

# METEOROLOGIA PARA EL MEDIO AMBIENTE URBANO: OPCIONES DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Por T.R. OKE\*

*"Los Estados deberían cooperar para fortalecer la creación de capacidades endógenas para el desarrollo sostenible mediante la mejora de la comprensión científica a través del intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, y reforzando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnología, incluyendo las tecnologías nuevas e innovadoras".*

PRINCIPIO 9 DE LA DECLARACION DE RIO DE 1992

## Introducción

La humanidad se está concentrando cada vez más en las ciudades. Esta tendencia a la aglomeración en grandes asentamientos ha alcanzado un estado casi estacionario en el mundo desarrollado, pero todavía está acelerándose en los demás países, impulsada por un rápido crecimiento de la población, por la falta de oportunidades en el mundo rural y por la percepción de una vida mejor en las ciudades. Aunque existen indicios de que el crecimiento previsto para algunas superciudades (por ejemplo, México) puede que no alcance las temibles cifras previstas anteriormente, sigue predominando el proceso de urbanización.

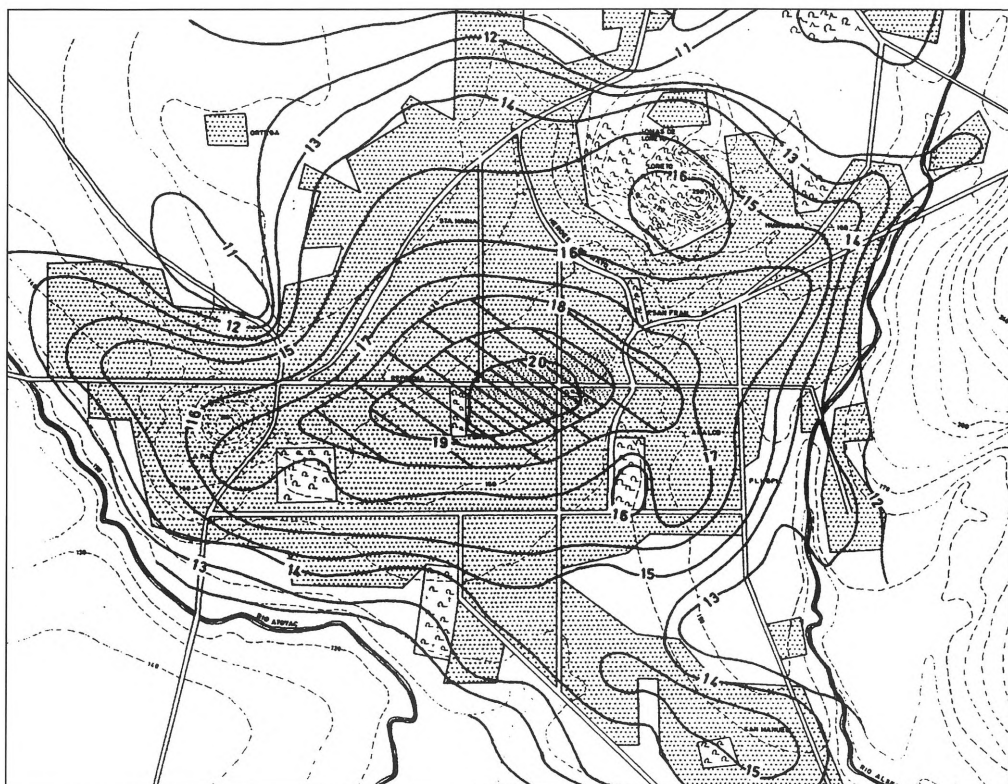
En muchos casos, el ritmo del crecimiento urbano no va acompañado de la satisfacción, ni siquiera de las necesidades básicas de alojamiento, alimentos, agua, sanidad y seguridad. En otros casos, se satisfacen algunas de estas necesidades, o todas, pero a costa de un medio ambiente vital seriamente degradado. Los efectos documentados del desarrollo urbano sobre el clima son los ejemplos disponibles más definitivos, para la comunidad meteorológica, del cambio climático antropogénico. Realmente, los climas locales urbanos de hoy día representan microcosmos de los climas futuros a mayor escala (un hecho

poco apreciado o explotado). Varios de estos cambios tienen impactos importantes sobre el bienestar, la salud y la seguridad de las ciudades, de sus habitantes y de sus ecosistemas, y origina importantes gastos en sus economías el combatir la degradación de las propiedades. Además, en las ciudades hay muchas fuentes de emisión de partículas y gases relacionados con muchos de los temas del cambio global real o percibido que, en la actualidad, atraen la atención de gran parte de la comunidad mundial (p. ej., la disminución del ozono estratosférico, el aumento de la concentración de los gases en trazas, la acidificación de la precipitación, la niebla ártica y la disminución de la visibilidad rural). Por otra parte, en términos puramente numéricos, los ciudadanos son los principales usuarios de los servicios meteorológicos. Por la misma razón, es a ellos, sin duda, a quienes más afectan esos cambios y son ellos quienes recurren a medios autóctonos para adaptarse o mitigar sus efectos. Por lo tanto, deben ganarse sus corazones y mentes si queremos emprender acciones reparadoras eficaces.

## Opciones de transferencia de tecnología

¿Cómo atraer la atención de la meteorología y de la tecnología sobre estos problemas?  
Inmediatamente se piensa en:

\* El Profesor Oke, Profesor y Jefe del Departamento de Geografía, Universidad de British Columbia, Vancouver, B.C., Canadá, entregó este artículo al personal de la Secretaría de la OMM y a los invitados especiales el Día Meteorológico Mundial de 1993.



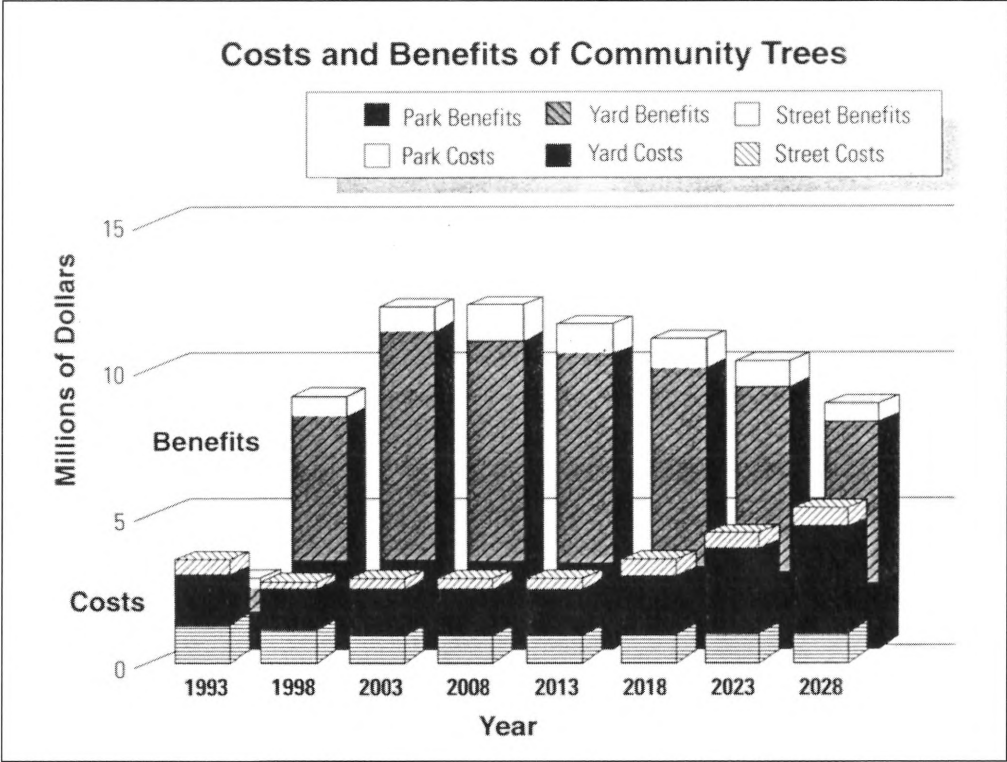
Isla urbana de calor ( $^{\circ}\text{C}$ ) registrada en Puebla, México, a las 22.00 h del 11 de noviembre de 1970 (fuente: G.M. Gäh, 1976)

- Tratados mundiales para moderar las emisiones de los gases “nocivos”;
- Programas internacionales que resalten la necesidad de esfuerzos mundiales concertados para mejorar el medio ambiente vital (p. ej., el Decenio internacional para la reducción de los desastres naturales);
- Aumentar la cobertura de los satélites, en especial en las zonas sujetas a temporales tropicales y a vendavales (“bombas” meteorológicas);
- Crear redes densas de estaciones de observación orientadas hacia los centros urbanos (p. ej., radar Doppler y sistemas perfiladores de viento capaces de seguir la trayectoria de los tornados, de las líneas de turbonada y de los temporales convectivos intensos);
- Mejorar las modernas predicciones meteorológicas e hidrológicas a corto plazo (0 a 6 h) en la proximidad de las grandes ciudades (p. ej., la predicción inmediata, incluyendo el uso integrado de una detallada red a mesoescala de estaciones de observación en superficie, junto con las imágenes de radar y de satélite y con los modelos numéricos a mesoescala);
- El desarrollo y utilización de sistemas meteorológicos especiales orientados a problemas del medio ambiente urbano (p. ej., predicción de la calidad del aire, alertas de emisiones de contaminantes, de polen o de polvo) y mejora de la eficacia y seguridad de las operaciones en la ciudad (p. ej., estado de las carreteras, demandas de calefacción y refrigeración);
- Desgraciadamente, la mayoría de las soluciones tecnológicas de largo alcance y útiles a los problemas atmosféricos urbanos caen fuera de la competencia de

la OMM; por ejemplo: la sustitución de los motores de explosión como fuente de energía para los vehículos.

La OMM, junto con otras organizaciones de las NU y organismos mundiales, ha estado en vanguardia de las iniciativas para promover y poner en práctica soluciones cooperativas a gran escala. El Protocolo de Montreal sobre la producción y utilización de los CFC y el Convenio Marco Intergubernamental sobre el Cambio climático son buenos ejemplos. La OMM ha sido también la guía catalizadora en aplicar soluciones de alta tecnología a los serios problemas que afectan a grandes centros de población de los trópicos. Por ejemplo, ha habido algunos éxitos importantes con el uso de satélites para avisar de la proximidad de ciclones tropicales devastadores y también redes meteorológicas e hidrológicas para preservar a las poblaciones de las inundaciones.

Todas estas vías se deben mantener con vigor para ser más útiles a los habitantes de las ciudades. Pero deseo resaltar aquí la necesidad de que todos recordemos la máxima ecológica: “piensa mundialmente, actúa localmente”. La OMM tiene el orgullo de ser una de las primeras organizaciones en pensar mundialmente, por su red internacional de Servicios Meteorológicos y por tratar, como lo hace, con un fluido que no conoce fronteras. Por otro lado, puesto que su trabajo está regido por los representantes nacionales, tiene cierta dificultad en efectuar acciones a una escala menor que la nacional; por ejemplo actuando localmente. En el caso del medio ambiente urbano, esto significa, por lo menos, descender al nivel de una ciudad e, idealmente, a la propiedad individual. Cada decisión que se toma: pavimentar una calle, talar un árbol, instalar un acondicionador de aire o conducir un coche, contribuye a que la ciudad sea demasiado cálida, demasiado seca, demasiado derrochadora de energía y de agua y



Beneficios relativos de plantar árboles y costes anuales previstos: obsérvense los altos beneficios de plantar árboles alrededor de las casas (jardines). Los árboles bloquean la radiación solar y dan sombra a los edificios. Indirectamente, por la evapotranspiración (proceso análogo a la sudación) los árboles refrigeran los edificios al enfriar el aire que los rodea. El efecto acumulado de muchos árboles y hojas puede enfriar el aire de grandes superficies (fuente: E.G. McPherson, 1991)

**Impactos de una isla de calor en ciudades con climas de latitudes altas (fríos) y bajas (cálidos) (+ = beneficioso, – = perjudicial, (I) = invierno, (V) = verano)**

<i>Impacto de la isla de calor</i>	<i>Frío</i>	<i>Cálido</i>
Actividad biológica (Período de crecimiento, sobreinvernación)	+	
Bioclima humano (Bienestar, enfriamiento eólico, forzamiento térmico)	+ (I) – (V)	–
Uso de la energía (Calefacción de edificios, aire acondicionado)	+ (I) – (V)	–
Uso del agua (Irrigación)	?	–
Meteorología de la contaminación atmosférica		
• Altura de mezcla	+	?
• Recirculación/fumigación	–	–
Química de la contaminación atmosférica (Meteorización, transformación secundaria)	–	–
Hielo y nieve	+	
Nubes y precipitación	? (V)	–

demasiado contaminada, y esto contribuye a una atmósfera local más pobre y, por acumulación, a una atmósfera mundial amenazada.

**Un ejemplo: la isla urbana de calor de las ciudades tropicales**

La isla urbana de calor es el ejemplo mejor documentado del cambio climático inducido por el hombre. Se encuentra en cada ciudad y es el resultado acumulativo de los cambios en la cubierta superficial y en la composición de la atmósfera, ocasionados por el desarrollo urbano y por las actividades humanas. Tal cambio conlleva una realimentación que afecta a los causantes del cambio. Por ejemplo, el cuadro de esta página documenta la complejidad de los impactos asociados a la existencia de una isla de calor en una ciudad. Se observa que, aunque esta modificación tiene

su pro y su contra en climas fríos, es siempre un problema para las ciudades tropicales.

Los costes de una ciudad sobrecalentada, en especial en un clima tropical, se pueden calcular en función del posible aumento de muertes humanas durante las olas de calor, de la disminución del bienestar humano, del aumento de los costes de refrigerar los edificios, del aumento de las emisiones de dióxido de carbono, del aumento de la contaminación oxidante, del aumento de las pérdidas de agua y de los posibles aumentos de la actividad convectiva tormentosa. Esto implica grandes costes en términos de efectos sobre la salud humana, la productividad, la energía y los recursos hídricos, daños a la propiedad y a los ecosistemas, contaminación de la atmósfera mundial y reducción del disfrute de la vida urbana. Las perspectivas de un mundo potencialmente más cálido aparecen aún más sombrías.

La solución a estos problemas no está en el campo de la alta tecnología, muchos son principios microclimáticos sencillos, conocidos desde hace mucho y relativamente baratos de aplicar si los conocimientos meteorológicos se divulgasen a todos los niveles. La utilización de las superficies a cubierto de la luz, los árboles de sombra, el diseño solar pasivo, la orientación de los edificios y de las calles para minimizar su insolación y optimizar su ventilación, contribuirían mucho a proporcionar el clima urbano deseado. La reducción de las emisiones es más difícil, pero algunas de las medidas anteriores ayudarían indirectamente al reducir la demanda de energía.

**Transferencia de tecnología sencilla**

El papel de la OMM en ayudar a mitigar estos problemas subyace en la primera parte del Principio 9 de la Declaración de Río, en la que se insta a mejorar la comprensión científica a través de intercambios de conocimientos y de tecnología. Concretamente, como ejemplo inmediato, se puede tratar por medio del TRUCE (Experimento del clima urbano tropical), cuyos objetivos son:

- Mejorar el conocimiento científico de los climas urbanos en las zonas tropicales (¡no es lógico saber más de la física y del clima de los desiertos y de las vainas del cacao que de las ciudades tropicales que albergan a millones de personas!);

- Mejorar los fundamentos de las decisiones relativas al diseño urbano y a la gestión ambiental en las ciudades tropicales. La planificación del TRUCE fue el centro de la TeCTUC (Conferencia técnica sobre climas urbanos tropicales), celebrada en Dacca, Bangladesh, en marzo de 1993.\*

Se espera estimular la investigación del clima de las ciudades en las zonas cálidas, facilitar la transferencia de conocimientos y de tecnología, generar un banco de datos para su uso en modelización y diseño y evaluar la posibilidad de transferir los principios climáticos urbanos de las ciudades templadas a las tropicales, y alentar la producción de material educativo que se pueda emplear para informar a los meteorólogos, los planificadores, los funcionarios urbanos, los ingenieros, los arquitectos y los ciudadanos interesados. Al hacer esto, debemos suscitar el interés de cada ciudad para que adopte estrategias, programas y prácticas que mejoren los ambientes urbanos.

---

\* Se informa brevemente de la TECTUC en la página 284 de este número y se informará con más detalle en el número de octubre de 1993 (Ed).

Las ciudades del mundo desarrollado no están exentas de la necesidad de una mayor atención a sus atmósferas urbanas. Son las más pródigas usuarias de energía y emisoras de gases en trazas. Varias ciudades del mundo desarrollado se han propuesto reducir sus emisiones de contaminantes y de gases en trazas. El hermanar a cada una de dichas ciudades con una del mundo en desarrollo podría ayudar a ambas a alcanzar sus objetivos; por ejemplo, los programas de repoblación forestal pueden ahorrar energía, reducir el CO<sub>2</sub>, mejorar el bienestar y reducir el polvo y el ozono urbanos.

### Conclusión

Los habitantes urbanos son los mayores consumidores de servicios meteorológicos; también son la mayor fuente de degradación climática, y los más afectados por esos cambios. La transferencia de tecnología relativamente sencilla y el conocimiento científico de dichos cambios ofrece la posibilidad de realizar una importante contribución a la mejora de sus vidas y a la mantenibilidad de este planeta.



## Anuncio

### ***La Meteorología y la transferencia de tecnología***

**Folleto del Día Meteorológico Mundial 1993 (OMM-Nº 786)**

**La finalidad de la transferencia de tecnología es lograr una distribución más equitativa de la riqueza y del crecimiento económicos entre los países y una mayor autosuficiencia. Es especialmente adecuada en las ciencias de la meteorología y la hidrología, que se basan principalmente en observaciones normalizadas y en el intercambio y procesamiento de datos. La tecnología se puede transferir de varias formas: como equipo, programas, experiencia y formación del personal local. Debe también ser razonable desde el punto de vista económico y debe ser adecuada para el usuario.**

**En este folleto se han recopilado las contribuciones del Sr. F.M.G. Baker, antiguo Director Ejecutivo del Consejo Internacional de Uniones Científicas, y del Dr. P.K. Das, antiguo Director General de Meteorología del Departamento Meteorológico de la India.**

**Los cuatro capítulos principales tratan de temas generales, de la transferencia de tecnología en el contexto de los Programas de la OMM, de los mecanismos y de las opciones para el futuro.**

*En español, francés e inglés. Precio: 16 francos suizos.*