

efectos sobre la salud, ha incrementado el perfil de esta importante área de la investigación y de las recomendaciones de los criterios a seguir.

Los actuales problemas de salud relacionados con el medio ambiente, así como los que se esperan en el futuro, comparten muchas de las mismas causas subyacentes, relativas a la pobreza, la falta de equidad, así como a valores y a prácticas socioeconómicas equivocadas. Los procesos a gran escala de los cambios y la degradación medioambiental tenderán a exacerbar varios problemas de salud en muchos países, ya sean hambrunas regionales, la propagación de enfermedades infecciosas, o las consecuencias de los

fenómenos atmosféricos extremos. La información climática y atmosférica puede apoyar al desarrollo de posibles medidas de protección y fortalecer la capacidad de adaptación de las poblaciones.

- *Climate Change and Human Health (El Cambio Climático y la Salud Humana) (1996, OMS/EHG/96,7, xvii + 297 pp.), se encuentra disponible (en inglés) en el Departamento de Ventas y Distribución de la OMS, 1211 Ginebra 27, Suiza. Precio: 30 Francos suizos (países en desarrollo: 21) por ejemplar. Órdenes por fax: (41 22) 791 48 57. Correo electrónico: publications@who.ch.*

## EFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN CUBANA

Por L. B. LECHA ESTELA\*

### Introducción

Uno de los temas más importantes relativos al calentamiento global es el cambio que probablemente se aprecie en los modelos de circulación atmosférica. En relación con esto, diferentes autores y publicaciones han considerado el posible incremento de los índices de circulación meridional y el fortalecimiento de la célula de Hadley, como resultado de que tanto la actividad convectiva en latitudes bajas como el transporte de calor y energía entre latitudes experimentan un aumento (Halpert *et al.*, 1994).

Si tenemos en cuenta la posición geográfica de Cuba, el incremento del mecanismo de transporte desde latitudes bajas a medias o altas, implicaría un fortalecimiento del anticiclón subtropical del Atlántico Norte, sistema que determina las condiciones meteorológicas en la cuenca del Caribe. Desde este punto de vista, es importante estudiar el comportamiento climatológico de este centro de altas presiones y estimar sus características futuras basándose en la evolución más

probable de los tipos de tiempo y sus estructuras. Éste podría ser un punto de partida adecuado para evaluar los posibles impactos de las condiciones meteorológicas futuras sobre la salud de la población.

Varios autores (Lecha, Paz y Lapinel, 1994; Lecha *et al.*, 1994) han proporcionado una descripción del comportamiento medio y de las características climáticas del anticiclón del Atlántico Norte y sus efectos en el clima de Cuba, donde muestran los principales modelos de circulación, su relación con dicho anticiclón y los tipos de tiempo asociados. Todas estas descripciones se encuentran resumidas en los mapas climáticos publicados en el *Atlas Nacional de Cuba* (1987).

Los dos principales tipos de circulación en superficie asociados con el anticiclón del Atlántico Norte son:

- Los vientos alisios, del noreste al este, que son los más relacionados con este sistema anticiclónico. Estos vientos de componente este son los dominantes cuando el anticiclón se extiende en forma de cuña hacia el golfo de Méjico y la costa sudeste de los EE.UU.

\* Instituto de Meteorología de Cienfuegos, Cuba

- Los vientos del sudeste, que aparecen cuando se debilita el anticiclón, generalmente relacionados con ondas tropicales o áreas de baja presión en la zona oeste del Caribe o de la parte sudeste del golfo de Méjico.

Otra serie de observaciones importantes fue realizada por Lapinel (1988). Este autor desarrolló una clasificación de tipos de situaciones sinópticas (TSS) y estudió su evolución estacional durante el período 1971-1980, que fue ampliada con nueva información hasta 1994. De acuerdo con el autor, un anticiclón intenso en el Atlántico Norte produce una disminución en las precipitaciones, mientras que un debilitamiento del mismo implica un régimen veraniego normal, con precipitaciones convectivas y la formación diaria de la zona de convergencia en el interior de la isla.

Al mismo tiempo, Lecha (1981, 1992) utilizó una clasificación de tipos de tiempo para obtener una descripción más detallada del clima del país. Estos estudios proporcionaron una mayor comprensión del clima tanto a escala regional como local, basados en tipos de tiempo asociados a situaciones sinópticas específicas obtenidas a partir de unos modelos de circulación dados.

### **Información previa y procedimientos**

Ya se han señalado las principales fuentes de información, entre las que se encuentran los tipos de tiempo, la clasificación de situaciones sinópticas y las características de las principales configuraciones de circulación. La clasificación de los tipos de tiempo permite la identificación de hasta las siguientes 13 condiciones meteorológicas diferentes:

- Cálido y húmedo (con o sin viento).
- Cálido y seco.
- Templado y cubierto sin precipitaciones.
- Templado y lluvioso.
- Templado y nuboso (con o sin lluvia).
- Templado, soleado y húmedo (con o sin lluvia).
- Templado, despejado y baja humedad.
- Fresco o frío, cubierto sin precipitaciones.
- Fresco o frío, lluvioso.
- Frío y nublado (con o sin lluvia).

- Frío, soleado y húmedo (con o sin lluvia).
- Frío, despejado y baja humedad.
- Muy frío.

Esta clasificación se fundamenta en las temperaturas mínimas y máximas diarias, la humedad relativa media diaria, la nubosidad diaria predominante (entre las 07h00 y las 19h00 horas locales), la velocidad media diaria del viento y la presencia de fenómenos atmosféricos.

Las situaciones sinópticas, tal y como han sido clasificadas, muestran las características diarias de los procesos atmosféricos, basados en la presencia de los siguientes tipos, en la parte este y oeste de Cuba:

- Fuerte influencia de masas de aire subtropical.
- Baja influencia de masas de aire subtropical.
- Gradiente de presión débil.
- Ciclón tropical.
- Ondas tropicales o zonas de convergencia en el área.
- Ciclón extratropical.
- Sistemas frontales.
- Influencia de masas de aire frío continental.

Se compararon las distribuciones locales del tipo del tiempo dominante en 62 puntos de observación durante los días con influencia de masas de aire subtropical, analizándose también las variaciones anuales y estacionales de las situaciones sinópticas en ambas partes del país y, en conjunto, pusieron de manifiesto un grupo de diferencias importantes en la circulación y en los procesos sinópticos entre la parte oeste y este de Cuba.

Los registros epidemiológicos se obtuvieron de los archivos de los departamentos de salud provinciales, donde se encontraban incluidos los números totales de enfermedades respiratorias en todos los municipios de la región central de Cuba (1980-1993).

### **Resultados y comentarios**

Es necesario establecer la diferencia entre los efectos climáticos y los efectos del tiempo atmosférico sobre la salud humana. Mientras

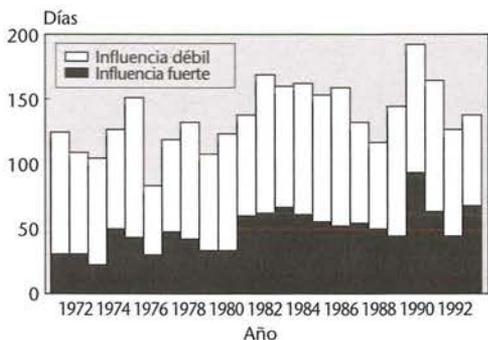


Figura 1 — Número anual de días con influencia de masas de aire subtropical (1971–1993)

que los primeros están asociados a los procesos que se producen dentro del sistema climático y, generalmente, se ponen de manifiesto en forma de anomalías o regularidades estacionales o anuales; los segundos están más relacionados con las características de los procesos sinópticos que ocurren dentro de un espacio de tiempo no muy grande y, en general, se reflejan a través

de las variaciones diarias de los elementos atmosféricos.

Durante el período estudiado, han tendido a aumentar las situaciones sinópticas que son reflejo de la influencia de las masas de aire subtropical en el país (TSS I y II). Este incremento resulta muy claro durante los años con el fenómeno de El Niño (Figura 1), habiéndose descrito como la conexión entre el comportamiento de los sistemas anticiclónicos subtropicales y la presencia de grandes anomalías en la temperatura de la superficie del mar. La comparación entre diferentes décadas muestra claramente una frecuencia mayor del número total de días con influencia de masas de aire subtropical sobre Cuba en la temporada de verano.

Las tendencias de otras situaciones sinópticas muestran también características interesantes, como por ejemplo, que el número total de días afectados por sistemas frontales y por ciclones extratropicales ha descendido claramente en los últimos 23 años, al igual que el número anual de ciclones y ondas tropicales (véase la tabla).

#### Presencia anual de diferentes situaciones sinópticas ocurridas en la mitad oeste de Cuba entre los años 1972 y 1993

Año	Número anual de días con influencia de:				
	Ondas tropicales	Ciclones tropicales	Ciclones extra-tropicales	Sistemas frontales	Masas de aire frío
1971	70	11	10	38	93
1972	65	8	10	40	48
1973	46	17	12	31	84
1974	63	20	11	27	72
1975	65	12	9	31	63
1976	49	1	23	51	96
1977	77	0	25	47	102
1978	43	2	13	51	62
1979	50	21	20	34	102
1980	40	8	17	49	103
1981	38	8	12	38	108
1982	13	10	10	26	99
1983	18	0	24	37	92
1984	20	7	12	25	117
1985	29	19	13	23	93
1986	26	5	19	25	109
1987	20	10	14	37	114
1988	33	19	7	33	115
1989	32	10	16	29	81
1990	27	9	15	19	74
1991	27	1	9	21	79
1992	48	1	7	18	118
1993	14	3	11	28	86

Todavía no es posible afirmar rotundamente si estas tendencias están relacionadas con los cambios en las configuraciones de la circulación global, o si, por otros motivos, se deben a la variabilidad normal del clima (incluyendo los efectos de El Niño sobre la región). De todas formas, los resultados que muestran claramente un incremento en la influencia de las masas de aire subtropical junto con una disminución de la frecuencia (que no de la intensidad) de los procesos extratropicales, son bastante relevantes y evidencian la necesidad de tomar medidas al respecto.

Estas tendencias generales de las situaciones sinópticas que afectan a Cuba con mayor frecuencia, podrían implicar un cambio significativo en los modelos de adaptación de la población, ya que los cubanos se encuentran muy bien adaptados a las condiciones cálidas y húmedas del clima tropical, mientras que el invierno es más bien una desviación abrupta de los patrones fisiológicos a los cuales la mayoría de la población se encuentra adaptada.

El invierno en Cuba se manifiesta mediante irrupciones de frío aisladas, y debido a que se producen anualmente, y por tanto, es un acontecimiento esperado, los cubanos están adaptados al mismo, aunque, debido a que el tiempo frío en sí es algo extraño en Cuba, cada vez que se produce desencadena importantes reacciones meteoropatológicas. Éste es el motivo por el cual las anomalías en las configuraciones, en la intensidad y en la frecuencia de la actividad extratropical podría tener un impacto importante en la salud de la población.

Anomalías considerables se dan, por ejemplo, durante algunos años de El Niño. La temporada invernal en Cuba, en presencia de fenómenos El Niño/Oscilación Austral (ENOA), está caracterizada por un incremento en la variabilidad de los episodios invernales, incluyendo el acontecimiento de tormentas severas tales como "La tormenta del siglo" en marzo de 1993. Se han podido observar diferentes reacciones de la salud de la población local durante estas condiciones meteorológicas anormales.

Como se muestra en la Figura 2, el número anual de enfermedades respiratorias sufrió un gran incremento en la localidad de Sagua la Grande, y otros municipios, como

consecuencia del fuerte ENOA de 1982/1983, así como de la prolongada serie de episodios ENOA entre 1990/1995, aunque no se produjeron las mismas consecuencias que durante el ENOA de 1987. Cada ENOA tiene diferentes peculiaridades, y sólo aquellos con capacidad para modificar la frecuencia e intensidad de los episodios invernales en la región caribeña parecen tener una influencia considerable en la salud de los cubanos.

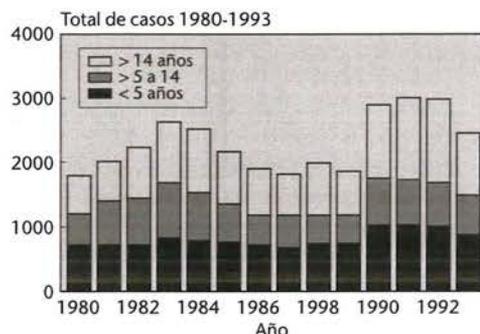


Figura 2 — Tendencia pluriannual de enfermedades respiratorias en Sagua la Grande, por grupos de edades

El comportamiento estacional de las configuraciones de la circulación explica la variación estacional de los principales procesos sinópticos. La influencia de las masas de aire subtropical, con un régimen de temperaturas constante, de las ondas tropicales y de las tormentas locales, es característica durante el verano mientras que, por el contrario, los procesos extratropicales predominan en el invierno. Esta variabilidad climática estacional puede tener una influencia considerable sobre la salud humana. Ejemplo de ello es la forma en que el estado de salud puede verse perjudicado al comienzo del invierno, debido al cambio de condiciones cálidas y húmedas, a las que la población está acostumbrada, por otras de un tiempo más fresco.

Se observa regularmente una erupción estacional de enfermedades respiratorias y asma bronquiales en cada comienzo de la temporada invernal, siendo el colectivo de niños el que se ve más afectado con un mayor número de casos, especialmente entre los cinco y catorce años de edad. Asimismo, al comienzo de la estación de las lluvias, se da un aumento significativo de las diarreas y otras enfermedades de origen parasitario.

Los ejemplos expuestos anteriormente son suficientes para ilustrar los efectos de la variabilidad climática sobre la población cubana. Sus impactos pueden relacionarse con el comportamiento de los principales procesos sinópticos y varían a lo largo de escalas de tiempo prolongadas (interanuales) y durante los cambios de estación.

Los efectos sobre la salud humana podrían ser expresados desde otro punto de vista, esto es, desde las variaciones diarias de los procesos sinópticos y, como demostración de este comportamiento general, se considerará la relación entre la configuración sinóptica, los tipos de tiempo atmosférico y los casos de asma bronquial diarios acontecidos.

La variación diaria de las configuraciones sinópticas tiene una influencia específica sobre la fisiología humana, pero estos cambios acarrearían una crisis de salud solamente en el caso en que el contraste diario exceda ciertos límites individuales. Desde este punto de vista, resulta posible identificar aquellos tipos de situaciones sinópticas que producen un aumento significativo del número de casos de alguna enfermedad en concreto.

Por otra parte, como se explicó antes, cada configuración sinóptica puede ser identificada con una distribución específica de los elementos atmosféricos en cada lugar, es decir, con una distribución de los tipos de tiempo atmosférico. Los casos diarios de asma bronquial están estrechamente relacionados con la presencia de procesos atmosféricos extratropicales, fundamentalmente, la influencia de frentes fríos y masas de aire continental; y bajo estas situaciones sinópticas, dominan los días fríos, algo a lo que la población cubana no está bien adaptada.

Siguiendo el mismo enfoque metodológico, es posible identificar las principales relaciones entre los procesos sinópticos, los correspondientes tipos de tiempo atmosférico asociados a cada localidad y el incremento en el número diario de otras enfermedades. Estas relaciones son fundamentales para el desarrollo de un Sistema de Vigilancia y Aviso Anticipado para la Salud Humana.

## **Conclusiones**

Existe una clara evidencia del cambio en la frecuencia estacional de las configuraciones

sinópticas predominantes que afectan a Cuba. Hay un aumento en la frecuencia de días con influencia de masas de aire subtropical durante el verano, y un descenso en la frecuencia de días con actividad extratropical durante el invierno. A pesar del corto período de tiempo analizado, la variabilidad interanual de las principales situaciones sinópticas durante los últimos 25 años podría estar relacionada con la presencia del fenómeno El Niño.

Tanto las variaciones interanuales como las estacionales de los procesos atmosféricos, podrían afectar a la salud de la población. Las primeras tienen en cuenta la ocurrencia de fenómenos atmosféricos anómalos que podrían ser más frecuentes e intensos que lo normal, mientras que las segundas, están asociadas a la ruptura masiva del equilibrio fisiológico debido al cambio estacional. El impacto de estos procesos debería reflejar las influencias del clima sobre la salud de la población de las zonas tropicales y representa una diferencia importante con estos efectos en las latitudes medias o altas.

La influencia que las condiciones atmosféricas ejercen en la salud viene dada por las variaciones diarias de los tipos de tiempo. Una misma situación sinóptica podría determinar la aparición de algunas enfermedades, en diferentes formas, debido a que dicha situación sinóptica puede albergar distintas distribuciones de elementos meteorológicos.

Los casos de asma bronquial están estrechamente relacionados con los cambios diarios en las condiciones atmosféricas. En este punto, la intensidad del contraste sería más importante que el cambio en sí mismo. Para la población cubana, que puede considerarse como representativa de la de los trópicos, la influencia de los días de frío más acentuado es la que explica mayoritariamente el aumento en la incidencia de algunas enfermedades.

Es posible desarrollar un Sistema de Vigilancia y Aviso Anticipado para la Salud Humana apoyado en la metodología presentada, que podría facilitar información biometeorológica a la comunidad médica y a las instituciones, basada en una predicción meteorológica normal, hasta con cinco días de antelación.

## Referencias

- NEW NATIONAL ATLAS OF CUBA, 1987: The climate and the climate resources of Cuba (Nuevo Atlas Nacional de Cuba, 1987. El clima y los recursos climáticos de Cuba). Edit. Cartográfica Española, La Habana/Madrid.
- HALPERT, M. S., G. D. BELL, V. E. KOUSKY y C. F. ROPELEWSKI, 1994: Fifth annual climate assessment 1993 (Quinta evaluación anual del clima). US Department of Commerce/NOAA/NWS/NMC, Washington, 111 pp.
- LAPINEL, B., 1998: *La circulación atmosférica y las características espacio-temporales de las lluvias en Cuba*. Tesis Doctoral, Instituto de Meteorología, Camagüey, 138 pp.
- LECHA, L., 1981: Criterio para la clasificación de los estados locales del tiempo diarios. Incluido en: *First Workshop of the Soviet-Cuban Lab. on Tropical Meteorology (Primer Seminario Cubano-Soviético sobre Meteorología Tropical)*, La Habana, 17-26.
- LECHA, L., 1992: Caracterización compleja del clima de Cuba. *Rev. Cub. Met.*, 4, Núm. 1, 94-105.
- LECHA, L., L. R. PAZ y B. LAPINEL, 1994: *El clima de Cuba*. Edit. Academia, La Habana, 186 pp.
- LECHA, L., V. S. MOROZOV, M. E. NIEVES y M. E. SARDIÑAS, 1994: El anticiclón subtropical del Atlántico Norte y sus efectos sobre el tiempo en Cuba. *Rev. Ciencias de la Tierra y el Espacio*. Núms. 23-24, 84-93. □

# LA ATMÓSFERA Y LA SALUD HUMANA

Por E. G. GOLOVINA y M. A. TRUBINA\*

Desde hace ya mucho tiempo se sabe que la atmósfera ejerce determinados efectos sobre la salud. El estado del tiempo afecta al estado somático de las personas, causando, por ejemplo, anginas y espasmos en los vasos sanguíneos y puede influir en el estado psicológico de una persona. A principios del siglo XX, cuando la investigación de fenómenos cósmicos y meteorológicos comenzó a cobrar mayor relevancia, los científicos iniciaron la búsqueda de las posibles relaciones entre estos fenómenos y las reacciones del cuerpo humano ante ellos. Chizhevsky (1976) afirmaba que la vida es más un fenómeno cósmico que terrestre y que el complejo sistema de los procesos biológicos debería de ser estudiado casi como un organismo general y unitario.

En su obra, *Aires, Aguas y Lugares*, Hipócrates decía:

Quien quiera investigar adecuadamente en medicina, debería empezar por considerar las diferentes estaciones del año, ya que cuando se analizan sus influencias, no sólo es que en nada se asemejan, sino que en mucho difieren. Seguidamente, deberían estudiarse los vientos, el calor y el frío, especialmente aquellos valores que son comunes para todos los países y luego aquellos otros que son particulares para cada región. De forma similar, cuando alguien llega a una ciudad que le es ajena, debería siempre

considerar la situación de ésta teniendo en cuenta los vientos dominantes y el lugar por donde sale el sol, ya que su influencia no es la misma si está orientada al norte o al sur, a la salida o a la puesta del sol.

Paracelso (von Hohenheim, 1493-1541) realizó una valiosa investigación sobre las características climáticas y meteorológicas desde una perspectiva médica, y concluyó a este respecto que cualquier persona que hubiera estudiado los vientos, los relámpagos y el tiempo, entendería la causa de las enfermedades. Hufeland, el doctor de Goethe, fue el primero en establecer una conexión entre las tasas de mortalidad observadas y los fenómenos climáticos, y fue hacia la segunda mitad del siglo XIX cuando se determinó que el clima y el tiempo influían en todo tipo de enfermedades, incluso en las mentales.

El aire afecta en gran medida al metabolismo diario de las personas. El organismo humano puede resistir mucho tiempo sin agua y sin comida, pero sin aire no podría sobrevivir más que unos pocos minutos, influyendo su calidad en las condiciones generales de la persona y en su salud. Por tanto, un aire limpio y con características confortables, constituye la condición más importante para un medio ambiente saludable. La temperatura y la humedad del aire determinan las condiciones para los cambios de temperatura del cuerpo, respiración, ritmo

\* Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología, San Petersburgo, Federación Rusa