

El modelo ayuda también en gran medida en el planteamiento de posibles escenarios de reestructuraciones de unidades y actividades.

Hacia un modelo de costes homogéneo y consensuado

Como se ha expuesto anteriormente no existe una normativa que regule y homogeneice la información obtenida de un sistema de contabilidad analítica. Este hecho supone que la información obtenida pueda no ser contrastada con la que suministren en otros SMN, ya que los diferentes criterios de repartos y las diferencias en los criterios de cuantificación de los consumos supondrán la obtención de importes diferentes en cada caso. Dado que existen foros en los que estas informaciones son contrastadas, como por ejemplo en las rendiciones de costes que se realizan a EUROCONTROL (motivo de gran interés y preocupación por la OMM) por los costes aeronáuticos, sería quizás interesante plantear la posibilidad de un contraste entre los trabajos que se están llevando a cabo en los diferentes SMN.

Cierto es también que un determinado tipo de adscripción jurídica por parte de un SMN o un encaje departamental diferente pueden, de una u otra forma, influir en los criterios de repercutir o calcular costes

dentro del organismo en cuestión. Sin embargo, no cabe duda que la actividad meteorológica no conoce fronteras y que un planteamiento mancomunado y a ser posible avalado por la OMM, con técnicas contables compartidas, podría ser en más de una ocasión de una gran utilidad a la hora de justificar costes por actividades meteorológicas ante organismos supranacionales (como es el referido caso de EUROCONTROL) máxime, si además, dicho sistema pudiese servir de forma extensiva para calcular los costes de las demás actividades finalistas de los SMN y optimizar la gestión integral de los mismos.

Bibliografía

- IGAE, 1994: *Contabilidad analítica de las Administraciones Públicas*. Madrid.
- FERNÁNDEZ DÍAZ, A. 1987: *Los efectos de la meteorología sobre la economía nacional*. INM, Madrid.
- COOPER, R. y R. S. KAPLAN, 1998: *The Design of Cost Management Systems*, Prentice Hall, New Jersey.
- SÁEZ TORRECILLA, A. 1984: Contabilidad de costes y la Administración Pública. Jornadas IGAE.
- GONZALO ANGULO, J. C. 1992: Modelos normativos para el cálculo y control de costes en la empresa. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid

Biometeorología: en busca de los vínculos entre el tiempo, el clima y la salud

Por Laurence S. Kalkstein*

Recientemente, el interés por los efectos del tiempo atmosférico sobre la salud humana se ha convertido en un asunto de la mayor importancia, en especial debido a las numerosas predicciones de un tiempo más cálido durante el próximo siglo. La OMM copatrocinó, con la OMS y con el PNUMA, un libro publicado recientemente sobre el cambio climático y la salud humana, del que tengo el orgullo de ser coautor. En el libro, se trataron gran variedad de cuestiones sobre clima y salud, incluidos la influencia del calor y del frío sobre la mortalidad y la morbilidad, los efectos del clima sobre las enfermedades infecciosas transmitidas por vectores y las consecuencias de los episodios de

tiempo extremo sobre la producción de alimentos, las reservas de agua potable y los refugios medioambientales.

Como resultado de este libro se desarrolló una colaboración entre los principales organismos asociados en la Agenda para el Clima, así como entre organismos nacionales y municipales, en el desarrollo de lo que llamamos Proyectos Modelo. Estos se diseñan para aplicar las informaciones del clima y los pronósticos del tiempo a la reducción de las muertes humanas relacionadas con olas de calor extremo. El objetivo de este artículo es describir los temas a tratar en el Proyecto Modelo y señalar las metodologías climatológicas unificadas y actuales, que pueden usarse para intentar reducir la mortalidad asociada con el calor en ciudades dentro del mundo desarro-

* Centro de Investigación Climática de la Universidad de Delaware, Newark, Delaware 19716, EE.UU.

llado y del mundo en vías de desarrollo. De esta forma, describiré el trabajo que estamos haciendo para diseñar un conjunto internacional de sistemas de aviso de calor y salud. Este proyecto no sólo forma parte de una gran colaboración entre los organismos de NU, sino que también es parte de una comisión formal que yo encabezo como miembro de la junta ejecutiva de la Sociedad Internacional de Biometeorología, la principal organización de biometeorólogos del mundo. Los estudios sobre tiempo y salud se inscriben perfectamente dentro del campo de la biometeorología, una especialidad que ha mostrado un incremento fenomenal de la investigación en las últimas décadas. La Sociedad Internacional de Biometeorología ha marcado el camino al fomentar nuestra disciplina como una importante corriente científica.

La premisa básica para comprender la respuesta humana al tiempo atmosférico descansa en el conocimiento de que respondemos bien a la situación meteorológica promedio o normal, pero nuestra respuesta es pobre cuando se exceden ciertos umbrales meteorológicos. Estos valores que sobrepasan los umbrales pueden ser de corta duración y, en apenas unas horas de tiempo inusualmente caluroso, pueden llevar a un marcado incremento de los índices de muertes, a un aumento de las admisiones hospitalarias y a acrecentar el número de individuos con estrés nervioso y depresión.

La investigación que hemos realizado en Canadá, China, Egipto, EE.UU. e Italia, apoya este concepto de intervalo de tolerancia. En muchos lugares, si todos los días del verano son de un diez a un quince por ciento más cálidos ya se producen efectos sobre la mortalidad humana. Algunos de estos aumentos de mortalidad sobrepasan el cien por cien y, para numerosas ciudades del mundo en vías de desarrollo y desarrollado, el calor es el mayor causante de las muertes relacionadas con el tiempo atmosférico. Resulta interesante resaltar que la gente de ciertas zonas del mundo es mucho más sensible a los efectos del calor que las de otras, y que los países en vías de desarrollo no son necesariamente los de mayor riesgo. Respecto a las enfermedades relacionadas con el calor, en las zonas donde éste es menos frecuente, tales como las zonas templadas, la salud responde peor al calor excesivo que en aquellas donde las condiciones de calor son habituales. La variabilidad del tiempo es responsable de un mayor incremento de enfermedades y de un mayor número de muertes en relación con el calor

que la misma intensidad del calor. De esta forma, ciudades como Chicago, San Luis y Filadelfia, en los EE.UU., tienen más muertes relacionadas con el calor que muchas ciudades tropicales del mundo en vías de desarrollo: esto se produce a pesar de la presencia de aire acondicionado en la mayor parte de los hogares y de los lugares de trabajo de esas ciudades. Por supuesto, las ciudades de las zonas templadas de cualquier parte del mundo también son vulnerables, y Shanghai es un buen ejemplo de ciudad cuya población es muy sensible a problemas que tienen que ver con el calor. La gente que vive en climas estivales muy variables está mal adaptada al calor extremo, principalmente debido a que se produce de forma irregular. Por otra

parte, la gente que vive en regiones tropicales hace frente al calor excesivo adaptando su forma de vida al calor, mediante la aclimatación fisiológica y adoptando un modo psicológico especial de enfocar la cuestión. Las adaptaciones culturales o sociales, incluidos el diseño de las casas y la estructura general de la zona urbana también pueden explicar por qué la mortalidad relacionada

con el calor es menos frecuente en climas cálidos con variabilidad baja.

Hay evidencias de que las fluctuaciones a largo plazo en el tiempo atmosférico también afectan a la salud humana. En algunos casos, factores climáticos intraestacionales o interestacionales tienen enormes consecuencias sobre la mortalidad relacionada con el calor. Por ejemplo, durante el verano, las olas de calor tempranas están asociadas a una mortalidad mucho más alta que las olas de calor tardías de magnitud similar. Esta variación intraestacional se atribuye, en parte, a que la población se va aclimatando y ajusta su comportamiento al calor a medida que avanza la estación cálida. Además, durante las olas de calor tempranas, pueden morir los individuos más sensibles de la población, mientras que las personas menos vulnerables pueden hacerlo durante las últimas. Incluso se podría observar aquí un efecto interanual. Después de numerosos veranos frescos, hasta es posible que un verano muy caluroso produzca un número de muertes mayor que el que podría esperarse. Los veranos frescos permiten que el número de individuos de riesgo aumente, y la primera ola de calor severa puede ser catastrófica. Este pudo ser un factor importante en las muertes de tanta gente en Chicago en 1995: el año anterior muy caluroso fue 1988.

Teniendo en cuenta la importancia de las enfermedades relacionadas con el calor en muchas de las

Este artículo se basa en una de las dos conferencias científicas solicitadas al autor y pronunciadas en el CE-LII (mayo de 2000). El autor también fue coautor del artículo "Condiciones meteorológicas y mortalidad de ancianos en Roma durante el verano", que apareció en el Boletín de la OMM 49 (4).

zonas urbanas más importantes de todo el mundo, se ha colaborado para diseñar sistemas eficaces de vigilancia y aviso para prevenir problemas de salud relacionados con el calor para todas las grandes ciudades vulnerables. Esta colaboración fue alentada por el Programa Mundial de Aplicaciones y Servicios Climáticos a través del Comité Interorganismos de la Agenda para el Clima, e incluye a la OMM, a la OMS, al PNUMA, a la Agencia de Protección Medioambiental de EE.UU., al Instituto de Investigación de Energía Eléctrica y a la Universidad de Delaware. Como Ponente de la OMM sobre Clima y Salud Humana, mi trabajo se lleva a cabo a través de la Comisión de Climatología y tengo el honor de dirigir este útil proyecto.

Los sistemas de aviso para prevenir problemas de salud relacionados con el calor de Roma y de Shanghai son únicos por dos motivos importantes. Primero, están diseñados específicamente para cada zona urbana y tienen en cuenta el clima individual, la estructura social y el paisaje urbano de cada ciudad. De esta forma, los sistemas distinguen el hecho de que los individuos reaccionan de forma distinta al tiempo atmosférico en las diferentes ciudades: una situación que produce mortalidad relacionada con el calor es distinta en Londres que en El Cairo. En los pocos lugares en los que existen sistemas operativos de vigilancia y aviso, los criterios para emitir un aviso de calor se basan a menudo en elementos climáticos individuales, elegidos de forma un tanto arbitraria y sin estar relacionados necesariamente con ninguna respuesta humana particular (como, por ejemplo, una temperatura aparente mayor de 41°C), y la coordinación entre el servicio meteorológico local, que emite el aviso, y el organismo local de salud, dista a menudo de ser óptima.

En segundo lugar, los sistemas que estamos desarrollando son los primeros que funcionan basándose en relaciones reales de la salud humana con el tiempo atmosférico. Estos sistemas reconocen que hay un "paraguas de aire" completo, más que elementos meteorológicos particulares, el cual origina una respuesta de la salud humana potencialmente negativa. Los sistemas aquí diseñados se fundan en identificar situaciones de tiempo estresantes, más que temperaturas, humedades u otros parámetros meteorológicos aislados que pueden ser parte de una situación agobiante global.

El concepto de sistema de vigilancia y aviso del Proyecto Modelo se basa en las recomendaciones de una reunión de la Comisión de Climatología, a la que asistieron expertos de la OMM, de la OMS y del PNUMA, que se celebró en Friburgo, Alemania, en 1997. Los resultados se convirtieron en un Memorando de Entendimiento entre el PNUMA y la Universidad de Delaware, con el siguiente objetivo:

Desarrollar sistemas de aviso de calor y salud para ciudades del mundo desarrollado y del mundo en vías de desarrollo utilizando procedimientos que acentúen los resultados que relacionan el clima con la salud, y a partir de las orientaciones de estos sistemas, ayudar a la puesta en marcha de metodologías de intervención y de mitigación.

Estas directrices se basan en el desarrollo de dos prototipos de sistema existentes en los EE.UU., situados en Filadelfia y en Washington, DC. La primera ciudad elegida para el desarrollo de un sistema bajo el paraguas del Proyecto Modelo es Roma, en Italia. Me gustaría usar Roma como ejemplo de la forma en que estos sistemas representan la estrategia actual para interpretar los resultados que relacionan el tiempo atmosférico con la salud, y de cómo llevamos a la práctica la información del sistema para salvar vidas.

Se han seguido las siguientes etapas para el desarrollo del sistema de Roma:

- Determinar las relaciones históricas de la mortalidad en relación con el calor y el tiempo atmosférico, utilizando el modelo climático más eficaz posible.
- Desarrollar un método que permita identificar las condiciones meteorológicas más importantes que hacen aumentar la mortalidad en relación con el calor.
- Desarrollar un método para predecir las condiciones meteorológicas que puedan aumentar la mortalidad relacionada con el calor durante las 48 horas siguientes usando las predicciones para seis horas.
- Desarrollar un conjunto de planes de intervención para que la ciudad pueda mitigar el daño a la salud cuando el sistema indica que debería emitirse un aviso.
- Una vez que el sistema está funcionando, desarrollar un método para comprobar la efectividad real del sistema para salvar vidas.

El sistema de Roma, como los otros del Proyecto Modelo, se desarrolló en la Universidad de Delaware, en cooperación con la Autoridad Sanitaria del Lazio y con el Servicio Meteorológico Italiano en Roma. Para lograr el primer paso, el Lazio ofreció un conjunto diario de datos de mortalidad de Roma para un período de doce años desde 1987 a 1998, subdividido por edad (mayores o menores de 65 años) y sexo. El Servicio Meteorológico Italiano ofreció un conjunto de datos meteorológicos de Roma de un período extenso de forma que pudimos construir el modelo climatológico.

Parece ser que, prácticamente, todas las causas de muerte aumentan bajo condiciones de tiempo estresante, por lo que no fue necesario dividir los datos



Suroeste de OHIO



Sistema de Avisos Meteorológicos

Predicción original vespertina para mañana y para pasado mañana
 Emitida el martes, 23 de mayo de 2000 a las 03:30:15
 Para examinar una predicción modificada, presione aquí.
 Predicción para el 23 y el 24 de mayo

Cincinnati/Dayton

Columbus

Emitido para el 23 de mayo de 2000

SIN AVISO
 SIN MUERTES ADICIONALES
 PREVISTAS

SIN AVISO
 SIN MUERTES ADICIONALES
 PREVISTAS

Emitido para el 24 de mayo de 2000

SIN AVISO

SIN AVISO

TEMPERATURA 0500 15,6 14,4
 PUNTO DE ROCÍO 0500 11,7 11,6
 TEMPERATURA 1100 22,2 21,7
 PUNTO DE ROCÍO 1100 14,4 12,8
 TEMPERATURA 1700 25,6 25,0
 PUNTO DE ROCÍO 1700 14,5 11,7
 TEMPERATURA 2300 19,4 22,8
 PUNTO DE ROCÍO 2300 13,8 11,1
 NUBOSIDAD 8,8 1,9
 MASA DE AIRE MT DM
 DAÑINA NO NO
 NÚMERO DE DÍA CONSECUTIVO 0
 MUERTES ADICIONALES PREVISTAS 0

TEMPERATURA 0500 16,7 17,2
 PUNTO DE ROCÍO 0500 13,4 13,9
 TEMPERATURA 1100 23,9 22,8
 PUNTO DE ROCÍO 1100 16,1 13,9
 TEMPERATURA 1700 26,1 26,1
 PUNTO DE ROCÍO 1700 15,0 12,8
 TEMPERATURA 2300 20,6 23,9
 PUNTO DE ROCÍO 2300 15,0 12,8
 NUBOSIDAD 6,9 4,4
 MASA DE AIRE MT DM
 DAÑINA NO NO
 NÚMERO DE DÍA CONSECUTIVO 0
 MUERTES ADICIONALES PREVISTAS 0

El sistema de Vigilancia Meteorológica:

¡ALARMA!

Las condiciones meteorológicas previstas provocarán con gran probabilidad muertes adicionales.

VIGILANCIA

Las condiciones meteorológicas previstas pueden provocar muertes adicionales.

SIN AVISO

Las condiciones meteorológicas previstas no sugieren muertes adicionales.

de mortalidad por la causa de la muerte. Después, los datos de mortalidad se normalizaron para eliminar cualquier ruido no meteorológico. Por ejemplo, es sabido que en Roma se produce un éxodo durante agosto, cuando los italianos abandonan la ciudad y se van de vacaciones. De este modo, la normalización debe tener en cuenta tales variaciones antes de que se pueda desarrollar ninguna relación entre tiempo atmosférico y mortalidad.

Probamos tres procedimientos distintos de modelización climatológica para determinar la mejor forma de relacionar las variaciones del tiempo estival con los datos de mortalidad normalizados.

- Un método de temperatura aparente, usando modelos obtenidos en los EE.UU. para evaluar el efecto simultáneo de la temperatura y de la humedad.
- Un método de sensación térmica, con datos del Dr. Gerd Jendritzky del *Deutscher Wetterdienst*, que evalúa el balance energético del cuerpo.
- Un método de climatología sinóptica, que sitúa cada día dentro de un tipo de masa de aire y determina el efecto de la situación meteorológica total sobre el individuo.

El procedimiento que produjo los mejores resultados, identificando las relaciones más fuertes entre la variación de tiempo estival y el exceso de mortalidad, se seleccionó para ser utilizado en el sistema de vigilancia y aviso. Se hizo una prueba para determinar cuál de los siguientes umbrales: un valor de temperatura aparente, un valor de sensación térmica o un tipo de masa de aire, explicaba mejor las variaciones de la mortalidad durante situaciones agobiantes. La evaluación indicó que la metodología basada en la climatología sinóptica era la que mejor podía detectar días de alta mortalidad en Roma y que ciertas masas de aire están asociadas a niveles altos de mortalidad. El sistema que se utilizó, llamado Clasificación Sinóptica Espacial (CSE), es un procedimiento estadístico automatizado que clasifica cada día en uno de los ocho tipos de masa de aire siguientes:

- Polar seca (DP)
- Templada seca (DM)
- Tropical seca (DT)

- Polar húmeda (MP)
- Templada húmeda (MM)
- Tropical húmeda (MT)
- Tropical muy húmeda (MT+), el subconjunto más agobiante de MT
- De transición (TR)

El sistema tiene en cuenta numerosos parámetros meteorológicos, además de su variación a lo largo

del día, y un enfoque sinóptico para así determinar completamente el paraguas de aire situado sobre nosotros en un momento dado, en vez de utilizar sólo una evaluación de parámetros meteorológicos individuales. Esto hace pensar que la evaluación de forma simultánea y conjunta de los parámetros meteorológicos dentro de un enfoque sinóptico es la razón de los mejores resultados de la CSE, ya que los modelos más sencillos, como un algoritmo de temperatura aparente,

no son capaces de incorporar todo el conjunto de condiciones meteorológicas que se presentan en un día concreto. Los resultados de Roma son coherentes con los obtenidos para las ciudades de los EE.UU., en las que un procedimiento sinóptico es capaz de aislar las situaciones meteorológicas que producen un mayor número de muertes.

Al evaluar la mortalidad media total en Roma durante el verano, es obvio que dos masas de aire en particular, la MT+ y la DT, tienen una mortalidad media que es significativamente más alta, desde el punto de vista estadístico, que la de las otras seis masas de aire, entre 5 y 7 muertes adicionales sobre el promedio diario. Teniendo en cuenta que Roma tiene unas 40 muertes de media por día, esto representa un aumento importante, entre un 12 y un 17 por ciento, en la mortalidad diaria. Las DT y MT+ abarcan, aproximadamente, el 11 por ciento de todos los días estivales de Roma. Las DT contienen las temperaturas más altas de todas las masas de aire y la menor nubosidad. Las MT+, aunque con una temperatura más baja después del mediodía, tienen el punto de rocío más alto de todas las masas de aire. Ambas masas de aire tienen temperaturas nocturnas altas.

Normalmente, las masas de aire con mayor mortalidad media diaria, también tienen la mayor desviación estándar diaria de la mortalidad. Esto indica que,

Algoritmo de aumento de mortalidad cuando está prevista una masa de aire DT para el día siguiente

$$\text{Muertes} = 45,92 + [-0,08 \times TS] + [2,05 \times DIR] + [1,61 \times AT_{\text{min}+1}] + [0,75 \times AT_{\text{min}+2}]$$

($r^2 = 46\%$)

donde:

- TS = momento de la estación (días transcurridos desde el 14 de mayo)
- DIR = número de días seguidos con masa de aire agobiante
- $AT_{\text{min}+1}$ = temperatura mínima aparente prevista para el día siguiente
- $AT_{\text{min}+2}$ = temperatura mínima aparente prevista para dos días después

aunque algunos días DT y MT+ tienen totales de mortalidad altos —algunas veces 15 ó 20 muertes más que la media— otros días, con estas masas de aire, las muertes que se producen superan en cantidades muy pequeñas la mortalidad media. Por lo tanto, de acuerdo con la identificación inicial de estas masas de aire “dañinas”, se realizaron pruebas para discernir qué parámetros de las masas de aire de los días con masas de aire dañinas están más ligados a la mortalidad. Los parámetros incluyen factores meteorológicos, tales como las temperaturas máxima y mínima de la masa de aire dañina en ese día particular, una suma de horas grado de refrigeración, y las medias diarias de la nubosidad. También se evalúan varios factores importantes que no son meteorológicos, tales como el número de días seguidos con masa de aire dañina (tres o cuatro días ininterrumpidos con aire DT son perjudiciales para la salud humana) y el momento de la estación en que se dio el día de la masa de aire dañina (muere más gente en un día MT+ de junio que en un día MT+ similar de agosto, y esto debe tenerse en cuenta). Se identifican los parámetros que muestran una relación estadísticamente significativa con la variabilidad de la mortalidad de la masa de aire dañina, utilizando un método de regresión lineal paso a paso y el algoritmo desarrollado se puede usar después para estimar el exceso de mortalidad en los días en que se declaran emergencias meteorológicas.

Las regresiones con la correlación más alta se encontraron para personas de más de 65 años y fueron las utilizadas para el desarrollo del sistema. En días DT, el momento de la estación es un factor de importancia inversa, ya que la mortalidad dentro de esa masa de aire es más alta a principios de la estación, antes de que la gente se aclimate al tiempo estival. Además, la población sensible es más numerosa al principio del verano y va disminuyendo a medida que la gente muere durante las olas de calor posteriores. El número de días seguidos es un factor directo, ya que la persistencia de masas de aire dañinas aumenta los problemas relacionados con el calor. De acuerdo con el análisis de regresión, cada día DT adicional suma, de media, 1,61 muertes. Respecto a las condiciones meteorológicas, la temperatura aparente mínima de la mañana y la temperatura aparente media del día anterior son dos factores que contribuyen directamente.

Los días MT+ tienen un conjunto diferente de criterios característicos. Quizás debido a que la masa de aire es siempre cálida durante la noche, las temperaturas mínimas no son importantes. Por el contrario, un valor alto del calor total de horas grado de refrigeración contribuye a incrementar la mortalidad. Esta variable está menos afectada por la temperatura máxima y es más dependiente del calor constante a lo lar-

go del día. Así, un día con una temperatura máxima alta pero con una tormenta vespertina refrescante tendrá un total de horas grado de refrigeración menor que un día permanentemente caluroso, incluso si las temperaturas máximas no fueron tan altas como el día de la tormenta. Al igual que en la relación con DT, también es importante el momento de la estación, dándose más muertes a principios de la estación cuando se presenta una masa de aire MT+.

Las fórmulas se pueden utilizar para estimar el número de muertes relacionadas con el calor si los pronósticos indican la llegada a Roma de alguna de las dos masas de aire dañinas. Por ejemplo, si está prevista para el día siguiente una masa de aire DT con las características siguientes:

- se produce el 1 de julio;
- tercer día DT consecutivo;
- temperatura mínima aparente de 22°C; y
- temperatura mínima aparente para el día siguiente de 25°C;

la fórmula DT estima que habrá 11 muertes extras atribuidas al calor.

Ciertas combinaciones de masas de aire en dos días pueden aumentar mucho la mortalidad diaria. Por ejemplo, en Roma, un día de aire DT seguido de una situación de transición origina casi 16 muertes más por día. Un día de masa de aire MT+ seguido de un día de masa de aire DT ocasiona más de 12 muertes extras. Estas combinaciones especialmente peligrosas deben tenerse en cuenta al desarrollar el sistema de vigilancia y aviso.

La identificación de las masas de aire agobiantes y las fórmulas subsiguientes abarcan la parte central del sistema de aviso de salud y calor. Durante una reciente reunión con la Autoridad Sanitaria del Lazio y con el Servicio Meteorológico Italiano, se decidió que la predicción de una masa de aire dañina dentro de las 48 horas siguientes debería desencadenar un aviso de ATENCIÓN, indicando que si llegara la masa de aire dañina prevista, las condiciones incrementarían enseguida los problemas de salud. Si se pronosticara una masa de aire dañina dentro de las 24 horas siguientes y si las fórmulas previeran dos o más muertes adicionales por calor, la Autoridad Sanitaria del Lazio tendría que emitir una ALARMA para avisar de estas condiciones peligrosas. Se prestó especial atención en que la terminología a utilizar se diseñase para incitar a la acción a los ciudadanos locales y que el tipo de acción a tomar podría variar de una ciudad a otra.

La construcción del sistema representa sólo una parte de un plan eficaz de alerta de salud y calor. También se requiere una estrecha coordinación con el servicio meteorológico local que emite las predicciones meteorológicas necesarias para que funcione el sistema.

En el caso de Roma, el Servicio Meteorológico Italiano proporcionará diariamente predicciones a 48 horas con todas las variables necesarias para determinar el tipo de masa de aire del día y, si la masa de aire es dañina, poder calcular las fórmulas. Los datos previstos se incorporarán a una página *Web* protegida con una clave que estará a disposición de los funcionarios sanitarios del Lazio. Cada mañana, la página *Web* determinará de forma automática si se prevé una masa de aire peligrosa para los dos días siguientes y, si es así, calculará el número de muertes adicionales. El sistema estuvo funcionando experimentalmente en el verano de 2000 en Roma para afinar su funcionamiento operativo y determinar su exactitud para pronosticar las muertes adicionales. Está previsto que el sistema funcione de forma operativa a pleno rendimiento en el verano de 2001.

Otra clave para el éxito de este sistema será el desarrollo de un plan eficaz de intervención que debe ponerse en marcha en cuanto se dé un aviso. El Dr. Lawrence Robinson, Subjefe de Salud de la ciudad de Filadelfia, ha desarrollado un plan eficaz de intervención que se pone en marcha cuando el Jefe de Salud de Filadelfia activa una emergencia por calor. Filadelfia usa un sistema ideado en la Universidad de Delaware, que es parecido al sistema de Roma pero adaptado especialmente para Filadelfia. En primer lugar, una persona de contacto con los medios de comunicación del Departamento de Salud se comunica con las emisoras de radio y de televisión para informar al público de que el Jefe de Salud ha declarado una emergencia por calor y de que el tiempo favorece las enfermedades por calor. Después, los medios difunden a la población los pasos que deberían seguirse para disminuir la probabilidad de sufrir un problema por calor, tales como permanecer en lugares con aire acondicionado siempre que sea posible, beber mucho líquido y tomar un baño frío.

De todas formas, el sistema de intervención es mucho más complicado. Entre otras cosas, la ciudad de Filadelfia ha creado un "sistema de colaboradores", por el cual hay un individuo asignado a cada calle, que va casa por casa controlando a los ancianos y a los enfermos. Si alguien está enfermo, el "colaborador" le ofrece apoyo y consejo, y llama a una ambulancia si es necesario. Los colaboradores son adiestrados por el Departamento de Salud Pública de Filadelfia. Además, la Corporación de Filadelfia para los Ancianos, un organismo que se ocupa de la asistencia a domicilio y de otros problemas de los ancianos, asigna personal extra para asegurar que los equipos de asistencia se ocupen de las enfermedades relacionadas con el calor de la manera adecuada. La ciudad también provee personal para una "línea de calor", que es como se denomina al número de teléfono especial difundido a través de los medios de comunicación para ser utilizado por

los individuos que estén enfermando a causa del calor. De esta forma, personas especialmente formadas pueden decir por teléfono a los ciudadanos lo que deben hacer si se sienten mal. El Departamento de Salud Pública también se pone en contacto con compañías de servicios locales, en especial con el departamento de aguas y con las compañías eléctricas, avisando que no deben interrumpir el servicio a nadie durante la emergencia de calor, ni siquiera a las personas que no hayan pagado sus facturas. La ciudad abre refugios especiales con aire acondicionado para las personas que necesitan refrescarse. Un equipo especial de voluntarios viaja a zonas de la ciudad en las que se agrupan los vagabundos, para asegurarse de que hacen frente a la situación de forma satisfactoria. Por supuesto, la ciudad debe gastar dinero y hacer un esfuerzo importante para asegurarse de que sus ciudadanos se enfrentan al calor lo mejor posible. Por lo tanto, el sistema debe ser exacto para asegurar que tenemos un mínimo de "falsos positivos", cuando se emite un aviso de calor sin que sea necesario, o peor aún, "falsos negativos", si no se emite un aviso de calor cuando debería haberse hecho, originando un aumento de muertes inesperadas. Durante la ola de calor severa de 1995, cuando el sistema estaba en su primer año de funcionamiento, el Departamento de Salud Pública de Filadelfia calculó que se habían salvado unas 300 vidas gracias a este sistema. El sistema continúa con éxito en la actualidad, en estrecha cooperación con el Servicio Meteorológico Nacional. Actualmente, la Autoridad Sanitaria del Lazio, en Roma, está diseñando su propio plan de intervención, que se activará siempre que el sistema declare una ALARMA en Roma.

En el otoño de 1999 se celebró en Shanghai una reunión para poner en marcha el segundo sistema de salud y calor bajo el paraguas del Proyecto Modelo para Shanghai. Al mismo equipo que desarrolló el sistema de Roma se añadieron representantes de la OMS y de su Oficina Regional en Manila y también miembros de la Administración Meteorológica China, la Oficina Meteorológica de Shanghai, la Administración Sanitaria de Shanghai, además de otros expertos chinos. El sistema de salud y calor de Shanghai está financiado conjuntamente por la OMM (a través de la ayuda de EE.UU. a petición del Programa de Cooperación Voluntaria de China) y por la OMS, con contribuciones de otros organismos. Un equipo chino visitó la Universidad de Delaware en el verano de 2000 para empezar a diseñar el sistema de salud y calor de Shanghai, y para ofrecer los datos de mortalidad y los datos meteorológicos necesarios para el desarrollo del sistema. Mis estudiantes y yo, en la Universidad de Delaware, transferimos tecnología al equipo chino enseñándoles nuestra metodología sobre masas de aire sinópticas y les proporciona-

mos el *software* que les permitiría hacer funcionar el sistema en su lugar de trabajo.

Hay otros sistemas que se están realizando o que están en fase de planificación. Estamos desarrollando un sistema de salud y calor a gran escala para que empiece a funcionar este verano, financiado por tres grandes ciudades de Ohio, en EE.UU. Este sistema afectará a más de 4 000 000 de personas en una gran parte del sudoeste de Ohio. El Departamento de Salud de Toronto nos ha presentado una propuesta para poner en marcha un sistema en esa ciudad; somos optimistas y pensamos que la provincia de Ontario financiará el proyecto. En la actualidad estamos colaborando con el Instituto Nacional de Salud de Lisboa, en Portugal, para actualizar un sistema que existe allí. Por último, viajé hace poco a la ciudad de Fénix, en el desierto, en EE.UU., para planificar el desarrollo de un sistema. Es obvio que hay una gran demanda para hacer frente al problema del calor y sus consecuencias sobre la salud humana, y ante la posibilidad de que el cambio climático lleve asociada una mayor frecuencia de condiciones de calor estresante, es más acuciante que las ciudades vulnerables estén preparadas para enfrentarse al calor.

Nos hemos visto desbordados por un número cada vez mayor de solicitudes para instalar sistemas en otras ciudades importantes y vulnerables de todo el mundo. Se están desarrollando planes sobre la mejor estrategia para favorecer la capacidad de crear sistemas locales a lo largo del mundo. La OMM seguirá participando en proyectos de este tipo con diferentes organismos y, como ponente de la OMM en temas de clima y salud, estoy or-

gulloso de formar parte de esta importante iniciativa. El objetivo principal de la Fase II de la iniciativa del Proyecto Modelo, que dirige el Dr. Gerd Jendritzky, será la elaboración y la distribución de materiales de apoyo y de programas de asesoramiento para transferir técnicas por todo el mundo. Una parte de los objetivos de la Fase II es revisar de forma crítica los métodos disponibles para valorar el bienestar térmico, atendiendo por igual a los modelos climatológicos y a los fisiológicos. Además, se están planificando seminarios que permitan a funcionarios sanitarios y a expertos meteorológicos de países en vías de desarrollo, coordinar sus actividades y saber cómo hacer funcionar dichos sistemas. Las ayudas sociales a los organismos locales responsables aumentarán a medida que madure el Proyecto Modelo, y se espera que algún día sistemas similares a los que se están desarrollando en Roma, Shanghai y Ohio, se generalicen en las grandes zonas urbanas de todo el mundo.

Voy a permitirme concluir agradeciendo a la OMM y, en especial, al Departamento del Programa Mundial del Clima, el que hayan asegurado la participación esencial de los representantes permanentes ante la OMM de los países en cuyas ciudades estamos trabajando. El Dr. Carlos Corvalan, de la OMS, ha hecho una impresionante labor trabajando con el colectivo sanitario público. El Dr. Kris Ebi, del Instituto de Investigación de Energía Eléctrica ha prestado apoyo financiero a esta valiosa empresa. El Profesor Gerd Jendritzky ha ofrecido asesoramiento, datos, apoyo y consejos útiles. Doy gracias de forma especial a mi familia por soportar mis repetidas ausencias a causa de los viajes.

Requisitos del sistema de información del Programa Mundial sobre el Clima

Por J. M. Nicholls*, K. Davidson** y V. Gerard***

Introducción

Propósitos

Los procedimientos de gestión de datos diseñados para cumplir los requisitos de la predicción meteorológica a

corto plazo no son suficientes, en general, para satisfacer las necesidades de las diversas aplicaciones climáticas. Sin embargo, existen coincidencias, por ejemplo, entre una proporción sustancial de los datos utilizados tanto para predicción como para climatología, y los requisitos de control de calidad automatizados; y éstas garantizan una consideración más unificada de los procedimientos y sistemas para el manejo de datos.

El propósito de este artículo es acentuar las características de los sistemas de gestión de datos y de información que tienen una particular importancia para el Programa Mundial sobre el Clima.

* Vicepresidente de la Comisión de la OMM sobre Climatología.

** Director Adjunto, Centro Nacional de Datos Climáticos, Asheville, Carolina del Norte, EE.UU.

*** Programa Mundial de Datos y Vigilancia del Clima (OMM).