

# FLUCTUACIONES CLIMATICAS A LARGO PLAZO

COLOQUIO DE NORWICH, 18 A 23 DE AGOSTO, 1975

Por H. H. LAMB (\*)

## *Introducción*

La organización de un Coloquio sobre las fluctuaciones climáticas a largo plazo y sobre la evolución futura del clima del globo era una de las principales exigencias presentadas por el Grupo de Trabajo sobre las fluctuaciones del clima, creado por la ya desaparecida Comisión de Climatología de la OMM en su reunión final de 1969. Los servicios meteorológicos de muchos países empezaban a tener dificultades ante el número creciente de consultas sobre la evolución futura probable del clima, en un momento en que nuestra ciencia no estaba en absoluto preparada para contestarlas. Las peticiones venían de muchos sectores —por ejemplo, de la agricultura y la selvicultura, de proyectistas de obras públicas, de sociedades de seguros, de urbanistas y planificadores del territorio, de comerciantes e industria turística, etc.—, en parte, como una exigencia natural en esta era de la planificación y en parte debido a una serie de cambios climáticos bruscos experimentados a partir de 1960, como la reaparición de los hielos del océano Artico en las costas de Islandia y de notables interrupciones del régimen monzónico en la India —en ambos casos después de varios decenios de regularidad casi total—, así como la producción de sequías desacostumbradas y situaciones atmosféricas excesivamente cálidas, o períodos de inundaciones acompañados de estados atmosféricos anormalmente fríos en las latitudes medias de ambos hemisferios. Todo ello ha tendido a dislocar el comercio mundial y la estabilidad de los precios, lo que ha producido una amenaza de escasez de alimentos. Las sequías, que redujeron las cosechas en varios de los principales países cerealícolas del mundo en 1972, fueron un caso excepcionalmente grave. De hecho, la necesidad de alimentar una población mundial que crece con rapidez ha aumentado nuestra vulnerabilidad ante las fluctuaciones del clima, aún de aquellas que se producen normalmente a lo largo de los años en cualquier tiempo y las lecciones de la historia medieval y de épocas muy posteriores nos enseñan que estos hechos pueden dar lugar a guerras civiles y conflictos internacionales. Sin duda, uno de los efectos más duros de las situaciones meteorológicas, en estos años últimos, sobre el sufrimiento humano ha sido la larguísima sequía experimentada en la región de las praderas, del Africa Septentrional y otras zonas situadas a las mismas latitudes, la cual alcanzó su intensidad máxima en 1973, ocasionando la muerte de 200.000 personas y de una cantidad incontable de cabezas de ganado y de animales salvajes y desencadenó una emigración en masa fuera de la región afectada, así como fuertes presiones políticas en diversos países.

La urgencia de estos problemas, así como el desafío científico que representan han dado lugar a diversos ensayos de predicción climática

---

(\*) El Profesor H. H. Lamb, presidente del Coloquio y autor de este informe, es Director del Centro de Estudios del Clima en la Universidad de East-Anglia.

alargada hasta el final del siglo, ya por científicos aislados o bien por empresas que trabajan en proyectos de planeamiento y construcción en diversos países. En todos los casos las bases de partida de las previsiones han sido consideradas sin valor alguno, aunque los procedimientos empleados fuesen científicamente razonables; la mayoría de las previsiones se fundaron en una vía simple de razonamiento tal como el análisis de las componentes cuasi-periódicas en las variaciones que aparecen en una serie aislada de observaciones sucesivas, o bien mediante hipótesis sobre las relaciones que puede haber entre las variaciones de la actividad solar de mayor período y la situación atmosférica o las condiciones predominantes de la circulación global de los vientos. No obstante, se observó una concordancia bastante general entre todas las predicciones consideradas: primero, en el sentido de que la circulación en dirección meridiana y los bloqueos, en las latitudes medias del hemisferio septentrional, o al menos en el sector Atlántico-Europa, deberían producirse con mayor frecuencia que en el transcurso de la primera mitad del siglo; segundo, el régimen más bien frío, iniciado hacia 1960, debería continuar y aún intensificarse, aún admitiendo que puedan superponerse algunas fluctuaciones de período más breve, principalmente en los años próximos; finalmente, los hielos marinos deberían disminuir provisionalmente entre Islandia y el mar de Barentz en el curso de los años setenta, aunque en épocas distintas.

La Comisión de ciencias de la atmósfera ha insistido en la necesidad absoluta de conocer lo mejor posible los datos climatológicos del pasado y de identificar los fenómenos responsables de las fluctuaciones climáticas a la vez que se somete a una vigilancia más estrecha la evolución del clima actual del globo.

Durante estos últimos años varios organismos han celebrado conferencias de nivel elevado, en las cuales se han estudiado ciertos aspectos particulares de este problema. Entre ellas merecen citarse la patrocinada por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) en 1970 y que tuvo lugar en Williams College de Williamstone, Mass., así como la que celebró en Wijk, cerca de Estocolmo (MIT, 1971). Por razones diferentes, hombres de ciencia que investigaban la era cuaternaria se reunieron en la Universidad Brown, de Providence, Rhode Island, en 1972 para estudiar los problemas abarcados por el título «La era interglacial actual: ¿cuándo y cómo va a terminar?» (Kukla y Matthews, 1972). Más tarde, en 1974, con motivo de ajustar los programas del GARP, se organizó una conferencia internacional, también en Estocolmo, bajo la dirección de la OMM, para estudiar los fundamentos físicos del clima y la elaboración de modelos climáticos (véase el *Boletín de la OMM*, Vol. XXIV, Núm. 1, págs. 11-15). No debe asombrar que estas reuniones de investigadores, que abordan los problemas desde ángulos muy diferentes, hayan llegado a resultados divergentes sobre la evolución probable del clima en el curso de los decenios próximos y hasta que tiendan a adoptar posiciones restringidas en ciertos campos.

#### *El coloquio de Norwich*

El coloquio que se ha celebrado durante la semana del 18 al 23 de agosto de 1975, en la Universidad de East-Anglia, en Norwich, Inglaterra, fue patrocinado por la OMM y de la AIMFA y que fue organizado



por una comisión internacional encargada de redactar el programa. Ha sido un intento mancomunado para estudiar y revisar la amplitud de los problemas que plantean las variaciones del clima a largo plazo y la necesidad de un asesoramiento científico sobre el futuro de nuestro clima y para reunir los varios hilos divergentes de modo que contribuyan a formar una base más firme para los trabajos del futuro. Ciertamente, fue la conferencia sobre este tema de base más extensa celebrada desde el Coloquio de Roma en 1961 (Unesco y OMM, 1963), y probablemente en ella se presentó la muestra más amplia de los trabajos fundamentales realizados en este campo hasta la fecha. Asistieron a las reuniones 250 científicos de más de 30 países, que representaban una docena o más de ramas diferentes de la ciencia, desde las matemáticas, la física y la meteorología hasta la geología, la botánica, la economía agrícola y la geo-



Norwich, agosto de 1975.—Participantes en el Coloquio sobre Fluctuaciones Climáticas a largo plazo. (Fotografía: *University of East Anglia, Norwich*).

grafía humana. Las sesiones tuvieron la fortuna de reunir a la mayoría gran parte a sesiones sobre la cronología paleoclimática global, incluyendo los autores del desarrollo de los métodos que han permitido aumentar notablemente nuestros conocimientos desde la reunión de 1961.

Los dos primeros días de los coloquios de Norwich se dedicaron en gran parte a sesiones sobre la cronología paleoclimática global, incluyendo la exposición de los procedimientos mediante los cuales puede establecerse hoy día el registro de los dos últimos millones de años y detalles del último período glacial, en particular, el método y los resultados del estudio de los isótopos estables contenidos en las capas de hielo, de los sedimentos en los fondos oceánicos y de los anillos de los árboles. A continuación se celebraron sesiones estudiando la configuración global y las propiedades estadísticas de las variaciones del clima. Los dos días siguientes se celebraron sesiones sobre la teoría del clima y de sus variaciones y sobre los modelos numéricos de los cambios climáticos. En las últimas sesiones se estudiaron las pruebas sobre las tendencias últimas del clima en el mundo y los problemas de la posibilidad de prever el clima en el futuro, la influencia del hombre sobre el clima y el efecto de las fluctuaciones climáticas sobre la humanidad y la economía internacional.

La conferencia se inició con un informe del Dr. N. J. Shackleton, del Laboratorio de Paleotemperaturas de la Universidad de Cambridge, pre-

sentando los registros que ha deducido a partir de las variaciones de los isótopos de oxígeno en los sedimentos del lecho oceánico en el Pacífico ecuatorial, que reflejan las variaciones en la cantidad de agua tomada al océano y acumulada en forma de hielo sobre las tierras. Estas gráficas muestran las huellas de numerosos períodos glaciales. Los análisis espectrales de este y de otros registros sobre lapsos muy largos de tiempo, presentados en estas conferencias, destacaron repetidamente el hecho de que los principales componentes de las variaciones tenían períodos aproximados a los 100.000 años, 40.000 y de 20 a 25.000, lo que refuerza la opinión sobre la importancia de las características orbitales de la Tierra (Milankovitch), correspondientes a estos períodos de tiempo, sobre la sucesión de los períodos glaciales e interglaciales; una característica curiosa es que el período de cien mil años aparece con mayor intensidad de lo que sugiere la teoría de Milankovitch. Shackleton está entre los que insisten en la regularidad aproximada con la cual la parte más estable y cálida de cada período interglacial dura unos diez mil años, que es aproximadamente el tiempo transcurrido desde que empezó el calentamiento del actual período interglacial.

Otro resumen brillante fue el presentado por el Profesor J. Imbrie de la Universidad de Brown, Providence (Rhode Island) sobre su método de correlación de las abundancias de los diversos grupos de especies que componen la microfauna del océano con las constantes físicas de éste, como la temperatura y salinidad de las aguas superficiales en verano y en invierno y así deduce funciones de transporte (esencialmente ecuaciones de regresión) que dan valores de estos parámetros físicos a partir de los datos de la microfauna encontrados para cualquier época en los depósitos del fondo de los océanos. Muy interesantes entre los resultados exhibidos fue el mapamundi presentado por McIntyre (del Observatorio Geológico de Lamont, Nueva York) e Imbrie, de las temperaturas dominantes en la superficie de los mares en el mes de agosto, hacia el centro del último período glacial, hace unos dieciocho mil años. Este mapamundi mostraba, frecuentemente de manera intensificada, características que han producido muchas investigaciones interesantes en los últimos años, debido a su relación aparente con ciertas anomalías persistentes de la circulación atmosférica: por ejemplo, la mucho mayor extensión hacia el oeste de la corriente fría ecuatorial en el Pacífico. Las mayores anomalías de la temperatura de la superficie marina parecen estar relacionadas con una irrupción hacia el sur del agua polar en la parte oriental del Atlántico Norte, a la latitud 40°. Esto es interesante, al compararlo con el trabajo presentado por el autor del presente escrito, un día después del Coloquio, era el que llamaba la atención sobre el valor sorprendente de las variaciones en el volumen de agua polar transportada hacia el sur en los últimos trescientos años —y en el decenio último— por la corriente oriental de Islandia, dando lugar a variaciones de la temperatura de la superficie del océano entre Islandia y Escocia, de valor al menos doble que el de las anomalías de las temperaturas medias anuales del aire sobre Inglaterra y el centro de Europa.

El Dr. W. S. Broecker, del Laboratorio de Lamont, habló en la reunión de las pruebas obtenidas en los sedimentos del fondo del océano Artico de que la cantidad de agua que recorre el estrecho de Behring hacia el Norte ha variado y probablemente era mucho mayor hace dos-



cientos años, durante el Pequeño Período Glacial, que en épocas más recientes.

Otra demostración notable de la deducción de parámetros físicos del clima a partir de datos biológicos —en particular el estudio de los anillos de los árboles en el oeste de América del Norte— fue dada por el Profesor H. C. Fritts de la Universidad de Arizona, en Tucson, al exhibir las desviaciones promedio —en milibares— de la presión media al nivel del mar en invierno sobre la mitad septentrional del océano Pacífico, al principio y al final de los siglos XVII y XIX, respecto a los valores actuales. Después de estas demostraciones de la eficacia de los métodos científicos, estuvo bien que el Dr. V. C. LaMarche recordase que todo nuestro material de observación, especialmente los datos deducidos con mayor ingeniosidad, consistían en realidad en estimaciones aproximadas, con un margen de error.

El Profesor M. M. Yoshino y el Dr. H. Tabuchi demostraron que la dirección y forma de los depósitos de cenizas volcánicas en el Japón han suministrado informaciones sobre la dirección e intensidad de los vientos dominantes en la troposfera alta en el tiempo de las erupciones. En el caso de la isla septentrional de Hokkaido, hay pequeñas complicaciones debidas a variaciones estacionales o más breves, del viento. Un análisis de los depósitos debidos a 42 erupciones distribuidas en los últimos  $66.000 \pm 6.000$  años ha demostrado el predominio constante de las corrientes en chorro de Poniente; las intensidades de la corriente han sido grandes en siglos recientes —que fueron cálidos para el Japón—, pequeñas en el período más frío en el Japón, entre los 500 y los 1.000 años, fuertes de nuevo en la época post-glacial más cálida, hace de 3 a 5.000 años, débiles en ocasiones durante el último período glacial, hace unos 13.000 años y también hace unos 40 a 50.000 años —en realidad, éstas fueron épocas en las que el período glacial disminuía—, pero nuevamente grandes en las épocas en que se intensificaron los glaciales, hace unos 60 y unos 20.000 años.

La exposición de las contribuciones a la teoría y de los modelos matemáticos de los cambios del clima demostraron que, aunque se han conseguido perfeccionamiento muy grandes, ningún avance decisivo hacia el pronóstico se ha producido ni puede esperarse —comparable con el significado, en el campo de los registros del pasado, de las reconstrucciones de los datos paleoclimáticos y de sus distribuciones—. Una exposición muy útil de la situación actual y del futuro de los modelos climáticos fue la hecha por el Dr. W. L. Gates, de los Laboratorios Rand de California. Varios de los trabajos leídos en esta sesión y gran parte de las discusiones se consagraron al problema de determinar el *nivel de ruidos* de los modelos y a la posibilidad de hacer experimentos con perturbaciones suficiente grandes o suficientemente repetidas hasta obtener variaciones claramente superiores al *nivel de ruidos* del modelo. Por ejemplo, el Dr. Gates, en una de las sesiones dedicadas a los comentarios, amplió algunos de los hechos en su trabajo. Dijo que el problema de las variaciones del clima se mantiene irresoluble debido a que los errores penetran en el campo inestable de los ciclones. Los errores debieran ser estudiados con mejores modelos y ensayos más persistentes, que abarquen todo el ciclo anual, con sucesivas repeticiones. Esto debería reflejar el hecho de que todos los modelos, incluyendo los modelos fundados en

estadísticas y en la dinámica, podrían ser empleados de dos modos: para investigar la variabilidad natural y para pronosticar variaciones estacionales y anuales. Hizo también notar que los modelos referentes a los océanos pueden ahora imitar las circulaciones a gran escala y las temperaturas y salinidades asociadas. Los problemas aún no resueltos se refieren principalmente a la capa de mezcla y a los remolinos intensos de dimensiones medias. El Dr. G. E. Hunt, del Servicio Meteorológico del Reino Unido, comunicó haber hecho experimentos numéricos sobre el efecto probable de las variaciones de la nubosidad natural o debida a las actividades humanas, materia que no había pasado anteriormente de la esfera de las especulaciones teóricas.

Se dieron a conocer también nuevos resultados del efecto del anhídrido carbónico y de los aerosoles artificiales en la atmósfera, así como el de las fluctuaciones del Sol y del polvo volcánico. Las variaciones de este último muestran alguna relación con la aparición de períodos glaciales, pero hay también la posibilidad de que las variaciones de peso del hielo sobre la corteza terrestre entre los períodos glaciales y los interglaciales dispare oleadas de actividad volcánica. Un trabajo muy interesante, resumiendo las teorías sobre las variaciones del clima, fue presentado por el Dr. S. H. Schneider, del NCAR. Las asociaciones y mecanismos responsables de las fluctuaciones climáticas mejor demostrados y comprendidos en la actualidad son, lógicamente los que incluyen la temperatura de la superficie marina y la circulación atmosférica general, la intensidad de la célula de Hadley y las ondulaciones en altura de los vientos de poniente; esto quedó demostrado en los trabajos presentados por J. Namias, del Instituto Scripps de Oceanografía y por P. R. Rowntree y A. Gilchrist, del Servicio meteorológico del Reino Unido y se mencionaron frecuentemente en los períodos de discusión. El Dr. Namias rindió un emotivo homenaje a la memoria del Profesor Jakob Bjerknes, que ha sido de los primeros en estudiar estos temas y difundirlos.

El Dr. Jill Williams, solicitó que se hagan algunas modificaciones en los análisis actuales sobre el enfriamiento generalizado del hemisferio septentrional, desde los años cuarenta hasta la fecha, al presentar el trabajo que está realizando junto con el Dr. H. van Loon, en el NCAR, empleando un método para estimar las anomalías de temperaturas en las regiones oceánicas basado en el uso sistemático del transporte de calor—hasta ahora, sólo en la atmósfera— indicado por el campo de vientos. El método muestra que, contrariamente al conocido estudio de Starr y Oort en 1973, hubo una tendencia hacia un calentamiento de conjunto en el período 1950-1964. Se deduce de aquí que existe una oposición entre la tendencia de la gran extensión del océano Pacífico y la del resto del hemisferio. Desgraciadamente, no es aún posible calcular con seguridad la tendencia total, global o hemisférica por la escasez de datos correspondientes a las grandes superficies oceánicas y las diferencias entre sectores particulares pueden ser grandes a veces. El Profesor H. Flohn recordó a la asamblea que, teniendo en cuenta la situación urbana de muchas de las estaciones principales de observación en tierra, H. Dronia había deducido que el enfriamiento era realmente mayor y que había empezado antes de lo que suponía corrientemente. Probablemente la verdad se encuentre entre las diversas apreciaciones de la tendencia global. Es un hecho indudable que hubo un enfriamiento apreciable



en las latitudes más septentrionales, especialmente en Artico central, hacia 1961 y que estos valores bajos de la temperatura persisten allí hasta hoy día, a pesar del deslizamiento ondulatorio producido en 1971, que hizo que la corriente de Labrador y el Canadá septentrional fuesen más frías y que Europa tuviese una serie de inviernos más suaves —la vuelta de los hielos a las costas de Islandia en el verano señala algún tipo de cambio de esta última distribución térmica—.

Un trabajo del Dr. K. E. Trenberth establece que el notable calentamiento secular del Nueva Zelandia en los últimos 20 años es debido en gran parte a la advección del aire caliente del este y nordeste en aquel sector. Otro punto del escrito de Trenberth tiene probablemente una importancia mucho mayor. El análisis de los tipos de circulación que predominaron en Nueva Zelandia durante años sucesivos en este siglo, efectuado con ayuda del espectro de energías representadas por diversos vectores propios, mostró diferentes escalas de tiempo en las variaciones más breves: cuasi-periodicidades de cinco meses a cuatro o cinco años, dentro de cada uno de los regímenes predominantes de vientos.

### *Posibilidades de predicción*

Cuando se empezó a discutir la posibilidad de hacer previsiones, nadie dio pruebas de gran optimismo. La preocupación se debía a las posibles consecuencias de los fenómenos intransitivos, es decir, que los climas pueden cambiar bruscamente de un modo u otro, de lo cual varios conferenciantes creían haber encontrado pruebas en los registros climáticos del pasado. El Profesor E. N. Lorenz trató de aclarar el concepto y sus consecuencias. Ciertamente, el estado actual de los conocimientos no permite efectuar predicciones de confianza respecto al clima de los decenios venideros y casi ningún esfuerzo —excepto Bryson y Spar en Winsconsin— ha sido hecho hasta hoy día en la cuestión de prever el clima sobre períodos comprendidos entre una estación y cinco a diez años por adelantado, intervalos que tienen la máxima utilidad práctica. Todos reconocieron la urgencia del problema a la vista de las consecuencias que las irregularidades del clima y ciertas tendencias persistentes tienen sobre la economía humana y en la producción de desastres. La mayoría de los asistentes estuvo de acuerdo, sin duda, con la opinión expuesta por Schneider y otros, de que los científicos tienen el deber, que no pueden rechazar, de dar un veredicto, lo más informado y razonable, sobre la evolución probable del clima en el futuro próximo, cuando el público o las autoridades lo soliciten.

El trabajo del Profesor R. A. Bryson y del Dr. J. E. Kutzbach, de la Universidad de Winsconsin en Madison, en el cual se remuestra, a partir de un registro del clima en Islandia durante los mil años últimos, que los enfriamientos como el iniciado en 1950 nunca han durado menos de cuarenta años y que el clima nunca ha vuelto a su estado inicial en menos de setenta años, indica probablemente el tipo de información más práctico que puede darse en la actualidad. Hoy día y por un largo tiempo en el futuro, las informaciones más responsables serán de carácter actuarial: en situaciones supuestas análogas a la actual, una sucesión A de climas se produjo un PA por ciento de veces, una sucesión B de climas se produjo un PB por ciento de veces, y así sucesivamente.

Una censura que podrá hacerse al Coloquio es que hubo solamente un trabajo que estudiase las consecuencias de las fluctuaciones climáticas en los asuntos humanos y además, este tema recibió una discusión que decepcionó por su brevedad. Se observó, no obstante, que las distribuciones de la circulación general de los vientos, observadas en estos últimos 15 a 30 años, especialmente el aumento en la frecuencia de las circulaciones meridianas y de bloqueo, produjeron frecuentes y largos períodos de situaciones atmosféricas preferentemente extremadas en calor o frío, en humedad o sequía, que amenazan la disponibilidad de alimentos en un mundo superpoblado.

Un escrito de esta longitud no puede dar cuenta de todas las comunicaciones presentadas, ni de algunas presentadas por figuras bien conocidas. El Profesor R. E. Newell, del M. I. T., presentó de una manera humorística su diagnóstico sobre el clima del período glacial, sus disponibilidades energéticas y la cantidad probable de lluvias. Y en la discusión se apuntaron muchos detalles útiles, en particular por el Dr. J. Namias, el Profesor U. Radok, el Dr. S. H. Schneider y el Profesor B. Bolin. El Profesor Radok opina que nuestros conocimientos del clima del pasado sino muy escasamente, de modo que la mayoría de los fenómenos transcurridos —incluyendo el calentamiento observado al empezar el siglo XX— nunca serán explicados satisfactoriamente; empero, el estudio de los climas antiguos siempre será útil, al demostrar lo que puede suceder y la frecuencia con que puede producirse. Esto sin embargo, no rinde la debida justicia a las reconstrucciones que, por ejemplo, han revelado las corrientes oceánicas predominantes en los períodos glaciales y de aquí los fenómenos que al menos mantuvieron el régimen climático.

Debe mencionarse la exposición sorprendentemente instructiva que hizo en una sesión de tarde el Dr. O. B. Toon de la Universidad de Cornell sobre las pruebas de los cambios de clima en Marte.

### Conclusiones

La discusión sostenida en la sesión final consideró las necesidades de la investigación futura. Hubo una opinión unánime de que *por cuanto* han quedado demostrados los efectos económicos y sociales de las fluctuaciones anuales del clima y las correspondientes a períodos de años, en estos últimos, especialmente en 1972; la creciente demanda de recursos alimenticios y energéticos hace aún más graves para la sociedad las consecuencias de tales fluctuaciones del clima, y que en los siglos últimos se han producido fluctuaciones climáticas mucho más pronunciadas que las observaciones recientemente y que pueden producirse de nuevo: entonces *se deduce que* la comprensión de los fenómenos climáticos y la previsión de sus fluctuaciones y de sus consecuencias sobre las actividades humanas son un asunto de importancia y urgencia cada vez mayores. *Observando* primero, que se dispone de nuevas y poderosas herramientas tecnológicas —tales como los sistemas de observación desde satélites y los ordenadores electrónicos de gran velocidad— y segundo, que se han hecho valoraciones completas de los problemas científicos y establecido estrategias explícitas de investigación para abordarlos en este año de 1975 —particularmente por la OMM y el CIUC en la Publicación núm. 16 del GARP: *The physical basis of climate and climate modelling* y por la Academia Nacional de Ciencias de los EE. UU. en su informe: *Understanding climatic change: A program*



for action— es la opinión de los participantes en este Coloquio que, primeramente, la continuación de los esfuerzos vigorosos y coherentes para resolver los problemas que plantean las variaciones del clima, realizados así a nivel nacional como internacional, es una de las tareas centrales que debe abordar la sociedad y, en segundo lugar, las naciones que participen en la investigación deben ser animadas a estudiar explícitamente los métodos y los medios que puedan ayudarles a progresar más rápidamente hacia la solución del problema de las fluctuaciones del clima.

Las Actas del Coloquio se publicaron con anterioridad al comienzo de la misma (OMM, 1975).

#### BIBLIOGRAFÍA

- KUKLA, G. J. y MATTHEWS, R. K. (1972): *When will the present interglacial end?* Science, 178, pp. 190-191.
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (1970): *Man's impact on the global environment: Report of the Study of Critical Environmental Problems (SCEP)*. Cambridge, Mass. (M.I.T. Press). 319 pp.
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (1971): *Inadvertent climate modifications Report of the Study of Man's Impact on Climate (SMIC)*. Cambridge, Mass. (M.I.T. Press). 308 pp.
- STARR, V. P. y OORT, A. H. (1973): *Five-year climatic trend for the northern hemisphere*. Nature, 242, pp. 310-313.
- UNESCO y OMM (1963): *Changes of climate: Proceedings of the Rome symposium organized by Unesco and the WMO*. París, Unesco - Arid Zone Research Series XX, 488 pp.
- OMM (1975): *Proceedings of the WMO/IAMAP symposium on long-term climatic fluctuations: Norwich 18-23, Agosto 1975*. Ginebra, OMM - No. 421, 503 pp.

## QUINGUAGESIMO ANIVERSARIO DE LA METEOROLOGIA EN GUATEMALA

Por C. URRUTIA EVANS \*

El conocimiento del tiempo atmosférico, fundamental para cualquier comunidad en el mundo, es de importancia particular para los que viven en el istmo de América Central. Los habitantes de esta región dependen de las lluvias para su suministro de agua, aunque sufren a menudo de precipitaciones fuertes que causan problemas, debidos a la inundación de los valles fértiles de su geografía, generalmente montañosa. No es sorprendente que los habitantes de los tiempos precolombinos, conocidos después como la *Capitanía General de Guatemala*, adorasen en general, a dioses y semidioses que representaban al Sol, la lluvia, el agua y el terreno, aunque algunas de las razas autónomas, sin embargo, llegasen a acometer un estudio sistemático de las estaciones. Los mayas, por ejemplo, hicieron cálculos astronómicos y desarrollaron un calendario preciso en el que

---

(\*) D. Claudio Urrutia Evans es presidente de la Asociación Regional IV (América del Norte y América Central) y Director del Observatorio Nacional de Guatemala.