

rencia Internacional de la Sociedad Meteorológica Americana sobre "Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography and Hydrology", 9-14 de enero de 2000. Long Beach, California, EE. UU., 214-217.

EVENSEN, G., 1994: Sequential data assimilation with a non-linear quasi-geostrophic model using Monte Carlo me-

thods to forecast error statistics. *J. Geophys. Res.*, 99 (C5), 10 143-10 162.

ROED, L. P., 1996: Modeling mesoscale features in the ocean. Includo en: *Waves and Nonlinear Processes in Hydrodynamics*. J. Grue, B. Gjevik and J. E. Weber (Eds.). Kluwer Academic Publishers, 383-396.

Programas internacionales de desarrollo de la meteorología mundial



El papel de la Organización Meteorológica Internacional y de la Organización Meteorológica Mundial

Por Mike BAKER *

296

Introducción

Aunque la importancia de la meteorología como ciencia práctica ha sido evidente durante más de dos milenios, fue en 1662 cuando Lawrence Rooke sugirió que los marineros "embarcados en viajes largos" hicieran observaciones meteorológicas sistemáticas en barcos voluntarios de observación, casi 120 años antes de que se creara una red internacional de estaciones. Casi un siglo más tarde, en 1882, se organizó el primer programa internacional global de observaciones meteorológicas dentro del marco del Primer Año Polar Internacional (API). El predecesor inmediato de la Organización Meteorológica Mundial, la Organización Meteorológica Internacional (OMI), y su Comité Meteorológico Internacional se comprometieron en la planificación y en la organización del API, que fue el primero de una serie continua de programas internacionales de investigación meteorológica, que continúan actualmente con el Programa Mundial de Investigación del Clima (PMIC). Todos estos programas han jugado un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia y de la práctica de la meteorología y de la actual red mundial de observación.

Los Años Polares Internacionales y el Año Geofísico Internacional

Las observaciones tomadas durante el primer API se usaron para preparar mapas sinópticos diarios para una región continua que abarcaba altas latitudes septentrionales desde el oeste de Europa a América del

Norte, desde agosto de 1882 hasta agosto de 1883. Estos mapas han constituido la base de muchos estudios básicos de predicción del tiempo. Además, las observaciones aumentaron enormemente nuestro conocimiento de la circulación atmosférica en latitudes altas. La red de estaciones meteorológicas existentes o creadas especialmente abarcaba desde la Bahía de Lady Franklin, en el norte, hasta el Cabo de Hornos, en el sur, e incluía estaciones de zonas tanto templadas como ecuatoriales. Durante el Año hubo unos pocos intentos, sin mucho éxito, de hacer observaciones de "gran" altitud utilizando globos y cometas.

La propuesta para el Segundo API fue presentada a la OMI y, después, a la Conferencia Meteorológica Internacional de Copenhague de 1929. Dos razones que se esgrimieron fueron que el programa ayudaría a resolver los problemas de predicción del tiempo usando informes telegráficos y el estudio de las capas altas de la atmósfera usando radiosondas. El Año se celebró a pesar de la crisis financiera mundial, gracias a la generosidad de la Fundación Rockefeller, que ofreció una subvención de 40 000 \$ EE. UU. para la compra de equipo, incluidos 100 radiosondas y gracias a una subvención de 50 000 francos de oro de la Asociación Meteorológica Internacional (actualmente, Asociación Internacional de Meteorología y de Ciencias Atmosféricas) para la compra de radiosondas y de otra para la publicación de los resultados.

La OMI confió al *Deutsche Seewarte* la preparación de una serie de mapas sinópticos del hemisferio norte a las 12 GMT de cada día del Año. Desgraciadamente, con el comienzo de la Segunda Guerra Mundial en 1939, no

* Correo electrónico: Mike.Baker@wanadoo.fr

se completaron hasta 1950, aparte de los mapas del período 17-31 de agosto de 1933, que se perdieron.

Al examinar los resultados meteorológicos, C. E. P. Brooks escribió:

En cierto sentido, el Segundo Año Polar Internacional tuvo lugar demasiado pronto, ya que muchos de los instrumentos y de los métodos de la meteorología moderna se encontraban aún en fase experimental. Pero se puede decir que los esfuerzos para superar las limitaciones, por ejemplo en el suministro de radiosondas, ofrecieron un poderoso estímulo, y fueron un factor considerable en los rápidos avances de la meteorología en los 25 años comprendidos entre 1933 y 1957.

Se podría sugerir que varios de los programas internacionales "llegaron demasiado pronto", o sería mejor sugerir que los programas internacionales han ofrecido una serie de estímulos que han impulsado en gran medida a los meteorólogos y a los fabricantes de instrumentos a realizar mayores esfuerzos y a los gobiernos a ofrecer fondos especiales para hacer posibles los grandes avances de nuestro conocimiento del tiempo y del clima?

La propuesta al Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC) de un Tercer API se cambió rápidamente por la de un Año Geofísico Internacional (1957/1958), un año de 18 meses desde julio de 1957 a diciembre de 1958, que fue seguido inmediatamente por un período de un año llamado Cooperación Geofísica Internacional 1959. La OMM cooperó y tomó la responsabilidad de desarrollar y organizar el programa meteorológico. ¿Qué fue lo que estimuló a la OMM a publicar en 1956 un estudio general del programa meteorológico, incluida una sección sobre la toma, reproducción y distribución de datos meteorológicos: los problemas encontrados para la publicación de los datos meteorológicos del Segundo API o el aumento global de experiencia en la toma y publicación de datos o un poco de ambas cosas? La OMM también hizo recomendaciones sobre la publicación de los resultados de las observaciones y creó un Centro Mundial de Datos (CMD) dentro de la Secretaría para su recogida. Otros CMD de datos meteorológicos fueron creados en los EE. UU. y en la URSS (Federación Rusa), que todavía siguen funcionando.

En 1952, el *Boletín de la OMM* publicó artículos sobre el Primer (1882/1883) y el Segundo (1932/1933) Años Polares Internacionales (Volumen Núm. IV, núms. 1 y 2), ofreciendo información sucinta del desarrollo y resultados de los Programas. Se informó de los preparativos, desarrollo y resultados del Año Geofísico Internacional (1957/1958), regularmente, en los Volúmenes V, VI, VII y VIII del *Boletín de la OMM* (1956-1959).

El Programa de Investigación Global de la Atmósfera (GARP)

A pesar de algunos problemas iniciales de ajuste en la OMM y en el CIUC, el GARP (1967-1980) fue un gran éxito y, al mostrar de forma convincente que una organización intergubernamental y una no gubernamental pueden trabajar juntas y unir sus recursos para planificar y ejecutar un importante programa internacional, ofreció las bases para una cooperación similar en el PMIC (véase más adelante). El logro sobresaliente del GARP fue el Experimento Meteorológico Mundial (1978-1979), durante el cual cooperaron durante 12 meses Servicios Meteorológicos e instituciones oceanográficas, espaciales y de investigación en un estudio detallado de la atmósfera global y de los océanos. Aunque el resultado principal del GARP fue mejorar la capacidad para ampliar las predicciones meteorológicas y nuestro conocimiento sobre el cambio y la variabilidad climáticos, también aumentó la confianza mutua que ha producido hoy sus frutos en la cooperación de los Sistemas Mundiales de Observación del Clima, de los Océanos y Terrestre (SMOC, SMOO y SMOT).

Programa Mundial de Investigaciones Climatológicas (PMIC)

Los éxitos del GARP y la necesidad de seguir aumentando nuestro conocimiento sobre la forma en que varía y cambia el clima mundial llevaron al lanzamiento del PMIC, una parte del Programa Mundial del Clima (PMC) de la OMM. Al igual que con el GARP, se formó un Comité Científico Conjunto para inspeccionar la planificación, la ejecución y el análisis de varios programas internacionales bien enfocados de investigación y de observaciones, tales como el Programa del Océano Tropical y de la Atmósfera Global, el Experimento de Circulación Oceánica Mundial, el Experimento Global de Energía y del Ciclo del Agua, el Proyecto Internacional de Climatología de Nubes por Satélite, el Estudio de Variabilidad y Predecibilidad del Clima, etc. En la "Conferencia sobre el Programa Mundial de Investigaciones Climatológicas: logros, beneficios y retos" ya se ha llamado la atención sobre el alcance de la ampliación de nuestro conocimiento de la variabilidad y del cambio climáticos conseguido por el Programa. El informe de la Reunión Intergubernamental sobre el Programa Mundial del Clima indica otro aspecto:

Los beneficios (... en el mejor conocimiento del clima...), de alcance impresionante por derecho propio, también han contribuido a una función secundaria que ha demostrado ser igual de importante, si no más; han servido para sensibilizar a la opinión pública y a los líderes políticos e industriales de la posibilidad de un rápido calentamiento global con posibles repercusiones graves sobre el sistema ecológico y socioeconómico establecido.



Estación de Snæfellsjökull, en Islandia, del año polar 1932/1933: los diferentes programas internacionales jugaron un papel decisivo en el desarrollo de una nueva instrumentación para la realización de medidas meteorológicas.

Evolución de las actividades

Naturalmente, la complejidad de los programas ha aumentado enormemente desde el primer API, cuando se estimaba que participarían un total de unas 700 personas, hasta el Experimento Atmosférico Global del GARP (1978/1979) casi 100 años después, en el que participaron más de 850 estaciones de aire en altura y en el que más de 9 000 estaciones hicieron observaciones de superficie, además de aviones, globos, boyas, satélites, barcos, etc. Además, la planificación, el proceso de gestión, la comunicación de observaciones, la recogida y la utilización de datos se han vuelto mucho más complicados a medida que evolucionaban los experimentos. El intervalo entre los programas se ha acortado de los 50 años entre los dos años polares a los 10 años entre el comienzo del AGI y el inicio del GARP y posiblemente a un PMC permanente.

La evolución de los programas a la que se hizo referencia anteriormente muestra claramente el papel esencial de la OMM y de su predecesora: en primer lugar, al ofrecer un foro en el que poder desarrollar de forma equitativa la cooperación internacional; y, en segundo lugar, el poder de la Organización para estimular a sus Miembros a aumentar sus actividades especiales durante períodos de más de un año. En muchos casos, estaciones que fueron creadas para un programa especial han continuado después de la conclusión de éste y ahora forman parte de la red permanente de observación.

Aunque se habían considerado las posibilidades de utilizar satélites para mejorar nuestro conociemien-

to de la química y de la física de la atmósfera antes del AGI, fueron el Año y los programas últimos, tales como el GARP, los que verdaderamente fomentaron el desarrollo de los satélites y de sus instrumentos. El Informe de 1973 del Comité de Asuntos Exteriores del Congreso de los EE. UU. incluye el siguiente párrafo:

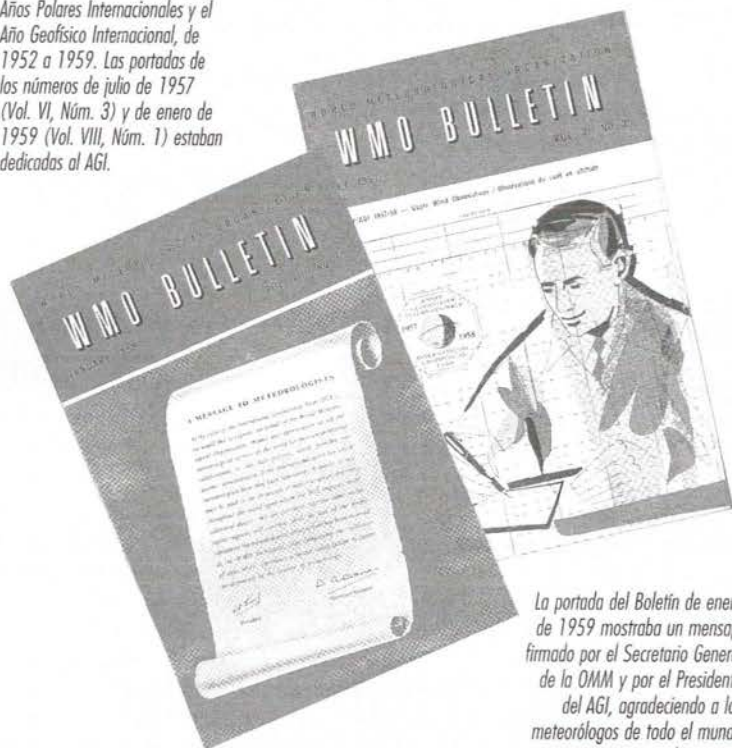
Las hazañas científicas y tecnológicas del AGI fueron impresionantes y en algunos casos espectaculares; sus logros en el área de la política y de la diplomacia fueron también importantes... al menos un suceso AGI tuvo un potente impacto político, en especial en los Estados Unidos: el lanzamiento, por parte de la Unión Soviética, del Sputnik 1.

¡El desarrollo de los satélites desde entonces ha sido también impresionante!

Volviendo la vista a los 120 años de éxitos de los programas internacionales en los que han estado implicadas la OMM y su predecesora, vemos importantes aumentos en el número de disciplinas científicas, en el alcance geográfico, en la complejidad y, en especial en los últimos 50 años, en el número de organizaciones internacionales con las que coopera la OMM: una evolución única.

Examinando el período desde 1882, no se debería pasar por alto el papel de los individuos en el desarrollo de los programas internacionales y en el desarrollo de la meteorología, empezando por Karl Weyprecht, quien sugirió que para obtener progresos reales en nuestro conocimiento de los fenómenos meteorológicos, era necesario disponer de observaciones sincronas a lo largo de un gran período de tiempo en distin-

El Boletín de la OMM abarcó los Años Polares Internacionales y el Año Geofísico Internacional, de 1952 a 1959. Las portadas de los números de julio de 1957 (Vol. VI, Núm. 3) y de enero de 1959 (Vol. VIII, Núm. 1) estaban dedicadas al AGI.



La portada del Boletín de enero de 1959 mostraba un mensaje firmado por el Secretario General de la OMM y por el Presidente del AGI, agradeciendo a los meteorólogos de todo el mundo su participación en el proyecto.

tas estaciones. Aunque Weyprecht contribuyó materialmente al lanzamiento de la serie de programas, hubo muchos otros científicos quienes, a pesar de las condiciones adversas, y a veces a costa de su vida, consiguieron que funcionaran los programas. No se puede olvidar a científicos ya fallecidos como Buys Ballot, Wild, La Cour, Laursen, Chapman, Nicolet, etc., quienes, sin dejar su trabajo científico, también asumieron las responsabilidades añadidas de desarrollar y de organizar programas internacionales: una tarea nada despreciable incluso hace 120 años, cuando los programas eran menos amplios y mucho menos complejos. Afortunadamente, sus sucesores continúan este importantísimo trabajo.

Es cierto que el Grupo Intergubernamental de expertos sobre los Cambios Climáticos (IPCC) no hubiera podido presentar en 1995 un informe tan detallado y tan avanzado si antes no hubieran existido ni el GARP ni el PMC. Sus valoraciones futuras se basarán necesariamente en la información adicional que proporcionen el PMC y otros programas y en las observaciones del SMOC, del SMOO, del SMOT, etc., que habrá que reforzar todavía más si queremos ser capaces de ofrecer una caracterización cuatridimensional adecuada de nuestro entorno físico y, tal vez, químico.

Actividades futuras

Es difícil predecir el futuro pero parece probable que los esfuerzos globales para avanzar en la ciencia y en la práctica de la meteorología estarán basados en programas de cooperación internacional, tales como el Programa Mundial del Clima, en los que la OMM unirá sus fuerzas con una amplia gama de socios, tanto intergubernamentales como no gubernamentales. También podemos esperar que haya una mayor cooperación con una serie más amplia de geocientíficos. Se puede anticipar que, además de los programas mundiales, se concentrarán los esfuerzos en ciertos subprogramas, en especialidades en las que el conocimiento es inadecuado.

Los centros de atención de estos subprogramas estarán influenciados, probablemente, por las prioridades que señalen los grupos intergubernamentales, tales como el IPCC, o grupos de científicos implicados en la vanguardia de la investigación meteorológica, que se enfrentarán con el desafío de persuadir a las autoridades de la importancia de financiar empresas de investigación adecuadas. También parece inevitable que la OMM necesitará mantener la presión sobre algunos de sus Miembros, no sólo para recoger, sino también para transmitir y conservar los resultados de sus observaciones meteorológicas e hidrológicas.

No es difícil predecir que los presupuestos seguirán siendo ajustados, a pesar del acuerdo general de la Conferencia sobre Beneficios Económicos de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos de 1994 y de estudios más recientes, de que la meteorología retorna entre 5 y 10 veces el presupuesto asignado. Esto bien puede significar que se hará cada vez más necesario diseñar programas de eficacia óptima usando observaciones de superficie, de barcos y de satélites que ofrezcan los máximos beneficios con una inversión mínima. También significará que todos los Miembros de la OMM tendrán un papel cada vez más importante para proporcionar observaciones rápidamente con el fin de ayudar a mejorar las predicciones, para facilitar

la preparación de proyecciones relativas al cambio climático y para disponer de una base mejor sobre la que explicar las razones de tales cambios.

Bibliografía y referencias

BAKER, F. W. G., 1983: *Anniversaries of the Polar Years and the International Geophysical Year*. Conferencia del Noveno Congreso Meteorológico Mundial. Manuscrito no publicado.

BROOKS, C. E. P., 1959: *Meteorological Results of the Second Polar Year*. *IGF Annals*, Vol. 1, p. 261, Pergamon Press, Oxford.
 OMM, 1956: Año Geofísico Internacional 1957-1958: *Programa Meteorológico: Estudio General*, OMM-N.º 55, AGI.
 OMM, 1990: *Cuarenta años de progreso y de logros: historia de la OMM*. D. A. Davies (Ed.). OMM-N.º 721, Ginebra.
 OMM/CIUC: *El Experimento Meteorológico Mundial 1978/79*.
 ROOKE, L., 1665 and 1666; *Phil. Trans.* 1 (8), 140-143.

El Niño/Oscilación Austral: Consecuencias del episodio de 1997/1998 y predicción de los futuros episodios



Por Neville NICHOLLS *

300

Este artículo es el texto de la conferencia científica presentada por el autor en el Decimotercer Congreso Meteorológico Mundial, Ginebra, 21 de mayo de 1999.

El Niño de 1997/1998 fue uno de los episodios más severos del siglo pasado. También fue el mejor observado, recibió el interés de los medios de comunicación y la atención pública más extensa y estrecha, tuvo más impactos que los que jamás se le había imputado y acaparó el interés de mucha más gente y organizaciones que en ningún otro momento prediciendo y comentando su probable progreso. ¡Ahora todos somos expertos en El Niño! Pero, ¿qué aprendimos del episodio y cómo utilizaremos estas lecciones para mejorar nuestras reacciones y predicciones para el próximo episodio de El Niño? Trenberth (1998) y MacPhaden (1999) describen el desarrollo de El

Niño/Oscilación Austral de 1997/1998 y las cuestiones científicas que surgen del fenómeno. En este caso, se concentran en la predicción del fenómeno y, especialmente, en cómo mejorar el uso de las predicciones del clima basadas en El Niño/Oscilación Austral.

La Oficina Australiana del Centro Climático Nacional de Meteorología ha publicado predicciones climáticas estacionales de las precipitaciones, basadas en El Niño/Oscilación Austral, durante más de una década. No obstante esta experiencia, y a pesar del reconocimiento, ya en 1997, de que se estaba desarrollando un episodio de El Niño que probablemente iba a ser severo, aprendimos mucho del episodio de 1997/1998. Demostró, entre otras cosas, que la labor de predicción requiere algo más que simplemente el desarrollo de un modelo de predicción hábil: se necesita un enfoque más claro sobre la difusión y el uso de la información de la predicción climática.

¿Qué podemos decir sobre El Niño de 1997/1998? En primer lugar, según cualquier medida, fue severo, y muchos impactos serios estuvieron asociados con él. Fue el primer episodio durante el cual reaccionaron muchas organizaciones nacionales e internacionales

TABLA I
Impactos globales del episodio de El Niño/Oscilación Austral de 1997/1998 (de la NOAA-OGP, 1999)

| | |
|----------------------|----------------------------|
| Pérdidas directas | 34 349 millones \$ EE. UU. |
| Mortalidad | 24 120 |
| Morbilidad | 533 237 |
| Personas afectadas | 110 997 518 |
| Personas desplazadas | 6 258 000 |

* Oficina del Centro de Investigación Meteorológica de Melbourne, Australia