

# Comentarios al documento **Endurecimiento del Hoy No Circula**

Isabel G. González Merino, Antonio Mediavilla Sahagún,  
Armando Retama Hernández



El deterioro de la calidad del aire es un problema que enfrenta la ciudad de México desde hace varias décadas. Las tendencias históricas indican una reducción significativa en los niveles de los principales contaminantes del aire. Si bien en el caso de los contaminantes criterio se han conseguido reducciones superiores al 70% a partir de la década de 1990, en el caso de los contaminantes secundarios la reducción es menor. Sin embargo, se mantiene una clara tendencia descendente.

Esta reducción se ha conseguido a través de políticas ambientales de corto, mediano y largo plazos, que incluyen la mejora de combustibles, la adopción de mejores tecnologías de control y la renovación del parque vehicular, entre otras. El conjunto de las acciones requiere de la participación de todos los sectores de la sociedad y principalmente de la participación ciudadana.

En los últimos 25 años, la ciudad de México ha mantenido un desarrollo constante, con un aumento en la población, en la actividad productiva y en el número de vehículos. A pesar de su crecimiento, los niveles de contaminación del aire mantienen aún una tendencia decreciente. Esto se puede atribuir a las políticas de gestión implementadas por la ciudad. Molina y Molina (2002) presentan un análisis exhaustivo del problema de contaminación atmosférica en la ciudad de México, los beneficios de la mejora de la calidad del aire y los retos para los siguientes años.

El Programa Hoy No Circula inició en 1987, como un esfuerzo de los ciudadanos para contribuir a nivel personal a la reducción de la contaminación. Esto, a consecuencia de los graves episodios que se registraban

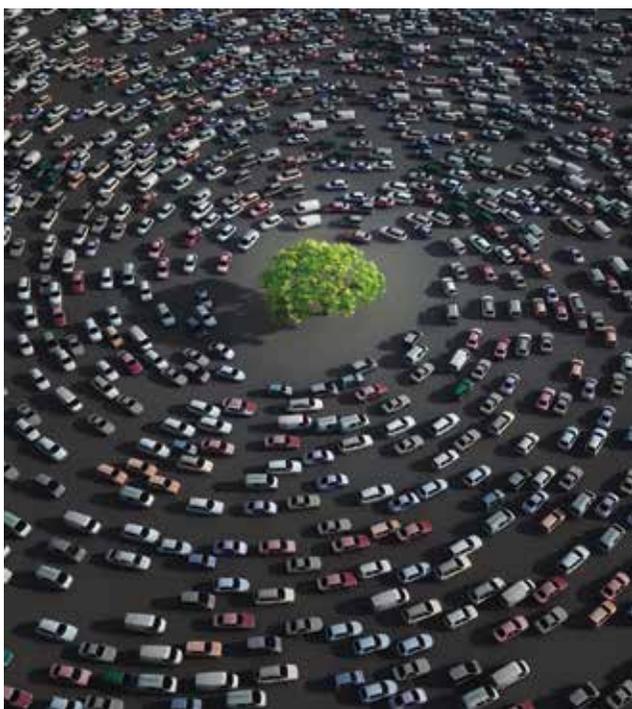
a finales de la década de 1980 con concentraciones que superaban hasta cinco veces los niveles de contaminación actuales. Este esfuerzo ciudadano fue reconocido por el gobierno federal, adoptándolo oficialmente en 1989. Desde su creación, el programa ha sido polémico en término de los beneficios ambientales; más aún porque tiene un impacto directo en la población. Sin embargo, no se puede negar su contribución a la reducción de la contaminación, además de que ha favorecido la renovación continua de la flota vehicular. El Distrito Federal es la ciudad con el parque vehicular más moderno y con menores niveles de emisiones del país.

El deterioro de la calidad del aire en la ciudad de México es el resultado de la combinación de factores meteorológicos, fisiográficos y antropogénicos, de los cuales sólo en los últimos se pueden aplicar acciones de manera inmediata y a un costo razonable. Sin embargo, los resultados de los estudios realizados en la Zona Metropolitana revelan la complejidad de los procesos químicos responsables de la formación de contaminantes de origen secundario, como el ozono y las partículas secundarias, que ocurren diariamente en la atmósfera de la ciudad (Molina *et al.*, 2007; Molina *et al.*, 2010). La atmósfera de la ciudad es fuertemente oxidativa (Volkamer *et al.*, 2010), favoreciendo la formación del esmog fotoquímico. Los mecanismos de producción de los componentes del esmog del ozono y partículas involucran cientos de reacciones químicas en las que los compuestos originados por los vehículos desempeñan un papel primordial. La producción de ozono responde tanto a las condiciones meteorológicas, como a las variaciones en las emisiones de los precursores (Song *et*

*al.*, 2010). Es por eso que la reducción en la concentración de ozono y partículas representa un reto, mismo que se incrementa por las dimensiones y complejidad de la ciudad y las fuentes de contaminación.

El principal efecto de la contaminación es en la salud humana. Existe una relación directa entre el incremento en la concentración de ozono y partículas con el aumento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, principalmente en niños, adultos mayores y personas con problemas respiratorios o cardiovasculares preexistentes. En el caso de las partículas se ha encontrado una asociación directa con casos de mortalidad. En 2014 la OMS reconoció a la contaminación por partículas como un factor importante en el desarrollo de cáncer. La contaminación es responsable también del deterioro en la visibilidad.

El ozono se forma de la reacción entre los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz solar. En la ciudad de México las fuentes móviles son el principal origen de estos precursores. Cada año los vehículos emiten a la atmósfera 200 000 toneladas de compuestos orgánicos volátiles y 210 000 toneladas de óxidos de nitrógeno, provenientes de los gases de escape. Por otra parte, en un estudio realizado por Schifter *et al.* (2014) se concluyó que además



de las emisiones provenientes del escape de los vehículos, las emisiones producto de la evaporación de la gasolina en el vehículo son una fuente de emisiones que en el pasado se había subestimado. De acuerdo con dicho estudio, las emisiones evaporativas de los vehículos ligeros contribuyen con el 39% del total anual de los hidrocarburos emitidos a la atmósfera. De éstos, los vehículos anteriores a 1992 (que corresponden al 16% de la flota vehicular) son responsables del 43% de las emisiones provenientes del escape y 31% de las emisiones por evaporación.

De acuerdo con el análisis histórico de los datos del monitoreo atmosférico, se ha observado que los fines de semana la concentración de contaminantes de origen fotoquímico, como el ozono, puede ser igual o mayor que los niveles reportados en los días de la semana; esto, a pesar de que existe una reducción en sus precursores. Este efecto se explica a partir de la sensibilidad de los procesos de formación de ozono a la concentración COV y NO<sub>x</sub>, y las variaciones en las proporciones de ambos contaminantes. Este fenómeno se ha observado en otras ciudades y se conoce como “efecto de fin de semana” (Altshuler *et al.*, 1995; Murphy *et al.*, 2007). Stephens *et al.* (2008) estudiaron el efecto de fin de semana en la producción de ozono en la ciudad de México, analizando los datos horarios de 22 años en 39 sitios de monitoreo en la ciudad. En sus conclusiones afirman que en el caso de la ciudad de México, una reducción en las emisiones de COV tendría un efecto en la disminución de la producción local de ozono. Este efecto sería mayor que si la reducción se realizara en las emisiones de NO<sub>x</sub>. Debido a que los vehículos son la principal fuente de emisión de COV durante los fines de semana, se espera que la reducción en el número de vehículos en circulación y el aumento en la velocidad de desplazamiento contribuya a la disminución en la emisión de COV.

Durante el segundo semestre de 2014, la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal instrumentó un conjunto de medidas que incluyeron: el reforzamiento de la vigilancia en los verificadores del Distrito Federal, un programa para el reemplazo de convertidores catalíticos, la adopción del holograma de verificación 1 y la restricción adicional a la circulación de los vehículos más contaminantes el día sábado. En este



contexto, la restricción vehicular sabatina tiene la intención de asegurar una disminución efectiva en los niveles de COV y con ello impactar de manera directa en la reducción de las concentraciones máximas de ozono; esto, con un efecto también en el día domingo, ya que una fracción importante de los contaminantes generados el sábado permanece dentro de una capa residual en la atmósfera y tiene una participación importante en los niveles de contaminación del día siguiente. Se sabe que la medida no tendrá el efecto suficiente para eliminar el ozono (para ello habría que reducir la concentración de COV en la atmósfera en más del 75%), pero se espera que atenúe significativamente las concentraciones máximas del contaminante, que son las detonadoras de problemas de irritación ocular y respiratoria, activaciones de asma y disminución de la función pulmonar en niños y adultos mayores. Esto es importante ya que los días sábado y domingo son aprovechados por las familias para realizar actividades al aire libre.

Debido a la complejidad en los procesos atmosféricos (físicos y químicos), involucrados en la formación del smog fotoquímico, la evaluación de la eficacia de una medida o acción implementada para mejorar la calidad del aire, requiere de tomar en cuenta la mayor cantidad de variables disponibles para identificar el impacto real en los niveles de contaminación del aire. Para ello es fundamental analizar, a través de métodos estadísticos adecuados, la influencia de factores que pudieran inducir interferencias en la evaluación, además de eliminar la influencia estacional por la variabilidad temporal de la meteorología. Por ejemplo, la presencia de lluvia en sábado puede inducir una mejora en la calidad del aire por el lavado atmosférico. Por otra parte, no es posible realizar el análisis objetivo –desde el punto de vista científico– de un proceso tan complejo, utilizando un número pequeño de observaciones y sin tomar en cuenta algunas de las principales variables que influyen en el fenómeno. Cualquiera de los resultados que se pudieran obtener de un análisis

de este tipo, corre el riesgo de carecer de validez estadística. La falta de rigor científico en la evaluación de un fenómeno puede llevar a conclusiones erróneas.

Con el propósito de evaluar de manera objetiva el impacto de la medida y analizar su efecto a nivel espacial y temporal, la Secretaría del Medio Ambiente colecta datos de la concentración de los contaminantes y las principales variables meteorológicas. Se pretende obtener datos durante al menos un año para contar con una muestra estadísticamente representativa que permita caracterizar la distribución espacial y considerar los diferentes escenarios meteorológicos que se presentan durante ese lapso, lo que permitirá aislar el efecto de las modulaciones de corto y mediano plazos, inducidas por los cambios de humedad y temperatura. Se pretende que los resultados permitan estimar el impacto real de la medida en el efecto de fin de semana y en la reducción de los niveles de ozono.

Sin descalificar la evaluación que se realiza en el documento “Endurecimiento del Hoy No Circula”, el investigador se limita a comparar de manera cualitativa los datos de los meses de junio y julio de 2014. El escaso número de datos no permite aportar evidencia estadística sobre el impacto de la medida. También, los meses utilizados en la comparación corresponden a la temporada de lluvia. Por lo tanto, es de esperarse un sesgo por la influencia del lavado atmosférico en los niveles de contaminación, lo que podría dificultar la separación del efecto de la lluvia en la remoción de los contaminantes del impacto de la reducción de los vehículos. Cabe mencionar que este aspecto no se discute en el documento. La falta de una evaluación basada en argumentos científicos sólidos podría reflejar un juicio subjetivo que no aporta elementos para una discusión científica sobre el problema.

### Bibliografía

- Altshuler, S. L., T. D. Arcado y D. R. Lawson (1995), “Week-day versus weekend ambient ozone concentrations: Discussion and hypotheses with focus on Northern California”, *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 45:967-972.
- Molina, L. T., C. E. Kolb, B. De Foy *et al.* (2007), “Air quality in North America’s most populous city—overview of the MCAMA-2003 campaign”, *Atmos. Chem. Phys.*, 7:2447-2473.
- Molina, L. T., S. Madronich, J. S. Gaffney *et al.* (2010), “An overview of the MILAGRO 2006 Campaign: Mexico City emissions and their transport and transformation”, *Atmos. Chem. Phys.*, 10:8697-8760.
- Molina, L. T. y M. J. Molina (eds.) (2002), *Air quality in the Mexico megacity: an integrated assessment*, vol. 15, Londres: Kluwer Academic Publishers.
- Murphy, J. G., D. A. Day, P. A. Cleary *et al.* (2007), “The weekend effect within and downwind of Sacramento—Part 1: Observations of ozone, nitrogen oxides, and VOC reactivity”, *Atmos. Chem. Phys.*, 7:5327-5339.
- Schifter, I., L. Díaz, R. Rodríguez, C. González-Macías (2014), “The contribution of evaporative emissions from gasoline vehicles to the volatile organic compound inventory in Mexico City”. *Environmental monitoring and assessment*, 186(6):3969-3983.
- Song, J., W. Lei, N. Bei *et al.* (2010) “Ozone response to emission changes: a modeling study during the MCMA-2006/MILAGRO Campaign”, *Atmos. Chem. Phys.*, 10:3827-3846.
- Stephens, S., S. Madronich, F. Wu, F. *et al.* (2008), “Weekly patterns of México City’s surface concentrations of CO, NO<sub>x</sub>, PM10 and O<sub>3</sub> during 1986–2007”, *Atmos. Chem. Phys.*, 8:5313-5325.
- Volkamer, R., P. Sheehy, L. T. Molina, M. J. Molina (2010), “Oxidative capacity of the Mexico City atmosphere—Part 1: A radical source perspective”, *Atmos. Chem. Phys.*, 10:6969-6991.