

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.

tificado por al menos dos tercios de los Estados signatarios, supuesto que las contribuciones de los Estados que lo hayan ratificado asciendan como mínimo al 80 por 100 del montante total de las contribuciones. Se calcula que esto llevará alrededor de un año.

Los países participantes han escogido Shinfield Park, junto a Reading, Berkshire (Reino Unido), para sede del Centro. Los idiomas oficiales del Centro son alemán, francés, holandés, inglés e italiano y los idiomas de trabajo alemán, francés e inglés. Con el fin de no desaprovechar el tiempo y conseguir que el Centro funcione lo antes posible, es probable que se constituya un pequeño grupo de planificación y que empiece a trabajar en 1973 bajo la guía del director, que será nombrado en breve.

Historia del proyecto

El curso de los acontecimientos que llevaron a la creación del Centro es tan poco habitual como para resultar de interés a todos los que estén relacionados con la meteorología. El impulso inicial fue más político que técnico. Hasta aquí la práctica ha sido que los Servicios Meteorológicos preparasen planes conjuntos para la mejora de sus servicios y los sometieran a sus gobiernos para su aprobación y asignación de los recursos. En este caso, sin embargo, la iniciativa partió de los propios gobiernos que dieron instrucciones a los meteorólogos para que preparasen planes de proyectos conjuntos. Fue el Consejo de Ministros de las Comunidades Europeas el que puso el balón en juego en su reunión de octubre de 1967, celebrada en Luxemburgo, con una resolución declarando la intención de los seis países miembros de actuar eficazmente para el estímulo y la promoción de la investigación científica y técnica en los campos de tratamiento de datos y telecomunicaciones, desarrollo de nuevos medios de transporte, metalurgia, contaminación del ambiente, oceanografía y meteorología. Escogiendo la meteorología, seleccionaban un ciencia que respondía particularmente bien a las condiciones establecidas, esto es, que el progreso en el campo en cuestión produjera beneficios a todos los sectores de la economía y rindiera una ganancia excepcionalmente favorable sobre la inversión.

De este modo los meteorólogos de los países de la CEE tuvieron la oportunidad, a petición de sus gobiernos, de desarrollar proyectos conjuntos y, aprovechando esta situación única, en los años siguientes propusieron varios esquemas, de los cuales el más ambicioso era el de la creación de un Centro de predicción del tiempo a plazo medio. Este esquema iba mucho más allá de los recursos financieros y humanos de cada Servicio Meteorológico Europeo y solamente podía ser emprendido con éxito mediante un esfuerzo conjunto. Los expertos en meteorología se dieron cuenta desde el principio de que un proyecto de esta clase sobrepasaría las posibilidades de los seis países de la CEE y propusieron que se invitara a otros países europeos o cooperar, especialmente a aquellos que contasen con un número relativamente alto de especialistas en el estudio de la meteorología dinámica. Estas ideas fructificaron con la ampliación de la CEE y la extensión de la cooperación científica y técnica a los 18 países anteriormente citados.

Un grupo de trabajo de expertos en meteorología comenzó a trabajar en abril de 1970 y en agosto de 1971 había redactado el texto de un estudio completo del proyecto que a la Conferencia de Ministros le pareció lo suficientemente atractivo y viable como para crear un comité formado por

juristas y meteorólogos de los 18 países para bosquejar no sólo un Convenio intergubernamental, sino también conjuntos de reglas de personal y de reglamentos financieros y un protocolo regulando los privilegios e inmunidades del Centro.

Disposiciones del Convenio

En el preámbulo del Convenio los gobiernos relacionaban las siguientes razones en que basaban sus decisiones de crear el Centro:

- la importancia para la economía europea de una mejora considerable de la predicción del tiempo a plazo medio;
- que la investigación científica y técnica realizada con este fin proporcionaría un valioso estímulo al desarrollo de la meteorología en Europa;
- que una mejora considerable de las predicciones del tiempo a plazo medio contribuiría a la protección y seguridad de la población;
- que, para alcanzar este objetivo, se necesitarían recursos en medida superior a los normales disponibles a escala nacional;
- que, de acuerdo con el informe del grupo de expertos, la creación de un centro autónomo europeo con categoría internacional es el medio adecuado para alcanzar este objetivo;
- que un centro así podría ayudar también al adiestramiento postuniversitario de científicos;
- que las actividades de un centro de esta clase constituirían una contribución necesaria a los programas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en particular la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) y el Programa de Investigación Global de la Atmósfera (GARP), patrocinado conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial y el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC); y
- la importancia que la creación del centro podría tener para el desarrollo de la industria europea en el campo de la información.

Organización y funciones — Los órganos del Centro son el Consejo y el director; el Consejo estará asistido por un comité asesor científico y por un comité financiero. Se reunirá al menos una vez al año y se compondrá de dos representantes como máximo de cada país Miembro, uno de los cuales debe representar al Servicio Meteorológico del país correspondiente. Se invitará a la OMM a tomar parte como observadora en el trabajo del Consejo.

El comité científico asesor constará de doce miembros designados por el Consejo para un período de cuatro años. Serán seleccionados entre los científicos de los países Miembros y deben cubrir lo más ampliamente posible las disciplinas científicas relacionadas con la actividad del Centro.

Las funciones del Centro son: investigación y desarrollo; la distribución de las predicciones regulares; el adiestramiento avanzado de científicos; la facilitación de capacidad de ordenador; y la creación y accesibilidad de un banco de datos.

Investigación y desarrollo — La misión investigadora esencial del Centro consistirá en desarrollar un modelo matemático práctico de predicción a plazo medio. Además, deberán ser elaborados los métodos de preparación de los datos iniciales suministrados por los centros meteorológicos nacionales y ultimados para las subsiguientes operaciones rutinarias.

Una vez que el sistema haya entrado en *fase operativa* (probablemente unos cinco años después de que el Centro comience a trabajar), el modelo empleado se mejorará de acuerdo con la experiencia y con los descubrimientos efectuados por la investigación posterior, y posiblemente será reemplazado por un nuevo modelo. Para este fin el Centro debe contar con equipos de investigación y desarrollo sumamente eficaces. El Centro debe poner los resultados de su investigación y de su trabajo experimental a disposición de los distintos Servicios Meteorológicos nacionales. De esta forma se espera que las actividades científicas del Centro proporcionen un nuevo estímulo e incentivos a la predicción a corto plazo, que continuará siendo de la responsabilidad de los Servicios nacionales.

Distribución de las predicciones — La función operativa más importante y la razón principal para la creación del Centro consiste en suministrar predicciones meteorológicas a plazo medio (4 a 10 días) con regularidad. Si el Centro ha de suministrar predicciones a plazo medio a los Estados participantes, tiene que estar unido a los centros meteorológicos nacionales por canales rápidos de transmisión de datos. La utilización de estas predicciones para las distintas necesidades regionales y su interpretación para los fines de los diferentes grupos de usuarios cae dentro de la responsabilidad de los centros meteorológicos nacionales.

Capacitación — El potencial científico del Centro y su carácter internacional, hacen de él un foro ideal para promover el adiestramiento avanzado de especialistas europeos en predicción numérica.

Capacidad de ordenador — Puesto que el trabajo de investigación de los institutos nacionales de investigación sobre predicción a corto plazo de fenómenos meteorológicos especiales regionales se ve frecuentemente limitado por falta de capacidad de ordenador, se pedirá al Centro que tenga disponible hasta un tercio de su propia capacidad para el trabajo de investigación de esta clase de los Servicios nacionales, si lo solicitan.

Banco de datos — Para llevar a cabo eficazmente su propio trabajo, el Centro tendrá que organizar un extenso banco de datos que será puesto a la disposición de los institutos nacionales para sus propias investigaciones.

Las principales funciones del Centro (suministrar regularmente predicciones a plazo medio y llevar a cabo el trabajo de investigación asociado), determinan prácticamente qué personal necesitará. En la fase de pleno funcionamiento deberá contar con 120 personas aproximadamente, de las cuales unas 40 necesitarán poseer títulos universitarios o calificaciones equivalentes. Para estimar la capacidad de ordenador que requerirá el Centro hay que partir de la hipótesis de que el trabajo implicado en la simulación numérica de los procesos atmosféricos durante 24 horas en un modelo de predicción no requerirá más que alrededor de una hora de tiempo de ordenador. Esto significa que, incluyendo el período inicial, una predicción para 10 días necesitaría entre 10 y 11 horas.

Para que la predicción a plazo medio sea eficaz, la red de observación debe de ser capaz de suministrar una imagen virtualmente completa de la situación sobre un área geográfica extensa; por otra parte, la necesidad de construir con mucho cuidado el modelo de transformaciones esenciales

de energía, tanto dentro de la atmósfera como entre ella y la superficie de la Tierra, reclama también una definición numérica muy alta, así que es imposible extrapolar para más de pocos minutos.

Teniendo en cuenta las características de los modelos de circulación actuales, se llegaría a la conclusión de que, para predicciones regulares a plazo medio, se necesitaría un sistema de cálculo electrónico con una velocidad de unos 50 millones de instrucciones por segundo (MIPS). Por tanto, el Centro debe ser equipado con medios de cálculo de la capacidad requerida.

Creación del Centro

Ya se ha anticipado que las diversas fases requeridas para la organización del Centro llevarán cinco años como mínimo.

Esta fase inicial, cuya duración se estima en unos tres años, se terminará con la adquisición, por el Centro, de sus instalaciones propias.

El tipo de ordenador a comprar tiene que ser seleccionado a finales del primer año; será encargado a comienzos del segundo año. Si se quieren evitar equivocaciones será esencial emplear, en esta fase, personal experimentado de los Servicios Meteorológicos nacionales, mediante contratos temporales. Antes de terminar esta fase inicial, la investigación deberá haberse avanzado y coordinado hasta el punto de que se haya formulado un modelo de predicción a plazo medio bastante detallado y se haya comprobado para varios casos concretos. Esto requerirá grandes cantidades de tiempo de ordenador en uno o más ordenadores, dotados de una velocidad de cálculo de unos 10 MIPS, pertenecientes a otras instituciones.

Esta fase será seguida por un estado de transición de unos dos años durante el cual el Centro debe concentrarse en desarrollar un modelo de predicción operativo, en analizar los datos enviados por los centros meteorológicos nacionales y en emitir predicciones útiles.

La fase de transición empezará con la instalación del ordenador del Centro al comienzo del cuarto año. La experiencia enseña que incluso con una cuidadosa preparación, se necesitan generalmente unos seis meses después de la instalación para conseguir que tanto el «hardware» como el «software» de un sistema de cálculo tan complejo funcione de una manera más o menos satisfactoria. Sólo entonces puede comenzar la serie de pruebas requeridas para la verificación directa de la versión inicial del modelo de predicción a plazo medio; los resultados de esta serie muy exigente de pruebas, suministrarán la base para todas las investigaciones estadísticamente relevantes de las características del modelo y para eventuales mejoras del mismo.

Hacia la mitad del quinto año, el personal y el equipo del Centro deben ser tales que permitan, con carácter experimental, calcular y distribuir regularmente predicciones a plazo medio. En los seis meses restantes, todas las ramas del sistema de predicción, cooperando estrechamente con los Servicios nacionales asociados al Centro, deberán estar adaptadas a los métodos que se hayan desarrollado, con el fin de asegurar un alto grado de fiabilidad operativa y la eficaz distribución de las predicciones a todos los países participantes.

Cinco años después de su creación, el Centro debe haber terminado la fase de transición y funcionar a pleno rendimiento, tanto en relación con su función primaria como con las secundarias, tales como la cesión de tiempo de ordenador, el adiestramiento avanzado de científicos y la reunión de un banco de datos. Para entonces, como más tarde, el Centro deberá haber completado su plantilla de personal de unos 120 empleados.

Corresponde ahora a los meteorólogos europeos, que desempeñan actualmente empleos gubernamentales o que trabajan en las universidades, hacer de este proyecto una realidad viva, restableciendo así a la meteorología europea, con su gran tradición que se remonta a más de cien años, a su antigua posición de primera fila en el progreso mundial.

SEQUIA EN AFRICA OCCIDENTAL

Por E. G. DAVY (*)

«El desierto golpea al Sur», «La muerte avanza conforme el Sahara se extiende». Estos eran los titulares, a mediados de 1973, de los artículos y de los programas de radiodifusión que describían la sequía en una faja del Africa Occidental de 4.000 km de longitud y de unos 1.000 km de anchura, en donde unos venticinco millones de personas dependen de las lluvias estacionales para sus cosechas.

Hubo seis millones de personas en peligro de muerte por hambre, muchas murieron y muchos millares se refugiaron en las ciudades en las que hubo muchas peleas entre los que llegaban en búsqueda de alimentos y agua, y las poblaciones de las comarcas ya habitadas, situadas más al sur. Muchos nómadas perdieron sus rebaños y en uno de los países afectados el 80 por ciento de las cabezas de ganado se volvieron esqueletos podridos en la arena, al agostarse la vegetación bajo un sol abrasador y secarse los pozos.

Los seis países amenazados por la sequía, Chad, Malí, Mauritania, Níger, Senegal y Alto Volta, formaron una Comisión Permanente interestatal, con sede en Uagadugu (Alto Volta). La sequía afectó, sin embargo, a las regiones septentrionales de otros países situados al sur de los anteriores y se sabe actualmente que se extendió hacia el este a través de todo el continente, hasta el Sudán y Etiopía.

Los meteorólogos, preocupados evidentemente por esta falta de agua necesaria para mantener la vegetación, generalmente escasa, y la vida de los hombres y de sus animales, comprenderán bien que la complejidad del problema es mucho mayor que la expresada en concisos titulares: ¿Son acaso las actividades humanas las que ayudan a producir zonas desérticas? ¿La escasez de lluvias registrada estos años últimos, se debe a una tendencia atmosférica a largo plazo, es una fase transitoria de un fenómeno cíclico o, simplemente, se debe a un fenómeno fortuito en una distribución debida al azar? ¿Cómo podrá el ser humano impedir otras amplia-

(*) El Sr. Davy es el asesor de la Secretaría de la OMM sobre actividades de esta Organización relacionadas con la sequía sudaní-saheliana.