

nes. Todos los participantes estuvieron de acuerdo en que el viaje de estudios había sido perfecto aunque un poco agotador, debido al ritmo rápido necesario para cumplir todas las interesantes actividades programadas.

El éxito de este viaje debe acreditarse a las excelentes disposiciones tomadas por las autoridades chinas, que no escatimaron esfuerzos para asegurar que todos los detalles fueran cumplidos con la mayor precisión posible. No sólo fueron los viajeros muy bien atendidos durante el viaje sino que también todas las necesidades personales de cada uno recibieron rápida satisfacción. Esta no fue, ciertamente, una tarea fácil considerando que los miembros del grupo venían de países diferentes, con niveles sociales y costumbres ampliamente divergentes. Los expedicionarios convinieron también en que habían recibido una información muy valiosa sobre los métodos chinos de proporcionar ayuda meteorológica a la agricultura y expresaron la esperanza de que pudieran realizarse, a China, futuros viajes de estudio de esta naturaleza, así como otros más largos y más concentrados sobre temas concretos, o programas de formación práctica en meteorología agrícola.

R. H. F.

LA INFLUENCIA DE LOS OCEANOS EN EL CLIMA

CONFERENCIAS CIENTIFICAS EN LA VIGESIMOCTAVA REUNION DEL COMITE EJECUTIVO

Se presentaron dos conferencias científicas en la vigésimoctava reunión del Comité Ejecutivo (Ginebra, 1976). El Sr. M. F. Taha, Presidente de la OMM, en la apertura del programa, declaró que los océanos cubren casi las tres cuartas partes del globo, ejerciendo una poderosa influencia sobre el tiempo y el clima. Se resumen a continuación los puntos principales de las dos conferencias, que se han publicado ahora por la Organización (OMM — Núm. 472).

Los modelos del sistema océano-atmósfera y el problema del clima

Los principales puntos tratados en la conferencia de apertura por el Dr. W. L. Gates, fueron la identificación de las características básicas del problema del clima, la revisión de los principales avances en la actual investigación de las bases físicas y dinámicas del clima y de los cambios climáticos y la identificación de los problemas primordiales, en especial de los relativos a los océanos. Nuestros actuales conocimientos de la atmósfera y el océano se basan en el estudio de las observaciones, las teorías conceptuales o empíricas del clima y la aplicación directa de las ecuaciones dinámicas básicas que, se supone gobiernan el comportamiento, tanto de la atmósfera como del océano. En la actualidad no tenemos una comprensión adecuada del comportamiento del sistema mixto o acoplado del océano y la atmósfera y nuestros conocimientos del sistema oceánico son limitados. El clima, no depende solamente de la atmósfera y del océano, determinándose también la distribución de los hielos, tanto en tierra como sobre el mar, y el carácter de la superficie terrestre y su biomasa asociada. A todo ello, se alude como el *sistema*

climático. En tal sistema son de interés las escalas cronológicas empleadas por los distintos procesos: por ejemplo, los océanos pueden requerir muchos años e incluso siglos, para acomodarse a nuevas condiciones externas. El papel de los mismos como regulador térmico en el sistema climático fue descrito muy gráficamente por el Dr. Gates, cuando señaló que el calor requerido para un cambio en la atmósfera de un grado centígrado, podría ser suministrado por un cambio en la temperatura media del océano de menos de 0,001 grado centígrado, valor muy por debajo de nuestras posibilidades de medida.

Todavía no se han elaborado modelos del sistema climático completo y se han llevado a cabo muy pocos intentos para la preparación de un modelo del océano y la atmósfera como entidad combinada. El proceso habitual en la elaboración de un modelo atmosférico consiste en suponer un estado prefijado de la superficie subyacente, sea ésta de agua, hielo o tierra, en tanto que el oceanógrafo tiene en cuenta los flujos atmosféricos prefijados. Se explicaron dos tipos distintos de modelos: el de la circulación general, basado en ecuaciones dinámicas y que emplea variables independientes primarias, como la velocidad horizontal y la temperatura, y los modelos estadísticos dinámicos, en los que la atmósfera o el océano se describen a partir de variables medidas como datos de entrada.

Se debe ser prudente en el empleo de la terminología cuando se trata del clima, el cual, en su forma más habitual, se asocia al tiempo promediado sobre una región determinada, obtenido a partir de las observaciones a lo largo de un período relativamente grande del orden de unos treinta años. Sin embargo, el Dr. Gates, definió el *estado climático* como las características estadísticas medias de todas las componentes del sistema climático a lo largo de un intervalo de tiempo arbitrariamente especificado. En aquél se incluyen la atmósfera, el océano, los campos de hielo y la superficie terrestre. Con tal definición, se puede definir la *variación climática* como la diferencia entre estados climáticos, que puede discutirse a partir de períodos tales como estaciones, años o decenios.

Siguiendo una detallada discusión de la elaboración de modelos de cambios climáticos dentro del contexto de sus definiciones, el Dr. Gates dio una ojeada al futuro. La integración numérica de un modelo completamente acoplado de la circulación general, es actualmente factible y puede emplearse en la investigación sistemática de mecanismos del cambio climático. Constituirá una cuestión de alta prioridad el llegar a establecer la predictibilidad de las variaciones climáticas, al menos, de forma estacional, anual y decenal. Teniendo en cuenta que las posibilidades de cálculo son limitadas en comparación con la ingente cantidad de experimentos numéricos necesarios, será preciso diseñar los experimentos futuros muy cuidadosamente. Asimismo, revestirá gran importancia la certeza de que se superará la falta de datos de observación, que tan necesarios resultan para la descripción del estado del clima.

El acoplamiento dinámico entre la atmósfera y el océano

El Profesor K. Hasselmann, comenzó su conferencia con una discusión sobre los intervalos de respuesta del océano y sobre cómo deben

ser tenidos en cuenta en la preparación de modelos climáticos idealizados; así por ejemplo, para el tratamiento del acoplamiento entre las componentes del sistema de respuesta rápida, como la atmósfera, y las de respuesta lenta, como el océano y la criosfera. La solución tradicional a este problema, en modelos climáticos simples, ha consistido en promediar respecto al tiempo, pero puede objetarse que esta técnica no es la adecuada en dichos modelos para explicar la variabilidad del clima. Por lo tanto, el Profesor Hasselmann, consideró una solución en la cual la variabilidad a corto plazo de la atmósfera se retiene como un término estocástico de forzamiento. El modelo, denominado modelo estocástico forzado, fue descrito en relación con los modelos estadísticos dinámicos, y los de la circulación general, que son mejor conocidos. Se expusieron varios ejemplos del empleo del modelo estocástico forzado.

Nos encontramos con dos tareas básicas para la comprensión del sistema climático entre las escalas cronológicas desde 10^{-1} hasta 10^4 años, en las que el acoplamiento con el océano juega un papel primordial. La primera, consiste en la elaboración de modelos simplificados de la circulación global oceánica que puedan ser integrados numéricamente para los largos períodos de tiempo que se requieren. La segunda, es la determinación de los coeficientes medios y aleatorios de forzamiento que gobiernan la circulación oceánica, y su parametrización en relación con la misma. Ambos problemas sólo pueden tratarse con éxito, si se dispone de una base adecuada de datos a largo plazo con la que puedan comprobarse los modelos. Para las investigaciones serias de la interacción global océano-atmósfera a largo plazo, la actual base de datos es extremadamente dispersa, necesitándose corregir el desequilibrio existente entre las estaciones permanentes de registro, en tierra y sobre los océanos, si quieren obtenerse progresos significativos a largo plazo en el problema de la variabilidad climática.

M. W. S.

ANALISIS DE ALGUNOS FENOMENOS METEOROLOGICOS EXCEPCIONALES DURANTE 1976

PARTE I

Introducción

El título de este análisis anual ha sufrido varios cambios desde la primera publicación del artículo en el número de abril de 1968, del *Boletín de la OMM*. Sin embargo, el principal criterio para la inclusión del material es básicamente el mismo, a saber, que los fenómenos descritos causaron víctimas y/o tuvieron graves consecuencias económicas. En muchos de los informes, que tan amablemente han sido facilitados por los Servicios Meteorológicos Nacionales, se dan también detalles de algunos fenómenos meteorológicos interesantes, tales como el haber superado los valores extremos del registro, la ocurrencia de fenómenos extraordinarios, etc. En este artículo se incluyen algunos de estos fenómenos.