARIO DEL ATLAS INTERNACIONAL DE NUBES

Por A. K. KHRGIAN

Desde los más remotos tiempos el hombre se ha interesado por la gran variedad de formas de las nubes. Sin embargo, hasta el siglo XVIII no se produjo el primer intento de observación sistemática, realizado por la Sociedad

Meteorológica Palatina de Mannheim. Las instrucciones preparadas por esta Sociedad en 1718 para sus estaciones meteorológicas prescribían que debían efectuarse observaciones de la cantidad de nubes (en cuadrantes de la bóveda celeste), de su color (blanco, azul pálido, amarillo, negro, etc.) y que había que registrar su estructura usando símbolos especiales.

Clasificación de las nubes por tipos

El primer intento de clasificación de las nubes fue realizado en 1802 por un francés, J.-B. Lamarck. Desgraciadamente fue pronto olvidado. El año siguiente, Luke Howard (Reino Unido) propuso su propia clasificación, que distinguía tres variedades de nubes: cirrus, cúmulus y stratus, así como combinaciones binarias de éstas y por último la combinación de las tres —el nimbus o nube de lluvia. Esta clasificación, aunque privada de imágenes de las formas nubosas, estuvo en uso durante casi todo el siglo XIX, especialmente en las estaciones meteorológicas rusas. Sin embargo, no fue aplicada por los meteorólogos sinópticos y los datos sobre forma de las nubes no fueron incluidos hasta más tarde en los telegramas meteorológicos.

En 1879 H. Hildebrandsson (Suecia) intentó una clasificación más detallada, incluyendo en su trabajo algunas fotografías. Apoyándose en las conclusiones sacadas de las observaciones de R. Abercromby (Reino Unido), de que las formas de las nubes son las mismas en todas las latitudes, estos dos autores prepararon una clasificación más detallada, comprendiendo 10 formas fundamentales, que publicaron en 1887 y presentaron al Congreso Meteorológico Internacional celebrado en París en 1889.

Mientras tanto fue progresando también poco a poco el estudio de la física de las nubes. En el mismo Congreso de París, H. Clayton (EE.UU.) sugirió que las nubes deberían clasificarse en nubes producidas por corrientes verticales de aire, nubes producidas por deslizamiento ascendente de corrientes de aire, nubes debidas al enfriamiento por radiación y nubes situadas en la capa de contacto entre corrientes superpuestas de aire frío y aire cálido. Naturalmente esta clasificación no había sido propuesta para su uso en la red meteorológica pero, más tarde, las ideas que contenía encontraron su desarrollo en meteorología sinóptica.

Preparación del primer atlas

En la Conferencia Meteorológica Internacional celebrada en Munich en 1891 se acordó preparar un atlas de nubes basado en la clasificación de Hildebrandsson — Abercromby. Se nombró un comité especial para la preparación del atlas, constituido por J. Hann (Austria), H. Mohn (Noruega), L. Teisserenc de Bort (Francia), Ph. Weilbach (Francia), y L. Rotsch (EE.UU.), bajo la presidencia de Hildebrandsson y con A. Riggenbach (Suiza) como secretario. Un cierto número de otros científicos fueron invitados a participar en los trabajos del comité, en particular P. Brounoff (Rusia), W. Wetzold y A. Sprung (Alemania). Reunido el Comité en Uppsala del 21 al 22 de agosto de 1894 adoptó una clasificación que comprende cinco grupos: *nubes altas* (altura media 9.000 m.), *nubes medias* (entre 3.000 y 7.000 m.), *nubes bajas* (entre 1.000 y 3.000), *nubes convectivas* (cúmulus, con cimas hasta 1.800 m. y base a 1.400 m.; cumulonimbus, con cimas entre 3.000 y 5.000 m. y base

hasta 1.400 m.), y *nieblas elevadas* (por debajo de los 1.000 m.). También adoptó descripciones muy detalladas de diez formas de nubes (cirrus, cirrostratus, cirrocúmulus, altocúmulus, altostratus, estratocúmulus, nimbus, cúmulus, cumulonimbus y estratus). El comité seleccionó 28 fotografías (de entre más de 300 entonces disponibles), para ser incluidas en el futuro *Atlas internacional de nubes*. La publicación del Atlas fue encomendada a una comisión reducida formada por Hildebrandsson, Riggenbach y Teisserenc de Bort. Esta terminó la publicación en 1896; por eso en este año de 1971 celebraremos el 75.º aniversario de la publicación del primer *Atlas internacional de nubes*. Este contenía seis fotografías de cirrus, cuatro de altocúmulus y altostratus, once de nubes bajas, ocho de nubes convectivas, y una excelente fotografía de la variedad *mamma*. También contenía dos fotografías que mostraban la estructura ondulada de los altocúmulus. En 1898 se publicó el atlas en versión rusa, enviándose a San Petersburgo con destino a las estaciones meteorológicas rusas.

Desarrollo de un sistema de clasificación de las nubes

Durante casi treinta y cinco años el atlas internacional de nubes sirvió no sólo como base para la observación de las nubes en las estaciones meteorológicas de todos los países, sino también para la investigación de los procesos que tienen lugar en las nubes. A. Wegener, que realizó numerosos vuelos en globo dentro de nubes, obtuvo una colección de excelentes fotografías de nubes y las publicó en su *Termodinámica de la atmósfera*, en 1911. En esta obra propuso una clasificación física de los procesos que se producen en las nubes. En la misma obra formuló también la hipótesis de que los núcleos de hielo constituyen el origen de la precipitación. Algún tiempo después, observaciones realizadas con cometa permitieron a V. y J. Bjerknes hacer estudios experimentales de un frente frío sobre Europa occidental (24 de julio de 1918) y, más tarde, de un frente cálido (10 al 11 de noviembre de 1918), lo cual les condujo a identificar éstos con las superficies de discontinuidad, cuya existencia había sido pronosticada teóricamente por M. Margules, y a explicar las sucesiones nubosas frontales (cirrus, cirrostratus, altostratus y nimbus). Este fue un momento decisivo para el desarrollo de la física de las nubes. Enseguida se puso en evidencia que era necesario y conveniente observar las formas de las nubes de acuerdo con un sencillo conjunto internacional de normas que descienda a un mayor detalle que la clasificación *decimal* de Hildebrandsson. Los meteorólogos sinópticos encontraron muy claros y útiles esos nuevos conceptos de frentes y exigieron la realización de tales observaciones. Las mismas exigencias fueron formuladas por parte de los servicios para la aviación, en rápido desarrollo. En la reunión del Comité Meteorológico Internacional de 1921 fue propuesta una nueva clave telegráfica para el envío de telegramas meteorológicos sinópticos. Esta clave incluía (para satisfacer las demandas de la aviación) detalles sobre formas de las nubes bajas y sobre forma y cantidad de nubes superiores *por separado*. También se incluían en dicha clave mayores detalles sobre el tiempo, distinguiendo en particular, entre chubascos, lluvia continua y llovizna.

La Comisión de la OMI para la información sinóptica del tiempo preparó una clave sinóptica mejorada que marcó la transición al nuevo concepto de meteorología sinóptica. Esta nueva clave contenía una información detallada sobre las formas de las nubes bajas, medias y altas, por separado, y sobre la cantidad y altura de las nubes bajas.

Los observadores se encontraron, pues, frente a una tarea importantísima y difícil: la de colaborar en el análisis de los fenómenos sinópticos a gran escala y, además, facilitar una interpretación detallada de los procesos de condensación que ocurren en la atmósfera en un momento dado. Ambos cometidos fueron simplificados gracias a un nuevo *Atlas internacional de nubes y estados del cielo*. Su preparación, incluida la recogida de fotografías y el diseño de la maqueta, empezó en 1922 y duró varios años, ya que el trabajo tenía que desarrollarse sobre un concepto enteramente nuevo de los sistemas de observación. El nuevo *Atlas international des nuages et des états du ciel — Extrait à l'usage des observateurs*, fue publicado en 1930 (41 láminas), y una versión completa del mismo con 124 láminas, lo fue en 1932. Sin embargo, ambas estaban basadas en la clasificación original de las nubes en 10 formas fundamentales, que procedía del primer *Atlas* de 1896. Ya que éste había cumplido satisfactoriamente el objetivo que se prosupo, su clasificación fue conservada, completándola en sucesivas ediciones con añadidos y detalles, a modo de herencia para ediciones posteriores del *Atlas*.

Nota del Editor: Los antecedentes sobre la publicación de la más reciente edición, por la OMM, del *International Cloud Atlas* en 1956, aparecieron en el *Boletín de la OMM*. Vol. IV, N.º 4, págs. 135-138, escritos por el difunto profesor W. BLEEKER, entonces presidente de la Comisión de Meteorología Sinóptica.

RESPUESTA DE LA PLANTA A LOS ELEMENTOS CLIMATICOS

SIMPOSIO DE LA UNESCO CELEBRADO EN UPPSALA EN SEPTIEMBRE DE 1970

En Uppsala, y en el Colegio de Agricultura de Suecia se celebró, del 15 al 21 de septiembre de 1970, un simposio sobre el tema de la respuesta de la planta a los elementos climáticos. Fue patrocinado por la Unesco en cooperación con la OMM y la FAO, siendo Suecia el país anfitrión. Participaron en la reunión unos 130 científicos de cerca de 25 países y se presentaron a la misma más de 60 comunicaciones de elevada calidad en el campo de la investigación meteoro-biológica. La OMM estuvo representada por el Sr. L. P. Smith, presidente de la Comisión de Meteorología agrícola; otros miembros de la comisión y de sus grupos de trabajo desempeñaron un papel importante en la reunión; así, el Sr. G. W. Robertson (Canadá), actualmente desempeñando una misión en Filipinas, fue uno de los siete invitados a enviar reseñas bibliográficas, y el profesor R. O. Slatyer (Australia), fue el consultor del simposio encargado de gran parte de la planificación del mismo.

Se dedujo claramente de las comunicaciones presentadas y de las discusiones habidas sobre las mismas, que en los últimos años se ha desarrollado en muchos países una amplia variedad de trabajos de investigación sobre micrometeorología y reacciones de las plantas. En Uppsala se dedicó la mayor parte del tiempo al estudio de la investigación fundamental de los problemas a microescala en condiciones de campo, pero no por ello dejó de atenderse a los problemas a mayor macroescala. Algunas de las comunicaciones fueron de tal interés e importancia que hubieran merecido de sobra que se les estudiase durante mucho más tiempo, pero cualquier reunión que valga la pena tropieza con dificultades de este tipo, y tales limitaciones constituyen el inconveniente del éxito.