

- permanecer erguidos para presentar la información, subrayando con comunicación no verbal las partes más importantes de la información;
- no distraer la atención de la audiencia con su aspecto, su vestimenta, su comportamiento o su forma de hablar.

Referencias

[1] WMO, 1987: *Meteorology and the Media*,

WMO-No. 688, Geneva, 19-28.

[2] WMO, 1996: *Guide to Public Weather Services Practices*, WMO-No. 834, Geneva.

[3] McNAUGHT-WATSON, B., 1995: The presentation and documentation of weather information. *WMO Bulletin* **44** (2), Geneva.

[4] SUPEX, R., 1981: *Public Opinion Polls* (in Croatian), Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.

EL IMPACTO DEL CLIMA¹

Por C.C. WALLEN²

Definición de clima

El título de este artículo requiere una aclaración tanto en lo referente a la palabra "impacto" como a la palabra "clima". Permítanme empezar discutiendo la definición de la palabra "clima".

Todo el mundo sabe que la palabra "clima" proviene del griego "*klima*", que significa inclinación, refiriéndose a la de la radiación solar. Los griegos sabían que el clima era diferente y más frío cuanto más pequeña fuese la inclinación de la radiación solar. Por tanto, el clima es más cálido cerca del ecuador y más frío cerca de los polos. Sin embargo, como bien sabemos hoy en día, existen muchas más diferencias climáticas que las debidas a las variaciones de la radiación solar. El primer científico que reconoció alguno de esos otros factores, básicos para el clima, fue el alemán Alexander von Humboldt, quien, durante sus viajes a Sudamérica a principios del siglo XIX, comprendió que el clima tiene amplias diferencias regionales, no todas referidas a la radiación solar sino causadas por factores como la temperatura del mar y la distancia al mismo, la altitud, la relación con la circulación general de la atmósfera, etc. Debemos recordar que von Humboldt era geógrafo o, más bien, un explorador con una visión geográfica del clima, más como una característica geográfica de la Tierra que de la relación de ésta con su atmósfera. Como Montesquieu, en Francia, en el

siglo XVIII y Huntington en los EE. UU., en el siglo XX, consideró el clima más en relación con su impacto sobre los seres humanos que como una característica atmosférica. Por lo tanto, durante el siglo XIX, el clima se convirtió en una ciencia humanística al tener su variación un gran impacto sobre la humanidad, la cultura, la socioeconomía, etc. En Francia, como en Alemania y en Rusia, la climatología fue básicamente una ciencia humanística del campo de la geografía que, en Francia, forma parte de las ciencias humanas.

El enfoque anglosajón del clima es muy distinto; el clima se convirtió en lo que, en los primeros tiempos, dio en llamarse "tiempo atmosférico medio", es decir las estadísticas de los datos reunidos durante un período de tiempo largo, originados en estaciones erigidas a 2 m sobre la superficie terrestre, y que podían, por lo tanto, dar una idea del tiempo atmosférico a más largo plazo, es decir del clima en distintas partes del mundo. En aquellos primeros tiempos, esas "estadísticas" se emplearon sobre todo para calcular simples promedios de las observaciones meteorológicas. Como se comprendió que existen muchos más factores implicados en el clima que en el tiempo atmosférico, las "estadísticas" climatológicas se desarrollaron incluyendo valores extremos, frecuencias, variabilidad y otros parámetros más sutiles. La necesidad de estudiar el clima, según el enfoque anglosajón, no se debe a su influencia sobre los seres humanos sino más bien el estudio a largo plazo del comportamiento de la atmósfera y de sus fenómenos.

No voy a evaluar los dos enfoques previamente mencionados, sólo subrayaré que, al analizar la influencia del clima, al definir "clima", como es obvio

¹ Conferencia pronunciada durante la Conferencia Europea sobre Climatología Aplicada, Norrköping, Suecia, 7 al 10 de mayo de 1996

² Presidente, SAC del Clima, PNUMA

trataremos básicamente con el enfoque geográfico. En muchos aspectos, el moderno estudio del clima es una combinación de los dos enfoques y trata, por tanto, tanto aspectos físicos como humanos.

Una cuestión que se plantea en este contexto nunca es abiertamente considerada. Es la de si las observaciones realizadas alrededor del globo a 2 m sobre la superficie del terreno, o bien sobre el océano, brindan realmente una imagen del "clima" como la del estado a largo plazo de la atmósfera, en el sentido requerido por el enfoque anglosajón. Si consideramos el clima a macro, meso y microescala, las observaciones realizadas a 2 m sobre la superficie de la Tierra se relacionan con la mesoescala y son, por tanto, aplicables a las diferencias regionales de clima, pero difícilmente a aspectos climáticos de la atmósfera que se estudian mejor mediante observaciones a macroescala en la atmósfera libre. Las observaciones a microescala en el estrato de aire próximo al terreno tienen especial interés para la agricultura y, como veremos, son muy útiles en las aplicaciones y en la influencia del clima.

Si uno reflexiona más profundamente acerca de lo necesario para entender el macroclima (básicamente la circulación general de la atmósfera), queda claro que las medidas tomadas a 2 m sobre la superficie del terreno no son aceptables para conocer el estado de la atmósfera al estar muy influidas por la superficie sobre la cual se toman. La temperatura sobre la superficie de un desierto, por ejemplo, es muy diferente de la tomada sobre un terreno verdeante, dada la gran diferencia de albedos para una misma atmósfera. En otras palabras, se plantea la cuestión de si muchas de las observaciones realizadas a 2 m pueden realmente utilizarse para el sistema de observación del clima que se está implantando actualmente, llamado Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC). Si se utilizan para conocer aspectos macroescalares del clima deberían seleccionarse un conjunto de ellas no influidas por la superficie subyacente. En muchos aspectos tienen más relación con el sistema de observación de la superficie terrestre (el Sistema Mundial de Observación de la Tierra (SMOT)) que también se está implantando actualmente. No podemos resolver aquí ese problema, pero he querido mostrar cuán complicado puede resultar el enfoque de la climatología, y eso aún dista mucho de lo generalmente acordado acerca de todos sus complicados detalles.

Aplicaciones e impacto

Aplicaciones

Es bien sabido que, históricamente, durante los primeros años de existencia de los Servicios Meteorológicos en el mundo desarrollado, es decir, durante el final del siglo pasado y el principio del actual, el establecimiento de una climatología de los principales parámetros meteorológicos fue, en todos los países, objetivo principal de la institución meteorológica estatal. Aquí, en Suecia, el segundo director del *Meteorologiska Centralanstalten*, H.E. Hamberg llevó a cabo los primeros estudios climatológicos de la temperatura y la precipitación de Suecia basándose en datos de la última parte del siglo XIX. De tal manera se formó una primitiva base para aplicaciones de los datos climatológicos, en el sentido de que uno podía responder a preguntas sencillas sobre la distribución, en Suecia, de temperaturas y precipitaciones presentando datos aplicables a variados propósitos. En los primeros años, lo fueron principalmente a la agricultura y a la silvicultura pero, más tarde, se aplicaron a las industrias en crecimiento, en particular a las relacionadas con el desarrollo de los recursos hídricos. Durante los años siguientes, las preguntas que debían responderse a la industria, a la agricultura, al comercio y a la legislación, se volvieron cada vez más enmarañadas y necesitaron de un desarrollo adicional de las estadísticas climatológicas y de la comprensión de las diferencias regionales del clima.

Todos los países desarrollados implantaron gradualmente departamentos climatológicos más o menos sofisticados asociados, en la mayoría de los casos, a instituciones estatales. Hasta los años 50 y 60, esos departamentos, que basaban su práctica, en la mayoría de los casos, en procedimientos manuales, suministraron estadísticas climatológicas normalizadas cada vez más sofisticadas, aunque a menudo de obtención muy lenta, a la demanda energética, a la producción alimentaria y al desarrollo de recursos hídricos. Al desarrollarse la metodología de Hollerith durante los años 50 y 60, ésta pudo emplearse en la estadística climatológica. En muchos Servicios, los datos climáticos se transfirieron a fichas perforadas y comenzó la era de la climatología automática y sus aplicaciones. Es interesante subrayar que los EE. UU. fueron pioneros en esa tarea y que Helmuth Landsberg, que llegó a Director de Climatología de los EE. UU. en los años 50, fue aquí el instrumento de la era de la automatización. Se desarrolló, gradualmente, en todos los países industrializados pero, ya en los 70, la tecnología de las fichas perforadas estaba siendo sustituida por los ordenadores electrónicos, que los Servicios Meteorológicos ya empleaban para la predicción numérica.

Naturalmente, el cálculo de los parámetros más

sofisticados necesarios para aplicar los datos climáticos a las diversas industrias se volvió entonces mucho más fácil, y esa clase de aplicación científica se desarrolló rápidamente. En los años 80 condujo al desarrollo de programas para ordenador de fácil manejo que se distribuyeron prácticamente a todos los países en vías de desarrollo en el marco del proyecto CLICOM de la OMM. Hoy en día los países del mundo pueden proveer a sus clientes de estadísticas climatológicas basadas en las últimas normales existentes en el país y calculadas por ordenadores electrónicos.

En los campos de aplicación de los datos climáticos, tres se han destacado sobre los demás: el suministro y el consumo de energía, el suministro de alimentos y los recursos hídricos. De esos tres ha sobresalido quizás el suministro alimentario, dado que la mayoría de los Servicios Meteorológicos de los países desarrollados y en desarrollo se crearon en beneficio de la agricultura. Dichos servicios pertenecieron también en su mayoría al Ministerio de Agricultura. Este hecho es cierto para la totalidad del período que va desde el establecimiento de dichos Servicios hasta aproximadamente el año 1930, cuando la aviación se transformó en el principal usuario de los servicios meteorológicos y técnicas nuevas hicieron posible el cálculo de parámetros estadísticos más sofisticados que fueron de utilidad para otras industrias.

La aplicación de los datos climáticos a la agricultura cambió abruptamente en los años 50 cuando las demandas de agua, a nivel de microclima, se pusieron de moda como resultado de los estudios de Penman en el Reino Unido y de Thornthwaite en los EE. UU. Ello condujo a la necesidad de calcular nuevos parámetros microclimáticos para su aplicación a la agricultura.

Hoy en día, Suecia es un ejemplo típico de país cuyo Servicio Meteorológico se ha adaptado a la demanda de servicios de la sociedad. El Servicio se estructura no según su producción de predicciones y datos sino, más bien, en línea con el consumo de predicciones y datos de las diversas industrias. Ese tipo de evolución es cada vez más plausible en los países avanzados con el desarrollo de la comercialización por parte de los Servicios Meteorológicos.

Impacto

Desde hace unos pocos años se ha popularizado hablar sobre el impacto del clima en las estructuras socioeconómicas de una región o de un país. Dicho enfoque fue idea del Administrador del *Weather Bureau* de los EE. UU., Robert White, durante la

Primera Conferencia Mundial sobre el Clima organizada por la OMM en 1979. Como presidente de la Conferencia, el Dr. White sugirió que se debería dar un nuevo enfoque al impacto y a las aplicaciones del clima que se centrara más en el enfoque integral de aplicaciones a los sectores económicos, de forma que comprendiéramos mejor el impacto directo de un clima en el tipo de estructura económica y social de un país o de una región. En aquel tiempo se inicia la consideración por el PNUMA del impacto del clima, al no considerarse la OMM organismo competente para tratar aquél en el sentido propuesto por la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima.

Como Vds. recordarán, la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima creó, en 1979, en el marco del Programa Mundial sobre el Clima, un subprograma que actualmente lleva a cabo el PNUMA llamado Programa Mundial de los Efectos del Clima y de las Estrategias de Respuesta. Con objeto de clarificar los objetivos de dicho subprograma y su desarrollo comenzaré citando la conferencia inaugural del Dr. R. White:

Lo que no comprendemos claramente y lo que preocupa a los gobiernos es la cuestión del impacto integral del cambio y de la variabilidad climáticos sobre la sociedad. ...Deseamos aprender cómo depende del clima la cadena de interacciones que puede desembocar finalmente en malnutrición o en desempleo o en otras situaciones críticas. ¿Por qué ciertas estructuras sociales y económicas son más elásticas que otras a los hechos climáticos? ¿Dependen esas diferencias de factores sobre los que podemos actuar? ... El examen de esos impactos es el objetivo principal de esta Conferencia.

Podría preguntarse: ¿Por qué la comunidad de los climatólogos extiende tanto sus preocupaciones más allá de los temas científicos y técnicos hasta el ámbito de las estructuras económicas y sociales? La contestación es sencilla: nuestra tarea es identificar no solamente lo que la ciencia debería realizar sino lo que los gobiernos deberían conocer. Mientras no se comprenda mejor la cadena de hechos y las complejas interacciones que tienen lugar, las decisiones gubernamentales de investigar los efectos económicos, sociales y otros del impacto climático podrían muy bien conducir a malos remedios.

El Prof. R.W. Kates (EE. UU.), quien en la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima era el científico más renombrado para representar al ámbito socioeconómico y a sus relaciones con la variabilidad climática, destacó tres problemas que los científicos no captan cuando tratan los impactos:

- la ausencia de una teoría unánimemente aceptada del desarrollo social y, por ende, la falta de una definición de estructura socioeconómica;

- la incapacidad de comprender el efecto de las perturbaciones en sistemas sociales complejos;
- nuestro limitado conocimiento de la percepción y del comportamiento humanos frente a un cambio lento, suavemente coercitivo, pero acumulativo.

El Prof. Kates llegó también a la conclusión de que si los economistas y los sociólogos tenían los problemas antes mencionados, la situación no es mucho mejor en el sistema climático, en el cual es extremadamente difícil reconocer un cambio lento, suavemente coercitivo, acumulativo. A la luz de esa similitud entre ambos sistemas, es decir el ámbito socioeconómico por un lado y el clima por otro, no es sorprendente que los logros de ambos sistemas, al tratar de entender el impacto del clima en todos sus aspectos, sean extremadamente complicados.

Las ideas precedentes, junto con otras expresadas durante la Conferencia, llevaron al establecimiento del Programa Mundial de Estudios de los Impactos del Clima (PMEC) encomendado al PNUMA en 1979, por acuerdo del Octavo Congreso Meteorológico Mundial y del Consejo de Gobierno del PNUMA, con los objetivos siguientes:

- acelerar el desarrollo de:
 - nuestro conocimiento y consciencia de los efectos del cambio y la variabilidad climáticos sobre los sistemas naturales y sobre las actividades humanas, sociales y económicas;
 - metodologías de evaluación y modelos interactivos de impacto capaces de determinar la sensibilidad de los sistemas ambientales, sociales y económicos a la variabilidad y al cambio del clima;
- facilitar la aplicación de esos conocimientos y metodologías para:
 - la interpretación de marcos hipotéticos de cambio y variabilidad climáticos en función de las respuestas específicas de las componentes de los sistemas humanos y de los naturales, como el rendimiento agrícola, el suministro hídrico, las necesidades de calefacción y refrigeración, etc.;
 - la determinación del impacto de esas respuestas componentes sobre los grandes sistemas humanos alimentarios, comerciales, industriales y otros, teniendo en cuenta los factores de interacción allí donde fuera necesario;
 - la determinación de las características de los

sistemas naturales y humanos que les hacen vulnerables o resistentes al cambio y a la variabilidad climáticos.

Se aprobó la iniciación de dicho programa en los tres sectores siguientes: energía, agricultura y recursos hídricos. Se afirmó también que podría existir la necesidad de evaluar factores y sectores específicos en el contexto de un sistema integrado. Esa, al parecer, fue una sugerencia desafortunada porque el programa dio en poner un mayor énfasis en el impacto del clima sobre sectores socioeconómicos específicos que sobre el sistema integrado, acercándose así a realizar las mismas tareas que el programa sobre las aplicaciones de los datos climáticos. El plan, puesto en marcha en 1980-1983, para el programa de impactos, propuso redundantemente llevar a cabo investigaciones teóricas acerca de la aplicación de un enfoque modelizador del impacto del clima sobre los sistemas naturales y humanos integrados. Ese enfoque fundamental del impacto del clima no llegó a término porque en la OMM nunca se aclaró ni siquiera si esa investigación debería ser emprendida por el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC) o por el PMEC.

En el reciente enfoque del PMEICER³, presentado en la Agenda del Clima, se había evidenciado, al discutir los impactos del clima en los sistemas humanos, la necesidad de centrar las acciones en los sistemas integrados más que en los sectoriales. Podemos resumir, según la Agenda del Clima, los futuros planes del PMEICER de la forma siguiente:

Su objetivo genérico es identificar las medidas políticas mediante las cuales las naciones podrían reducir la vulnerabilidad de sus sistemas socioeconómicos al clima, a la variabilidad del clima y al cambio climático tanto natural como antropogénico.

Los cuatro siguientes objetivos específicos del futuro PMEICER se refieren a lo anterior:

- evaluar los impactos ambientales y socioeconómicos nacionales inducidos por la variabilidad y el cambio climáticos;
- identificar las estrategias de respuesta destinadas a reducir la vulnerabilidad nacional y regional a los impactos del clima;
- desarrollar y dar a conocer las metodologías optimizadas para la evaluación del impacto del clima sobre las estructuras socioeconómicas y

³ Se cambió el nombre en 1991 al de Programa Mundial de Evaluación del Impacto del Clima y Estrategias de Respuesta (PMEICER)

las estrategias de respuesta adecuadas a los puntos vulnerables;

- establecer una red coordinada de impactos climáticos y estrategias de respuesta nacionales y regionales.

Responder eficazmente a los variados aspectos de la variabilidad y el cambio climáticos requiere un conocimiento fiable del impacto potencial sobre la gente, sobre sus sistemas socioeconómicos y sobre el ambiente, considerados como un todo. Tal necesidad se satisfaría mediante una investigación cada vez más sofisticada del impacto del clima sobre sistemas socioeconómicos integrados. Se deberían concentrar estudios especiales en la futura disponibilidad de recursos energéticos, alimentarios e hídricos, pero deberían considerarse también elementos como la salud, el turismo, la acuicultura y los ecosistemas gestionados.

Tanto para los planes futuros del PMEICER. De hecho, los resultados del PMEICER, desde sus comienzos en 1980 hasta su reestructuración en 1994, impresionan bastante. Ha contribuido particularmente a dos cosas. Durante los primeros años, su concentración en la metodología de evaluación del impacto del clima cristalizó en un libro del Prof. Kates y otros coautores (1984). Durante los últimos años, el PMEICER se ha concentrado en difundir la metodología empleada para la aplicación de los conocimientos e información climáticos a los países en vías de desarrollo, particularmente mediante estu-

dios llevados a cabo en el sudeste de Asia y en Brasil, que han tenido como resultado publicaciones en ambas regiones. De forma similar, el PMEICER, a petición del Grupo Intergubernamental de Expertos en el Cambio Climático, llevó a cabo un gran número de estudios de manantiales y sumideros de gases invernadero en los países en vías de desarrollo.

Tengo la sincera esperanza de que, con el nuevo enfoque del PMEICER en la Agenda del Clima, seremos capaces de volver a empezar desde el principio el estudio del impacto del clima, afrontando algunas de los temas científicos fundamentales. Deberemos, por lo tanto, emprender algunas de las tareas de investigación básicas acerca de cómo el clima influye en un sistema socioeconómico y de cómo éste se ve alterado por el cambio climático. Para explicar dónde deberíamos empezar, déjenme mencionar una región del mundo en la cual no se ha establecido ningún sistema socioeconómico duradero. Hablo del nordeste del Brasil, donde la economía y la colonización dependen totalmente de una precipitación suficiente, la cual se produce, en esa región, sólo a intervalos irregulares y donde, por lo tanto, nunca ha sido posible un sistema socioeconómico estable. Comenzando en una región tal aprendamos a comprender qué es lo climatológicamente necesario para el establecimiento de un sistema socioeconómico duradero. Cuando conozcamos más acerca de los procesos implicados, trataremos posteriormente por todos los medios de adaptar el enfoque modelizador al problema. □

SISTEMAS DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA ANTERIORES A 1870 EN ALEMANIA, EE. UU., FRANCIA, INGLATERRA Y RUSIA: ANÁLISIS Y COMPARACIÓN

*Por James Rudgen FLEMING**

Introducción

A principios del siglo XVII la meteorología, como la mayoría de otras ramas del conocimiento natural, no era considerada como una ciencia de observación. El

pensamiento aristotélico (en meteorología, como casi en cualquier cosa) todavía era dominante en la academia. Sin embargo, con el transcurso del tiempo, la revolución continua en la práctica de la filosofía natural experimental, el aumento de la consideración y de la difusión del conocimiento "útil", la proliferación de las sociedades científicas y la extensión de las prácticas de observación comunal suministraron las bases científicas de los estudios del tiempo¹.

* Programa de Estudios de Ciencia y Tecnología; College Colby, Waterville, Maine 04901, EE. UU.