

desarrollados para asegurar el éxito de las ceremonias conmemorativas del centenario.

Acogida de las autoridades suizas

Las dos excursiones ofrecidas por las autoridades suizas fueron muy bien acogidas por los participantes. Durante la mañana del día 12 de septiembre tuvieron lugar visitas, acompañadas de un guía, a tres museos interesantes de Ginebra; fueron seguidas de un aperitivo servido en un restaurante donde se unieron a los participantes los miembros del Comité preparatorio del Comité Ejecutivo, quienes acababan de empezar sus tareas. Independientemente de la ceremonia del centenario, el paseo en barco por el lago Lemán en el curso del cual más de 400 personas participaron en una excelente comida y en un baile popular, constituyó sin duda el hecho más memorable de los actos organizados en Ginebra, que coronó el conjunto de las ceremonias del centenario. Un globo (¿era meteorológico?), observado en el cielo en el momento en que el barco abandonaba el embarcadero, contribuyó al entusiasmo general.

En resumen, las ceremonias conmemorativas del centenario se desarrollaron según las normas fijadas por el Congreso, y puede decirse con justicia que, tanto en Viena como en Ginebra, señalaron el centenario OMI/OMM de forma tal que todos los Miembros y la Organización pueden sentirse orgullosos. Además de las numerosas palabras amables pronunciadas repetidas veces durante los ocho días que duraron las manifestaciones más o menos continuas de este centenario, conviene añadir y reseñar aquí el agradecimiento muy sincero de todos los participantes a las autoridades austríacas y suizas por su excepcionalmente amable hospitalidad, su cálida acogida y el enorme esfuerzo que desplegaron para hacer del centenario OMI/OMM un acontecimiento memorable. Una mención especial de agradecimiento debe hacerse a los representantes permanentes de Austria y de Suiza, profesor Steinhauser y Sr. Schneider, respectivamente.

K. L.

LA ORIENTACION DE LAS FUTURAS INVESTIGACIONES EN LAS CIENCIAS ATMOSFERICAS*

Por J. S. SAWYER

La Comisión de Ciencias Atmosféricas (CCA) tiene una larga lista de responsabilidades específicas, pero ninguna de ellas es más importante que el objetivo general de promover y coordinar la investigación y determinar las necesidades de los investigadores con objeto de que éstos puedan cumplir sus misiones. Sin embargo, los documentos de trabajo elaborados en las sesiones de la comisión se refieren, generalmente a cuestiones técnicas concretas, y por ello es fácil olvidarse de objetivos más amplios. Por tanto, considero justificado que, en la inauguración de la sexta reunión de nues-

(*) Discurso presidencial dirigido a la sexta reunión de la Comisión de Ciencias Atmosféricas, Versalles, 9-30 noviembre de 1973. El Sr. Sawyer ha sido presidente de la comisión desde 1968 hasta 1973.

tra comisión, dedique algunos minutos a examinar la evolución experimentada por la investigación meteorológica en el pasado y quizás me aventure a formular algunas sugerencias sobre los campos de investigación que, en el futuro, deberán reclamar nuestra atención.

En nuestro trabajo cotidiano, nuestra visión de los problemas relativos a las ciencias atmosféricas está influida por la perspectiva con la que se ve corrientemente a la meteorología, tanto por nuestros colegas como por el público en general. Esta perspectiva no es la misma que la adoptada en el pasado, ni lo será la que se adopte en el futuro. Las prioridades concedidas a diversos aspectos de la investigación meteorológica y a otras actividades relacionadas con las ciencias atmosféricas, son muy diferentes ahora de lo que fueron hace una década, y volverán a cambiar en menos de diez años. Así al proyectar para las próximas décadas es muy importante que no nos dejemos influir por las modas del momento.

Hace cincuenta años, nuestros antecesores que investigaban en el campo de las ciencias atmosféricas, lo hacían en un aspecto especializado de la ciencia que tenía poco interés o repercusión para el público. El único contacto del público con la meteorología era a través de las predicciones meteorológicas, de cuyas bases científicas aquél apenas tenía conocimiento. En consecuencia, el desarrollo de las ciencias atmosféricas estaba en manos de los propios meteorólogos que emprendían el estudio de determinados problemas porque les parecían interesantes desde el punto de vista intelectual, o porque los consideraban necesarios para la realización de las predicciones o para otras aplicaciones de la meteorología en las que estaban interesados personalmente.

La situación no es la misma en la actualidad. Muchos programas meteorológicos son muchos más amplios que en el pasado y para su realización exigen un presupuesto tan cuantioso que únicamente puede ser financiado si lo conoce el gran público y se beneficia de una ayuda. Por el elevado costo de los grandes proyectos meteorológicos, la parte más importante de su justificación se refiere a los beneficios económicos que reportarán, tales como mejorar las predicciones, evitar algunos peligros o perfeccionar el funcionamiento de aquellas actividades que son sensibles a los fenómenos meteorológicos. En la actualidad, es menos probable que el simple «deseo de saber» sea una justificación para investigar en las ciencias atmosféricas de lo que lo fue en tiempos pasados. El mejor conocimiento que el público tiene ahora de los programas de investigación meteorológica y el que estos programas estén asociados a otros temas que son de interés público, tales como la contaminación del medio ambiente o los recursos hidráulicos, conducen a una situación en la que las prioridades en la realización de las investigaciones meteorológicas están sujetas a presiones públicas y políticas en una medida mucho mayor que en épocas anteriores. Además, el interés de las revistas populares y de otros medios análogos de información, se dirige siempre más hacia lo nuevo y alarmante, que hacia lo que se ha estudiado durante largo tiempo y ha sido ya mejor asimilado. Así, el interés del público es efímero y fluctuante. En consecuencia, incumbe al meteorólogo tener una idea firme de las prioridades a conceder a las investigaciones, tanto actuales como futuras, e intentar que dichas prioridades sean aceptadas. Si éstas están bien fundamentadas en el potencial científico y en las posibles aplicaciones de los diversos aspectos de las ciencias atmosféricas, es posible que con ello se consiga evitar

cambios demasiado bruscos en los programas, como consecuencia del aumento o disminución del interés del público por los mismos.

El desarrollo de las ciencias atmosféricas en el pasado

Merece la pena examinar el desarrollo experimentado por las ciencias atmosféricas en el pasado. Hasta las últimas décadas los programas de investigación han evolucionado con normalidad pero, últimamente, se han producido cambios bruscos en la orientación dada a los mismos.

A principios del siglo XIX, con la invención del telégrafo eléctrico, el interés por el comportamiento y el movimiento de las perturbaciones condujo al desarrollo de la meteorología sinóptica y de la predicción del tiempo. Naturalmente, se concedió prioridad a la determinación empírica



El Sr. J. S. Sawyer.

de las características de los mapas del tiempo y de las condiciones meteorológicas que, probablemente, estaban asociadas a ellas. También en este período se definieron los principales procesos físicos que tienen lugar en la atmósfera —por ejemplo, la termodinámica de la convección— más fundamentalmente a causa del interés científico de los problemas que por su importancia práctica. Además, en el siglo XIX se hicieron esfuerzos considerables para establecer una climatología mundial. El esfuerzo conjunto desarrollado en las observaciones fue grande en comparación con otras actividades científicas desplegadas en aquella época pero, evidentemente, se necesitaba información de carácter práctico con vistas a la introducción de nuevos cultivos y de nuevas técnicas agronómicas en los territorios todavía sin desarrollar. Otra aplicación importante consistió en la elaboración de rutas marítimas para los barcos de vela.

A principios del siglo XX se comenzó la exploración de la atmósfera libre por medio de cometas y de globos y se hizo el primer intento de desarrollar una dinámica de la atmósfera en tres dimensiones. El motivo de todo ello fue, primordialmente la curiosidad científica, pero los conocimientos adquiridos encontraron pronto su aplicación en la interpretación tridimensional del mapa meteorológico de superficie y permitió que la teoría noruega de los frentes se convirtiera en la base de un método empírico de predicción, muy perfeccionado.

En los años veinte y treinta la aviación fue el principal cliente del meteorólogo y ello tuvo un importante influjo sobre la investigación. A medida que los aviones fueron volando más lejos y a mayor altura, el meteorólogo intentó anticiparse suministrando, en primer lugar, una climatología aeronáutica de las capas altas de la atmósfera o de regiones más alejadas, y realizando luego las predicciones adecuadas. Por ello y por la influencia de la segunda guerra mundial, hacia mediados de los años cuarenta el meteorólogo pudo disponer de un esbozo de red mundial de estaciones de observación en superficie y de una red de observaciones en altura sobre gran parte del hemisferio Norte.

La posibilidad de disponer de mapas hemisféricos de varios niveles estimuló el interés por las características a gran escala de los sistemas de circulación en las latitudes medias. Estas características tienen una duración mínima de varios días y los fenómenos de *bloqueo* pueden durar una o varias semanas. Se hizo evidente que un mejor conocimiento de dichas características prepararía el camino para una predicción a plazo medio (para varios días), y el estudio de las ondas largas (ondas de Rossby) se convirtió rápidamente en un tema de investigación preferente en las ciencias atmosféricas.

A principios de los años cincuenta, el desarrollo de las calculadoras electrónicas y su aplicación con éxito a la meteorología dinámica, desplazó pronto el interés por los estudios empíricos de los tipos de tiempo, hacia la predicción numérica de los mismos. El objetivo era desarrollar métodos perfeccionados de predicción con uno o dos días de antelación. Los años cincuenta fueron también el período en el que la siembra de nubes tuvo una gran influencia en la investigación meteorológica. Sin embargo, la amplitud de la experimentación en este campo variaba mucho de un país a otro.

El impulso a la investigación, producido por la predicción numérica del tiempo se reflejó, principalmente, en los Servicios Meteorológicos. Aunque resulte extraño, las nuevas posibilidades que se ofrecían en este campo no fueron consideradas tan importantes en las universidades. Sin embargo, en los años sesenta se desplazó el interés hacia los estudios, por métodos numéricos, de la circulación general, y hacia los fundamentos de los métodos analógicos y digitales para la elaboración de predicciones a plazo medio, para períodos mayores que uno o dos días. Esta evolución coincidió con la aparición de los satélites meteorológicos, que permiten realizar observaciones a escala mundial y que atraieron la imaginación, tanto de los medios universitarios como de los equipos de investigación de los servicios meteorológicos. De estas circunstancias nació el Programa de Investigación Global de la Atmósfera (GARP). La justificación del programa está, no sólo en la necesidad de investigar las bases fundamentales del clima, sino también en la posibilidad de elaborar predicciones numéricas fiables con una o dos semanas de antelación.

Actualmente, a principios de los años setenta, el GARP es el más importante de los programas de investigación de las ciencias atmosféricas, y puede afirmarse que indica la dirección principal en la que se orienta la investigación; el GARP consta de un programa principal de observaciones con satélites y de varios subprogramas proyectados para desligar aquellos aspectos de la atmósfera que deben ser estudiados antes de que la circu-

lación general pueda ser completamente explicada en el aspecto cuantitativo. Sin embargo, ya se manifiestan presiones que tienden a modificar los objetivos del GARP. Inicialmente se concibió el GARP para explicar el clima únicamente en función de la atmósfera, es decir, conocida la composición de la atmósfera a partir de las observaciones y conocidas las fuentes externas de energía, ¿cómo se origina a partir de ellas nuestro clima? Ahora el interés se está desplazando hacia las *fluctuaciones* climáticas durante las cuales pueden variar, bien sea la composición de la atmósfera —a causa de la contaminación o por causas naturales— o la circulación de los océanos o las superficies cubiertas de nieve o hielo. Así, es posible que en los años setenta se dé más importancia a las fluctuaciones climáticas que al propio clima, y que los modelos numéricos necesarios para explicarlas sean más complejos y, más variados los procesos físicos estudiados.

No he intentado enumerar los diferentes temas meteorológicos que en un momento u otro han centrado el interés de los investigadores —turbulencia en aire despejado, meteorología del radar y tormentas intensas, etcétera—. Sin embargo, he dicho lo suficiente como para demostrar que las orientaciones de la investigación en este campo, varían y tienden a cambiar cada vez más rápidamente. Generalmente, cuando surge una nueva orientación es el resultado del trabajo de algunos investigadores entusiastas en determinados aspectos de las ciencias atmosféricas. Partiendo de los trabajos dispersos de unos antecesores menos locuaces, ellos consiguen dar nuevo impulso al tema, resaltando sus nuevas aplicaciones y los nuevos conocimientos que de ellos pueden deducirse. Los promotores se rodean de estudiantes y de otros investigadores que colaboran en el desarrollo del tema; y los progresos son especialmente rápidos durante los cuatro o cinco años siguientes, cuando sus estudios alcanzan la madurez. Es en este momento cuando necesitan nuevos créditos, pero ya el tema ha perdido la novedad y empieza a disminuir el interés por el mismo. No obstante, los equipos de investigadores pueden continuar su especialización inicial cuando se ha establecido sólidamente un campo de investigación, y, cabe esperar que continúen atrayendo el interés y que exijan créditos para varias décadas. En verdad comprobamos que todavía los departamentos de geografía de algunas universidades, prosiguen actualmente los estudios climatológicos iniciados a principios de siglo cuando la climatología era uno de los temas preferentes de investigación de la meteorología.

Temo que, al prestar la prensa y los políticos una mayor atención al medio ambiente, se dificulte un desarrollo lógico y ordenado de las ciencias atmosféricas. Basta con que sea destruido un avión comercial de gran radio de acción por una línea de turbonada, para que se centre el interés en las tormentas locales intensas, en lugar de centrarse en las fluctuaciones climáticas. Por otra parte, un desastre sufrido por un gran petrolero en un temporal en las costas europeas desplaza el interés hacia la dinámica de las depresiones extratropicales intensas.

El papel de la Comisión de Ciencias Atmosféricas

Ustedes se preguntarán si lo que acabo de describir es un asunto que concierne a la Comisión de Ciencias de la Atmósfera. Creo que sí que lo es. El Comité Ejecutivo y el Congreso de la OMM necesitan prever y tener en cuenta la forma en que puede desarrollarse la meteorología en el futuro.

Es posible que se pida consejo a nuestra comisión sobre la orientación futura de las investigaciones, y la comisión debe estar preparada para darlo.

Sin embargo, no creo que sea, aprobando resoluciones o consignándolas en los *Informes Abreviados* de las reuniones, la forma en que la OMM puede ejercer influencia sobre el desarrollo de la investigación en las ciencias atmosféricas. Es mucho más probable que sea más eficaz la influencia que ejerzamos, individualmente, sobre los programas de investigación y sus perspectivas en nuestros propios países. Muchos de nosotros asumimos importantes responsabilidades en la formulación y desarrollo de programas de investigación. Hay entre nosotros directores de Servicios Meteorológicos, directores de divisiones de investigación, profesores de Universidad, etc., todos los cuales tienen estas responsabilidades. Desearía que las discusiones que tenemos durante las reuniones de la CCA concilien nuestros puntos de vista y nuestras perspectivas y puedan conducir, indirectamente, a armonizar el desarrollo de los programas de investigación en cada uno de nuestros países. No sólo son importantes los debates oficiales, sino también las discusiones en los pasillos o mientras se toma el café. Por ello espero que no dediquemos demasiado tiempo a la discusión de problemas concretos durante las próximas sesiones, de modo que no quede tiempo suficiente para discutir la orientación de nuestra ciencia y para estudiar el tipo de programa de investigación que sería provechoso tanto por sus resultados científicos como por los beneficios a largo plazo que tales nuevos conocimientos podrían aportar a la humanidad.

El porvenir

El desarrollo de los métodos numéricos de integración de las ecuaciones dinámicas de la meteorología, ha transformado a las ciencias atmosféricas adelantando los problemas más importantes, de una etapa empírica a otra cuantitativa. He descrito brevemente cómo se aplicaron los métodos numéricos, primeramente a la predicción a corto plazo, después a la predicción a plazo medio y al estudio del clima y cómo ahora se está desplazando el interés hacia las fluctuaciones climáticas. Sin embargo, todavía no se han desarrollado por completo las posibilidades de la dinámica numérica respecto a los fenómenos importantes ni siquiera con referencia a la predicción a corto plazo. El reciente simposio celebrado en Reading, Reino Unido, sobre la utilización de modelos de malla fina, ha puesto de manifiesto un amplio campo de aplicaciones preparado para desarrollo posterior. Además, el deseo de explotar los métodos numéricos en la predicción ha agotado por sí mismo, hasta cierto punto, los recursos de los que se podría disponer para utilizar los métodos numéricos para el estudio, puramente científico, de los sistemas meteorológicos. Así, en la actualidad se dedica menos esfuerzo al estudio de las depresiones, los frentes y las borrascas que el que se dedicaba en los años cincuenta. Los predictores que utilizan métodos numéricos prefieren obtener una técnica que dé, en promedio, los mejores resultados sobre todo el mapa, que comprender el comportamiento de una perturbación aislada.

Por ello, me parece importante que la prioridad asignada a los nuevos campos de investigación, que puede atraer la atención del público o de los científicos, no debe acaparar los recursos disponibles para el estudio dinámico detallado de los sistemas meteorológicos sinópticos. Queda

mucho por estudiar sobre el valor económico de las predicciones a corto plazo, y se dispone de los instrumentos para hacerlo. La predicción numérica cuantitativa de la precipitación orográfica es un campo especial en el que, nuevas investigaciones, pueden suministrar resultados de importancia operativa en la explotación de recursos hidráulicos.

Los estudios de la circulación general realizados en el marco del GARP, son también de considerable beneficio potencial para la humanidad. Si tratara de resaltar un aspecto particularmente importante, señalaría como tal el conocimiento de los factores que rigen las desviaciones persistentes de la precipitación en las zonas semiáridas, en las que la agricultura depende en tan gran medida de la lluvia, y en donde un período de sequía de varios años de duración tiene consecuencias desastrosas. Indudablemente, la identificación de las causas de dichas anomalías en la precipitación, sería muy valiosa. A mi juicio, es más necesario determinar estas causas que aclarar las fluctuaciones climáticas y creo que hay más posibilidades de éxito en el primer caso.

Se trata de puntos de vista personales, pero si estimulan las discusiones que tengamos aquí en Versalles, estará justificado el que los exprese. Estoy seguro de que cada uno de ustedes piensa en otros muchos aspectos de la meteorología hacia los cuales cree que se deben orientar las investigaciones meteorológicas en el futuro: la modificación artificial del tiempo; relaciones entre los fenómenos solares y terrestres; turbulencia en aire claro; ondas gravitatorias; meteorología de la mesosfera; predicción a largo plazo y, quizás, meteorología de la capa de aire límite. No tengamos miedo de discutir las orientaciones de la investigación en las ciencias atmosféricas, incluso aunque no llegemos a un acuerdo sobre ellas.

LA CREACION DE UN CENTRO EUROPEO PARA LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO A PLAZO MEDIO

*Por E. SÜSSENBERGER**

Los representantes de 18 países que participan en el programa de Cooperación Europea en el Campo de la Investigación Científica y Técnica (COST) firmaron en Bruselas el 11 de octubre de 1973, un acuerdo para la creación de un Centro Europeo para la Predicción del Tiempo a Plazo Medio. Los signatarios son los nueve miembros de la Comunidad Económica Europea (CEE) —Bélgica, Dinamarca, Francia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, el Reino Unido y la República Federal de Alemania— junto con Austria, España, Finlandia, Grecia, Portugal, Suecia, Suiza, Turquía y Yugoslavia.

Con este acuerdo culminan cinco años y medio de trabajo preparatorio para llevar a cabo una iniciativa conjunta europea en el campo de la meteorología, comenzada por los que entonces eran los seis países de la CEE y que ahora sólo está pendiente de la ratificación de los 18 países en cuestión. El acuerdo entrará en vigor cuando haya sido ra-

* El Dr. Süssenberger, presidente del Servicio Meteorológico Alemán, presidió el grupo de expertos que llevó a cabo el estudio del proyecto de Centro Europeo.