

Introducción

La Ciudad de México famosa por su tamaño e historia, es una de las ciudades más pobladas y contaminadas del mundo. Innumerables factores han contribuido a esta situación: el crecimiento industrial, la explosión demográfica, así como la proliferación de automóviles. Lo anterior, aunado a su ubicación geográfica bastante peculiar (cuenca cerrada, rodeada de montañas a una altura de 2,240 msnm) hace de la ciudad un escenario tóxico para la salud humana.

Todos los días un gran número de personas están expuestas a la contaminación del aire, sobre todo en lo que corresponde a material particulado en suspensión, como el dióxido de azufre y el ozono. El impacto sobre la salud de los individuos expuestos, suele darse básicamente sobre el sistema respiratorio, el sistema inmunológico, la piel, y los sistemas sensorial, nervioso central y periférico y el sistema cardiovascular (Arribas-Monzón, 2001).

El estudio de los problemas ambientales antes mencionados, que ponen en riesgo la salud humana ya sea de manera individual o colectiva, ha adquirido una gran importancia en las últimas décadas, sin embargo la relación del hombre con su ambiente ha sido analizada desde la antigüedad. Dado que el hombre modifica las condiciones de su medio ambiente, este último a su vez influye de manera directa o indirecta en la salud de los individuos.

Uno de los primeros autores en plantear que la enfermedad puede ser asociada al ambiente que rodea al individuo fue Hipócrates (460-375 años a.c.), sus postulados se sustentaban en la teoría de la miasma o aires de mala calidad, producto de la

descomposición de la materia orgánica (Oláiz, 1999). Aunque estuvo en desuso por mucho tiempo este término reapareció recientemente en el habla médica. Tres son las connotaciones que se le atribuyen a este vocablo (Martínez, 1997):

1) como emanaciones, generalmente malolientes, entre las que se distinguen: las producidas por el hombre y los animales en el proceso natural de la vida; las "exhalaciones morbíficas" provenientes del suelo, especialmente de los pantanos y las resultantes de la descomposición de la materia animal muerta o separada del ser vivo,

2) como el modo de acción de ciertos ambientes o condiciones llamados "focos de infección"; y

3) como la emanación nociva que se desprende de los individuos atacados por una enfermedad pestilencial, y que actúa a distancia provocando esa misma enfermedad en individuos que no la tenían (peste, cólera, tifo, fiebre amarilla), o bien como la emanación, igualmente patógena, proveniente de los objetos que habían estado en contacto con tales individuos.

En concreto, algunos médicos entienden por *miasma* al agente por medio del cual las enfermedades infecciosas y los medios o ambientes conocidos como focos de infección ejercían a través de la atmósfera su influencia morbífica sobre los individuos (Ídem).

En la actualidad se posee abundante información acerca de los contaminantes que afectan la calidad del aire. Entre los principales contaminantes atmosféricos encontramos al ozono, monóxido de carbono, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, plomo y las

partículas suspendidas. Las partículas en suspensión (PM_{10})¹ se caracterizan por ser generadas por fuentes naturales y antropogénicas, por tener una alta capacidad de penetración y permanencia en el sistema respiratorio, también por transportar materiales tóxicos dentro del organismo, utilizando como medio de entrada las vías respiratorias.

La motivación del presente estudio es conocer el efecto en la salud de la contaminación por PM_{10} , en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Es importante conocer dicho efecto, a fin de determinar el costo de los cambios en la salud de la población, generados por las concentraciones de PM_{10} . Es primordial cuantificar los costos en la salud humana provocados por dicha contaminación para proporcionar a los encargados de las políticas ambientales, la información necesaria para evaluar los beneficios potenciales derivados de la aplicación de los programas ambientales en la salud.

Los beneficios en la salud dependen de la eliminación de los efectos adversos que los contaminantes producen en las personas; de la magnitud del cambio en el efecto en la salud, derivado de un cambio en la contaminación atmosférica; de la reducción en el tamaño de la población expuesta a las concentraciones de contaminantes y de la valoración monetaria de los efectos físicos. La disminución de los efectos en la salud valorada en términos monetarios, tanto de morbilidad como de mortalidad, representa costos evitados y es una medida de beneficios en salud.

Los hallazgos más claros y consistentes de estudios previos se relacionan con los incrementos en mortalidad debidos a partículas PM_{10} . Se estima que por cada incremento

¹ Material particulado cuyo diámetro es igual o menor a 10 micrómetros. La concentración de partículas se expresa usualmente como la masa total de partículas en un volumen dado de gas.

de $(10 \mu\text{g}/\text{m}^3)^2$ en los niveles de PM_{10} , se puede esperar un aumento de 1% en la mortalidad diaria. (Dockery, 2001). Y para este mismo aumento en las concentración de PM_{10} en el ambiente, se registra un incremento del 3% en las muertes por causa del sistema respiratorio (Carbon, 2003).

Por su parte Molina (2002), en su estudio para la Ciudad de México, determinó que una reducción de 10% en las concentraciones de PM_{10} podrá reducir hasta en 1000 el número de muertes prematuras en la ZMVM cada año. Pope III et al (1992) estimó que un aumento en $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ está asociado a un incremento del 16% en la mortalidad diaria. Castillejos *et al* (2000), en su estudio para México obtuvo que un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} , está asociado con un aumento del 1.83% en la mortalidad diaria.

El objetivo de este estudio es llevar a cabo la valoración económica de los costos en salud en que se incurren, dado un incremento del 10% en el PM_{10} . Lo anterior se realiza a través de una metodología que permite estimar la asociación entre los cambios en salud y las concentraciones de partículas en suspensión PM_{10} . El presente documento está organizado de la siguiente manera: el Capítulo I, presenta los efectos físicos que ocasiona en la salud de los seres humanos, la exposición a concentraciones de PM_{10} .

El Capítulo II proporciona información sobre su geografía, aspectos socio-demográficos, características climáticas de la ZMVM, así como sus niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos. El capítulo III reúne varios estudios que analizan la asociación entre los cambios en la salud de los individuos y las concentraciones

² Las unidades de PM_{10} están expresadas en microgramos sobre metros cúbicos.

de PM_{10} , y describe los métodos de valoración económica de los cambios estimados en la salud.

El capítulo IV plantea la metodología para realizar la estimación de la asociación entre la tasa de mortalidad/morbilidad y la contaminación de partículas en suspensión PM_{10} , así como la discusión y definición del modelo econométrico a utilizar. El Capítulo V analiza los resultados y su interpretación. Finalmente el Capítulo VI presenta las conclusiones del estudio. Se presentan además dos anexos, el Anexo A presenta los conceptos generales de la atmósfera y los distintos contaminantes atmosféricos que son arrojados a la atmósfera, así como su clasificación. El Anexo B contiene los cuadros de resultados econométricos.