

Figura 2 — Variación en el nivel de fallecimientos dependiendo de la estación y del tipo de clima: HT-Hipertensión; H-Hipóxico; S-Espasmódico; T-Tónico)

Se espera que los actuales métodos de investigación meteorológica y helio-geofísica, junto con la tecnología médica, ayude a encontrar en el siglo XXI una solución a los problemas clásicos de la interacción del hombre, la atmósfera y la salud.

### Referencias y bibliografía

- ASSMAN, A., 1966: *Man's Sensitivity to the Weather (La sensibilidad del hombre a las condiciones meteorológicas)* (en ruso). Leningrado, Gidrometeoizdat.
- AGADZHANYAN, N. A., G. P. STUPAKOV, I. B. USHAKOV e I. N. POLLUNIN, 1996: *Ecology, health and quality of life (Ecología, salud y calidad de vida)* (en ruso). AGMA, Moscú-Astrakán.
- CHIZHEVSKI, A. L., 1976: *Terrestrial echo of solar storms (Repercusión terrestre de las tormentas solares)* (en ruso). Mysl, Moscú.
- CLIMATE AND HEALTH (Clima y salud), 1986: Actas de la Conferencia Internacional (en ruso). Gidrometeoizdat, Leningrado.
- GERMAN, Zh. R. y R. A. GOLDBERG, 1981: *The Sun, weather and climate (El sol, el tiempo atmosférico y el clima)* (en ruso). Gidrometeoizdat, Leningrado.
- GOLIVINA, E. G. y V. I. RUSANOV, 1993: *Biometeorological questions (Cuestiones de biometeorología)* (en ruso). Instituto Hidrometeorológico Estatal Ruso, San Petersburgo.
- GRIGOREV, I. I., A. I. GRIGOREV y K. I. GRIGOREV, 1998: *Medical cherosology [sic] (en ruso)*. Academia Laboral y de Asuntos Sociales, Moscú.
- KELLER, A. A. y V. I. KUVAKIN, 1997: *The ecology of health (La ecología de la salud)* (en ruso). BIEPP, San Petersburgo.
- MIZUN, Yu. G. y V. I. KHASNULIN, 1991: *Our health and magnetic waves (Las ondas magnéticas y nuestra salud)* (en ruso). Znanye, Moscú.
- TEMURYANTS, N. A., B. M. VLADIMIRSKY y O. G. TISHKIN, 1992: *Very low frequency electromagnetic signals in the biological world (Las señales electromagnéticas de muy baja frecuencia en el mundo de la biometeorología)* (en ruso). Naukova Dumka, Kiev.
- VORONIN, N. M., 1981: *Rudiments of medical and biological climatology (Fundamentos de climatología médica y biológica)*. Meditsina, Moscú. □

## LA PREDICCIÓN CLIMÁTICA PARA LA SALUD PÚBLICA

Por J. Michael HALL y Juli M. TRTANJ\*

### Introducción

La adaptación humana como una respuesta al sistema climatológico se remonta a milenios atrás. El clima tiene una influencia profunda en nuestras vidas, desde la transición de la vida agraria a la vida urbana y la fijación de los núcleos comerciales a la estacionalidad del cólera o de la malaria. Los cambios en el sistema climático ocurren a lo largo de escalas temporales: meses, décadas, siglos, etc. Las investigaciones actuales, indican que la

sociedad experimentará estos cambios en períodos más cortos: estaciones, años o a lo sumo décadas. Como cabría esperar, las estrategias para la adaptación humana giran alrededor de decisiones individuales y colectivas en torno a los citados períodos. Por ejemplo, las decisiones que toma un granjero acerca de qué sembrar, los ajustes en la siembra y las cosechas reflejan el deseo de obtener un balance óptimo basado en la productividad del año anterior. En la agricultura, el éxito o el fracaso son frecuentemente una consecuencia directa del tiempo; de forma similar, muchas sociedades tropicales se

\* Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera, USA

preparan para la época de la malaria o luchan para combatir epidemias inesperadas asociadas a sucesos extremos tales como las sequías o las inundaciones.

La capacidad para entender y anticipar cambios en el sistema climático, y sus consecuencias en relación con la salud, puede ofrecer a los responsables de salvaguardar la salud pública la posibilidad de emitir los avisos anticipados; una oportunidad para tomar medidas preventivas, ante posibles amenazas para la salud pública. La intención de este artículo es explorar el potencial de la incorporación de la predicción del tiempo a la política de la salud pública y a la toma de decisiones. Se presentan también estudios exploratorios sobre "clima y salud" en la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera y su Oficina de Programas Globales en los EE.UU. (NOAA/OGP), incluyendo los primeros resultados de la investigación sobre El Niño-Oscilación Austral (ENOA) y del proyecto de salud conocido como el Experimento ENOA. Este artículo plantea también los obstáculos y las oportunidades de la emergente disciplina de los estudios sobre el clima y la salud y ofrece sugerencias para investigaciones futuras.

### **La conexión entre el clima y la salud**

La conexión entre el clima y la salud se puede considerar, en el mejor de los casos, como compleja; el clima cambia a través del tiempo influyendo en los sistemas ecológicos por medio de eventos directos e indirectos, los cuales, a su vez, afectan a las condiciones para el desarrollo de las enfermedades. Lo que nos llega más a menudo es la información relacionada con el calentamiento global y la salud humana, pero en los últimos años, se ha puesto de manifiesto que las variaciones del clima en períodos más cortos de tiempo resultan ser muy importantes en lo referente a la salud, y además, esto resulta particularmente atractivo para los planes de investigación a corto plazo. Por otra parte, lo que aprendamos de este tipo de estudios científicos ha de servirnos para ilustrar aspectos importantes del problema a largo plazo; sin embargo, lo que resulta evidente, es que cuando el motivo para estudiar una relación entre el clima y la salud es la intervención, es tanto más difícil establecer esa relación y es de vital importancia que ésta se defina correctamente.

Los caminos por los cuales el clima afecta a la salud son muy variados (Figura 1). Las sequías e inundaciones, por ejemplo, pueden dar lugar a una serie de enfermedades ya sea a consecuencia de averías en las infraestructuras o a causa del desplazamiento de la población. Las temperaturas elevadas también pueden crear condiciones adversas o favorables para la transmisión de enfermedades infecciosas como la malaria. La variabilidad climática como la asociada a El Niño puede provocar problemas de escasez de recursos naturales, desembocando en complicados trastornos de salud evidenciados por las enfermedades respiratorias e infecciosas como las relacionadas a los incendios forestales en Indonesia y en México durante el fenómeno de El Niño, 1997-1998. Las lluvias intensas alteran el hábitat de los mosquitos, las temperaturas influyen en la patogénesis, o las sequías provocan desplazamientos de la población con el consiguiente incremento en la transmisión de enfermedades. La naturaleza de la cuestión del clima y la salud es, en consecuencia, inherentemente multi-dimensional, y por si todo esto fuera poco, la severidad de estos impactos variará según la vulnerabilidad cultural, política y socioeconómica.

Nuestro nivel de comprensión de la interacción de los distintos factores climatológicos que afectan a la salud humana, animal y vegetal es muy reducido. Entre los problemas de la salud que están, o pueden estar, relacionados con el clima, por descontado que el clima por sí sólo no es el único factor. Además de un número de factores naturales y físicos, cuando se considera la relación entre el clima y la salud, hay que considerar también una multitud de elementos sociales, políticos y culturales. Las consecuencias climáticas sobre la salud dependen de la vulnerabilidad de una población y de su capacidad para adaptarse. Las poblaciones marginadas económica y políticamente son mucho más vulnerables precisamente porque están menos preparadas para adaptarse o para reaccionar eficientemente. En países con enfermedades endémicas como el dengue o el cólera, esta vulnerabilidad puede que sea el factor determinante para la propagación de la epidemia.

A todo esto se le suma una complejidad adicional teniendo en cuenta que el margen de

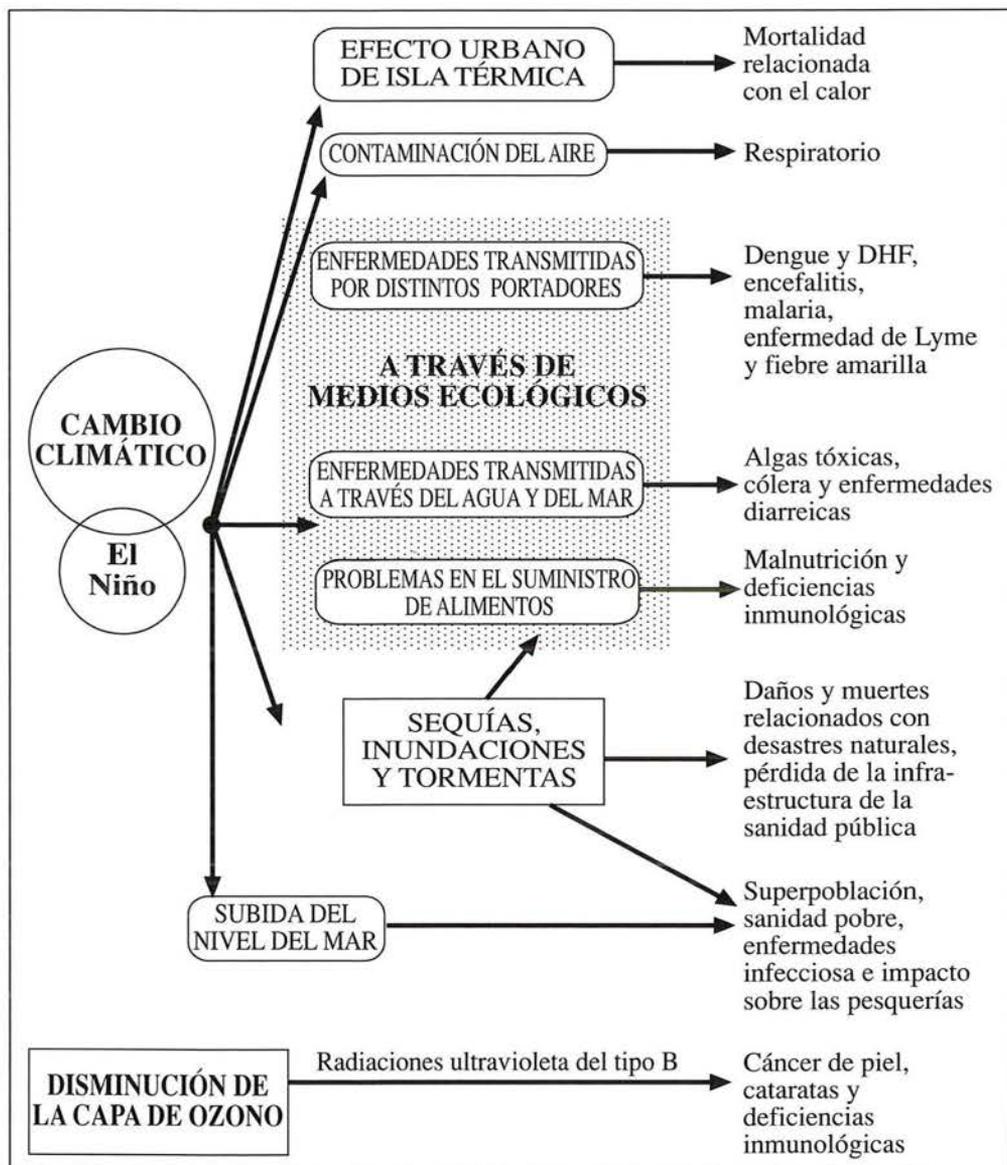


Figura 1 — Caminos para anticipar las causas del impacto de los cambios climáticos en la salud pública

(Adaptado de Patz & Balbus, 1996: *Methods for assessing public health vulnerability to climate change*. *Climate Research*, 6, 113-125)

tiempo para dar avisos adelantados basados en el clima variará en función del tipo de enfermedad, de la situación geográfica y de las condiciones sociopolíticas del momento; asimismo, habrá casos en los que aún con un conocimiento científico completo, los avisos previos podrían no ser utilizados o resultar útiles. Sin embargo, para algunas poblaciones de ciertas regiones, existe un potencial enorme para mejorar la calidad de vida e incluso, para salvar vidas.

El uso de la predicción climática en el campo de la salud pública no sólo requiere una mayor comprensión científica de los sistemas clima-salud, sino que además, requiere un cambio radical en la manera de pensar que va desde la forma de reaccionar a la preparación necesaria y a las posibles formas de atenuar las causas. Para comprender íntegramente estas últimas y, por último para integrar las herramientas climáticas que tenemos en la política de la salud pública y en la toma de

decisiones, la investigación debe ser fundamentalmente multidisciplinaria; esto requiere un esfuerzo de investigación a nivel internacional que implique a las agencias nacionales, a diferentes organizaciones, y al sector privado.

### **Actividades de investigación sobre el clima y la salud del NOAA/OGP**

El sistema climático varía de forma natural a lo largo de períodos temporales, desde estaciones a años, a décadas, y a períodos más largos. Si bien el ENOA es solamente un modo de variación natural y predecible, su influencia en el clima global resulta secundaria en el sentido de que sólo afecta a las estaciones. En 1985 y como parte del Programa Internacional de 10 años sobre los Océanos Tropicales y la Atmósfera Mundial (TOGA), el Programa del Clima y los Cambios Globales de la NOAA comenzó a estudiar la influencia del acoplamiento océano-atmósfera en las zonas tropicales del océano Pacífico. Como resultado de las investigaciones del TOGA, algunos científicos dedicados al clima empezaron a desarrollar experimentalmente predicciones climáticas estacionales y anuales de la precipitación y la temperatura. Al mejorar los métodos de predicción, fue creciendo el interés para su aplicación. Los esfuerzos del NOAA/OGP en la aplicación de la información de la predicción climática se fueron desarrollando para explorar la producción, distribución, aplicación y la evaluación de la información de estas predicciones climáticas. Estas actividades comenzaron a adoptar la forma de un sistema de información climatológica integrado desde las predicciones climáticas a todas aquellas que están destinadas a los usuarios finales del agua, pasando por las comunidades agrícolas y aquellas relacionadas con la salud, volviendo a los predictores, quienes ahora, podrán ofrecer un producto más flexible. Estos esfuerzos, enfocados principalmente a las regiones geográficas en las que las señales del ENOA son significativas, también se han dirigido con insistencia hacia el sector de la salud.

Nosotros hemos enfocado la cuestión clima-salud desde nuestro punto de vista tradicional de investigación climática encontrando, sin embargo, varios intereses, actividades y niveles de conocimiento, aunque así y todo son muy pocas las estructuras

institucionales que están preparadas para afrontar problemas de una naturaleza interdisciplinaria. Las agencias del clima financian los estudios del clima, los institutos de salud financian los estudios de la salud y los ecologistas estudian la función del ecosistema. Pero lo que se requiere para entender la relación clima-salud es un enfoque integrado y sistemático del problema. Esto no significa que no se estén haciendo importantes investigaciones sobre el tema, aunque la verdad es que en la mayoría de los casos, esto se hace de forma aislada según las distintas disciplinas, sin establecer la comunicación necesaria entre las diferentes comunidades investigadoras.

En este sentido, nos alejamos un poco de nuestro papel tradicional para explorar las oportunidades que nos da el uso de los avances de la información de los sistemas de terrestres para contribuir a la mejora de la salud humana y el bienestar. Nuestras actividades de investigación sobre el tema clima-salud poco a poco fueron evolucionando hacia un intento de estimular un discurso científico con el propósito de definir el problema adecuadamente. Como ya se planteó anteriormente, el problema clima-salud es complejo y de gran profundidad y amplitud; como punto de partida, nosotros junto con nuestros colegas, identificamos una pieza del rompecabezas, a saber, las enfermedades infecciosas, y nos concentramos en su relación con la variabilidad natural del clima a escala estacional e interanual.

En los últimos años ha surgido un grupo de entusiastas dedicados al estudio del complejo tema clima-salud, pero sus esfuerzos permanecen de alguna forma fragmentados, obstaculizando así el aprendizaje colectivo y las oportunidades de sinergia en los avances de la investigación. Lo que parece hacer falta, en general, son mecanismos para coordinar los estudios existentes y una dirección coherente para la investigación futura y sus aplicaciones. Reconocemos la necesidad de agrupar expertos de las diferentes disciplinas relacionadas con el tema para fomentar así el desarrollo de equipos de investigación más integrados y establecer una conexión con aquellos que últimamente se sirven de la información de las predicciones, tales como podrían ser las autoridades en el campo de la salud; asimismo, intentamos, en gran parte,

actuar como un catalizador para estimular la investigación y su planificación, desafiar a las estructuras institucionales existentes creando nuevas asociaciones, y poniendo la información de la predicción del clima en manos de aquellos que puedan usarla. A través de actividades científicas, entre agencias y de comunidades, el NOAA/OGP continúa intentando definir su papel en las comunidades multidisciplinarias emergentes interesadas en la influencia del clima en la salud.

### **El Experimento ENOA**

En julio de 1997, la Sociedad Americana de Microbiología patrocinó un coloquio sobre las variaciones del clima relacionadas con la salud humana, reuniendo a un grupo de científicos para analizar conjuntamente y desarrollar un plan de investigación. Al mismo tiempo que los científicos desarrollaban sus debates, las aguas del océano Pacífico se estaban calentando, preparándose para dar lugar a lo que sería el fenómeno de El Niño más importante de este siglo; la Madre Naturaleza estaba creando un laboratorio natural que fue aprovechado inmediatamente por los participantes en el coloquio. Una de las recomendaciones más importantes fue capitalizar este fenómeno llamado ENOA, que ya estaba en camino, para usarlo como una oportunidad para estudiar su influencia en las enfermedades infecciosas que amenazan a la salud humana. Los científicos estaban entusiasmados ante la posibilidad de que la información de la predicción del clima se pudiera utilizar con fines de salud pública, aunque reconociendo que era necesario hacer primero numerosos estudios sobre el tema. El ENOA en desarrollo ofrecía la oportunidad de utilizar un acontecimiento de tal envergadura con el fin de iluminar lo que de otra forma hubieran sido sutiles indicios de los caminos que tiene el clima para incidir sobre la salud, sentando así los fundamentos necesarios para anticipar las consecuencias para la salud del próximo ciclo del ENOA y proporcionar una perspectiva que permitiese anticipar los posibles impactos y reacciones de los seres humanos a los cambios del sistema climático a largo plazo. Ésta recomendación sentó las bases del Experimento ENOA.

Los integrantes del coloquio instaron al NOAA/OGP a participar activamente y reunir socios académicos e institucionales dedicados

al clima y la salud; en colaboración con el Instituto de Investigación Internacional para la Predicción del Clima, comenzamos a coordinar activamente el Experimento ENOA, lo que supone un esfuerzo de estudios interdisciplinarios para examinar las relaciones entre las variaciones del clima y la salud humana, y explorar el potencial de la utilización de la información procedente de las predicciones en el ámbito de la salud pública. En concreto, este Experimento tiene cuatro objetivos fundamentales:

- Evaluar el impacto del ENOA de 1997-1998 sobre la salud humana.
- Intensificar el diálogo entre las comunidades investigadoras del clima, la ecología y la salud así como también entre los usuarios de la información de las predicciones.
- Documentar la utilización de la información de las predicciones en el campo de la salud durante el ENOA de 1997/1998.
- Definir las necesidades de áreas adicionales de investigación y de control así como sus futuros requerimientos.

Alrededor de unas 25 actividades de investigación en diversas partes del mundo y bajo el paraguas del experimento ENOA fueron dirigidas a enfermedades infecciosas, incluyendo el cólera, el dengue, la malaria, el *hantavirus*, enfermedades diarreicas y otras enfermedades transmitidas a través del agua (Figura 2). Los estudios abarcaron desde el campo de la epidemiología a los análisis históricos, desde la modelización a la cartografía. Los investigadores que participaron en el Experimento ENOA cooperaron para examinar las hipótesis de que los cambios en la precipitación, la temperatura y en otras variables medioambientales relacionadas con el ENOA tienen efectos directos (a través de sequías, inundaciones y otros fenómenos meteorológicos extremos) y efectos indirectos (a través de cambios en la transmisión y brotes de enfermedades infecciosas, particularmente aquellas transmitidas por mosquitos, roedores o por medio del agua) sobre la salud humana.

Este esfuerzo reunió a investigadores que en su mayoría estaban realizando sus estudios gracias a becas previamente concedidas, y

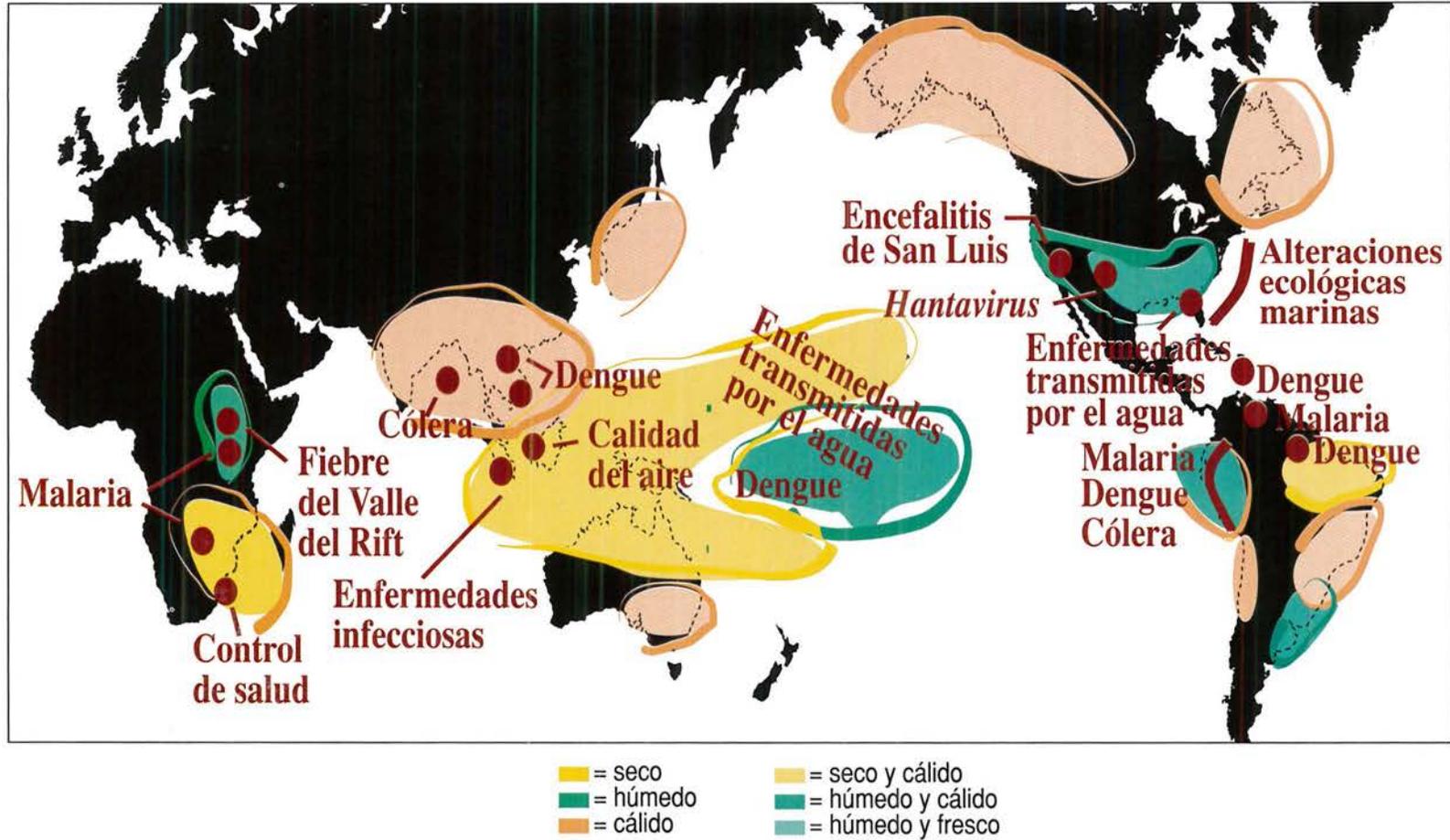


Figura 2 — El Experimento ENOA y las investigaciones: explorando las relaciones entre el ENOA y la salud humana

(Adaptado de C.F. Ropelewski y M.S. Halpert, 1987: *Global and regional scale precipitation patterns associated with ENSO. Monthly weather review*, 115, 1605–1626)

además recibió el apoyo inicial de distintas fuentes; como ejemplos de socios nacionales e internacionales podemos incluir: en los Estados Unidos, la Agencia de Protección del Medioambiente, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, los Centros para la Prevención y Control de Enfermedades, la Agencia para el Desarrollo Internacional, el Organismo de Estudios Geológicos, la Universidad de Maryland, la Universidad Johns Hopkins y la Universidad de Harvard; en el Reino Unido, la Escuela de Medicina Tropical e Higiene de Londres y la Universidad de Durham; el Centro Internacional de Investigación de Enfermedades Diarreicas en Bangladesh; el Centro Enseñada de Investigación Científica y de Educación Superior en México; y el Instituto de Investigación de la Energía Eléctrica.

Se determinó que la duración del Experimento ENOA fuera de un año, con una evaluación al llegar a su término. De acuerdo con lo resuelto, el NOAA/OGP organizó, en agosto de 1998, una reunión de la junta del Experimento ENOA con el objetivo de evaluar el aspecto científico y su proceso (el informe está aún en preparación).

### **Resultados de la investigación**

Las investigaciones desarrolladas bajo el Experimento ENOA están dando algunos resultados preliminares muy interesantes, indicando una clara conexión, en algunos casos, entre el clima y la salud, mostrando los puntos fuertes y las debilidades de la aproximación metodológica, dando una nueva visión de las necesidades de las futuras investigaciones y estimulando a nuevas colaboraciones institucionales. Con investigaciones todavía pendientes y algunos investigadores volviendo a la esfera de estas actividades, aún no se han publicado la mayor parte de los resultados. No obstante, aquí comentaremos algunas de las conclusiones preliminares que se discutieron durante la reunión de la junta del Experimento ENOA.

Por ejemplo, en el este de África, las lluvias torrenciales relacionadas con El Niño provocaron graves inundaciones en toda la región. Esto probablemente haya sido la causa de un brote de la fiebre del valle del Rift, una enfermedad, cuyo portador es un artrópodo, que causa la muerte y enfermedades de tipo hemorrágico y febril en las personas y en el

ganado (Peters, comunicación personal). Además de la muerte directa, se supone que la pérdida de ganado tendrá repercusiones económicas y alimentarias negativas durante varios años, en unas poblaciones ya marginadas. No hay un tratamiento establecido para las infecciones en seres humanos, pero sí existen vacunas para el ganado, y aunque la región está plagada de enfermedades endémicas, los brotes de la fiebre del valle del Rift podrían ser mitigados mediante un buen conocimiento científico del clima y de la enfermedad. Con un margen de tiempo adecuado, como el que nos da la predicción del clima, se podría llevar a cabo la ejecución anticipada de un programa de vacunación, para de esta manera reducir las pérdidas humanas, de animales y demás costes económicos.

En la zona costera del Perú, donde el cólera volvió en 1991, recientes investigaciones sugieren que las enfermedades se propagan a lo largo de la región costera debido a las altas temperaturas de la superficie del mar a lo largo la costa (Colwell, comunicación personal). Los datos científicamente obtenidos relacionan a esta enfermedad con las elevadas temperaturas de la superficie del mar en la época de El Niño y comienzan a definir algunas relaciones de las causas del cólera en las costas del Perú.

Algunos estudios llevados a cabo en Bangladesh evidencian resultados similares. Esta investigación, que comprende estudios de campo, análisis de laboratorio, teledetección e información climática provee una visión integrada de la naturaleza sobre las cuestiones investigadas, y el potencial de la información climática aplicada para dar avisos anticipados cuando se den las condiciones para la propagación del cólera. En Florida, EE.UU., las fuertes lluvias relacionadas con El Niño llevaron a un incremento en la aportación de agua en las vertientes de la zona de Charlotte Harbor. Los investigadores detectaron la presencia de virus humanos en las inmediaciones de Charlotte Harbor donde anteriormente no existían esos vibiones y asocian esos descubrimientos a las fuertes lluvias y a las características de las corrientes fluviales (Rose, comunicación personal). Esto podría tener implicaciones importantes en la calidad del agua, en la sanidad y en la gestión de las pesquerías.

La aparición del hantavirus en los Estados Unidos, aunque de menor magnitud en número

de casos, puede causar un florecimiento de actividad y de gastos. En la región de Four Corners (de Arizona, Utah, Colorado, y Nuevo México), EE.UU., las investigaciones apoyan la hipótesis de que las lluvias relacionadas con El Niño ocasionaron un incremento de la vegetación, que, a su vez, lleva a un incremento del número de roedores que transmiten la enfermedad a través de la orina que en ciertas circunstancias puede ser inhalada por las personas. La situación es particularmente grave si es seguida por la sequía, puesto que al disminuir el alimento natural de los roedores fuerza aún más la interacción de los humanos con estos animales. Aunque el número total de casos en los Estados Unidos no es alto, los catorce registrados hasta noviembre de 1998 (cuando se estaba escribiendo este artículo) superan los que se dieron en los últimos cuatro años, y la población detectada de roedores es mucho más alta (Gurri-Glass, comunicación personal).

Los estudios muestran una correlación entre El Niño y la malaria en Colombia, con un incremento en los casos durante el año de El Niño e incluso aún más durante el año siguiente (Bouma et al., 1997). En el caso de Venezuela, unos estudios similares muestran que la mortalidad y frecuencia relacionada con El Niño, en los años siguientes a éste, está más íntimamente asociada a las sequías de los años anteriores a la epidemia, que a las lluvias durante los años de esta epidemia (Bouma y Dye, 1997). Esta investigación nos indica que se deberían tomar más en cuenta los estudios sobre la dinámica de estos sistemas, así como, el potencial de dar avisos adelantados cuando se den las condiciones que llevan a un incremento en la mortalidad causada por la malaria, al igual que en su frecuencia de aparición.

Además de los estudios científicos, el experimento ENOA es, en gran parte, un proceso de descubrimientos acerca del proceso en sí mismo; ¿cómo facilitar las investigaciones científicas de una naturaleza tan interdisciplinaria? Si bien ya se han creado muchas nuevas instituciones, es evidente que lo que hacía más falta hacia el final del año (agosto de 1998) era una fuerte conexión e integración de las comunidades que estudian el clima y la salud. Es obvio que esto llevará aún más tiempo y más esfuerzo concertado. No cabe duda de que una verdadera integración de

las comunidades de investigadores es vital para una buena aplicación de las ciencias en este campo. Parece también bastante claro que, a estas alturas de los acontecimientos, las actividades más importantes son aquellas que fomentan y desarrollan una comunidad genuina e integrada dedicada al tema clima-salud a través de las distintas disciplinas e instituciones. Esto quizás sea la lección puntual más importante aprendida del Experimento ENOA.

### Los siguientes pasos

Aunque El Niño ahora ha evolucionado a una fase fría (La Niña), es importante recordar que las consecuencias para la salud pueden llegar después de los impactos climáticos. Además de los resultados preliminares de las investigaciones, las discusiones durante la junta se centraron en datos, metodología y pasos a seguir. Las recomendaciones de esta reunión incluyen la prolongación del Experimento ENOA durante un año más (hasta julio de 1999) para:

- Cerrar el ciclo completo de los efectos del ENOA sobre la salud teniendo en cuenta que muchas de las investigaciones aún no se han terminado.
- Aprovechar la oportunidad que nos presenta La Niña para estudiar los efectos sobre la salud asociados con un ciclo completo del ENOA.
- Llevar la visión climatológica más allá del ENOA a otros tipos de variabilidad natural.
- Llegar más allá de la salud humana y enfermedades infecciosas.
- Iniciar y apoyar actividades destinadas a un objetivo predeterminado.
- Desarrollar actividades educativas y crear oportunidades para formar la comunidad salud-clima.
- Asegurar y aumentar fondos coordinados para las investigaciones.

Mientras algunas de las recomendaciones son a corto plazo y otras necesitarán más tiempo y recursos para llevarse a cabo, el NOAA/OGP continuará definiendo su papel de colaboración con sus socios y teniendo estas recomendaciones presentes. Con ese fin anticipamos nuestra colaboración con el Programa Mundial de Aplicaciones Climáticas

de la OMM y esperamos ansiosamente poder colaborar con otras organizaciones, como la OMS, el PNUMA así como con programas internacionales, tales como el Programa Internacional Geosfera-Biosfera (ICSU).

### **Requerimientos para la Investigación**

La conexión entre el clima y salud ha sido ampliamente discutida pero, en suma, lo que más necesitamos es ampliar mucho más los estudios sobre el tema. La existencia de una relación entre el clima y la salud es algo obvio y hasta cierto punto intuitivo; pero deberíamos enfocar nuestras energías sobre estas conexiones y saber cómo anticiparlas. El estado actual de las relaciones institucionales no fomenta adecuadamente la colaboración necesaria para articular hábilmente el problema. Ni siquiera la infraestructura existente apoya el desarrollo, y más importante aún, tampoco la instrumentación de las actividades integradas que estudian en profundidad las cuestiones fundamentales que desafían estos nuevos campos de investigación. Las preguntas de la salud climatoecológicas se pueden responder correctamente, solamente, a través de una investigación rigurosa, integrada y llevada a cabo mediante una estrecha unión de disciplinas, y aunque existan muchos obstáculos que salvar, el posible beneficio derivado de unas investigaciones exitosas y la aplicación de la información derivada de las predicciones climatológicas compensará con creces todos los esfuerzos que se tengan que realizar.

Los resultados de las nuevas investigaciones comienzan a surgir uno tras otro. Debemos resistir la tentación de confundir la conexión con la causalidad, ya que si no comprendemos la complejidad de este problema corremos el riesgo de haber hecho un gran esfuerzo en vano. Sin embargo, si insistimos en ello y desarrollamos una política con sólidas bases científicas podríamos disponer del enorme potencial de la información climática y utilizarla para mejorar la calidad de la vida de los hombres y mujeres de todo el mundo. El éxito requerirá paciencia: paciencia para conducir la investigación que descubre las relaciones causales; paciencia para desarrollar el entendimiento de las diversas disciplinas involucradas en la tarea; paciencia para entender el lenguaje de cada

una de estas disciplinas; paciencia para desarrollar herramientas comunes y una nueva metodología; y, por último, paciencia para desarrollar nuevas relaciones institucionales que faciliten lo que eventualmente deberá ser un esfuerzo mundial unificado.

Con la significativa implicación de la NOAA, ya se están llevando a cabo en los EE.UU. esfuerzos para formular un programa coordinado de investigaciones sobre el clima y la salud. El entender las causas y relaciones requiere una serie completa de datos de alta calidad basados en observaciones cuidadosas y de verificaciones de factores que tengan escalas temporales y espaciales compatibles. Estos factores incluyen parámetros sociales, así como, medioambientales, meteorológicos, de la salud y biológicos, por nombrar sólo algunos de ellos. Se necesitan también estudios intensivos de corta duración que, junto con una modelización realizada, enfocados particularmente sobre sistemas caóticos no lineales, podrían aportar luz sobre la dinámica de los caminos clima-salud seleccionados y darnos útiles indicaciones sobre las amenazas potenciales a la salud pública.

### **Conclusión**

Existe un especial atractivo respecto al uso de las herramientas de la predicción del tiempo para dar avisos anticipados de las amenazas a la salud pública. Sin embargo, hasta ahora sólo se ha empezado a estudiar la relación entre el clima y la salud. Numerosos factores sociales, políticos y económicos atañen a la repercusión del clima sobre la salud, lo que requiere un intenso enfoque interdisciplinario y una fusión de disciplinas sin precedentes. Los campos del clima y la salud no están obstaculizados por falta de entusiasmo; por el contrario, el desafío está en encauzar ese entusiasmo hacia una investigación crítica y constructiva con un fin determinado en mente. Esto requerirá el desarrollo de acuerdos institucionales para facilitar una integración de disciplinas que vaya más allá de la medicina y la climatología.

Las tendencias caóticas en el sistema de la tierra, su ruido de fondo, y la continua presencia de la intervención del hombre en cualquier sistema sólo hace que el entendimiento de ese sistema sea más complicado, pero no imposible. Organizar un esfuerzo de investigación de esta magnitud está, sin embargo, más allá de la esfera de

acción de cualquier nación y, por supuesto, le corresponde a todas las naciones formar parte de ese cometido. La naturaleza mundial de las cuestiones del clima y la salud exhorta a una respuesta mundial. La clave del éxito en los estudios a largo plazo de los impactos del clima en la salud y a un sistema de previsión y respuesta apropiados, depende de una

comunidad activa y bien coordinada, dedicada al tema del clima y de la salud.

#### **Bibliografía**

BOUMA, M. J. et al., 1997: *Tropical Medicine and International Health*, **2**, 1122-1127.

BOUMA, M. J. y C. DYE, 1997: *Journal of the American Medical Association*, **278**, 1772-1774. □

## **EVALUACIÓN INTERNACIONAL DE LA DISMINUCIÓN DE LA CAPA DE OZONO: 1998**

Por RUMEN D. BOJKOV\*

### **Introducción**

Más de 65 países Miembros de la OMM, mantienen de forma continuada 160 estaciones de medida del ozono con base en tierra y un determinado número de satélites con igual función. Algunas de estas estaciones lleva ya más de 40 años registrando y procesando datos en este campo, y ello, junto con los satélites de los últimos 20 años, proporciona una serie de datos inestimables para determinar los cambios a largo plazo en el ozono. Esta supervisión sistemática fue iniciada por la Comisión Internacional del Ozono (CIO) en 1956 como preparación para el Año Geofísico Internacional. Desde ese momento ha sido coordinada y normalizada por el Sistema Mundial de Observación del Ozono (SMOO<sub>3</sub>) de la OMM, que ahora forma parte de la VAG (Vigilancia Atmosférica Global).

Basándose en datos contrastados y en las correspondientes investigaciones de laboratorio y de modelización, la OMM ha estado preparando una información científica autorizada, así como una estimación del pasado, presente y futuro del comportamiento de la capa de ozono desde el comienzo de los años 70. La OMM emitió la primera declaración científica solvente en 1975, que, con el título "Modificación de la capa de ozono debida a la actividad humana y algunas de las posibles consecuencias geofísicas", constituyó la primera advertencia de carácter internacional

sobre el peligro de la destrucción de la capa de ozono como resultado de los clorofluorocarbonos (CFC) reivindicando la necesidad de una acción internacional en relación con este asunto.

Desde entonces seis evaluaciones completas (Informes de Proyectos sobre el Ozono números 11, 16, 18, 20, 25 y 37) han servido como respaldo científico para la formulación de la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985), su Protocolo de Montreal (1987) y sus Enmiendas (1990, 1992, 1995, 1997). Durante 1998, se completó la séptima evaluación de la serie. Todo ello fue preparado con la participación activa de cientos de científicos de todo el mundo, apoyados por la OMM y por agencias especializadas de los Miembros, como, por ejemplo, la NASA y la NOAA (EE.UU.), la AES (Canadá) y la JMA (Japón), por la Comisión Internacional del Ozono, y también por el PNUMA y la Unión Europea.

En la *Evaluación del Ozono de 1998* se revisan críticamente los avances en la ciencia del ozono de los últimos cuatro años. El estudio se compone de 12 capítulos, divididos en cuatro partes, donde se analizan los siguientes puntos: (a) lo que está pasando basándose en la información obtenida por las observaciones de los halocarburos, el ozono, la temperatura y los aerosoles; (b) las mejoras en la comprensión de los procesos de la troposfera y de la estratosfera que tienen relevancia en el balance del ozono; (c) las consecuencias conocidas de los cambios en el

\* Consejero Especial de la Secretaría General de la OMM