

Capítulo III – Economía, salud y contaminación atmosférica

En las últimas décadas, la teoría económica ha expandido su ámbito de aplicación para incluir bienes como el medio ambiente en su análisis. Dichos bienes generalmente no poseen precios de mercado que reflejen realmente su escasez. Sin embargo la ausencia de precios de mercado no implica que dichos bienes no tengan valor o que su valor sea bajo, dado que su contribución al bienestar de los individuos esta fuera de toda duda.

1. Calidad ambiental y salud

La calidad ambiental constituye un concepto fundamental en el proceso de valoración económica del medio ambiente y en la formulación de políticas públicas ambientales. La economía ambiental abarca conceptos como eficiencia económica, concesiones, incentivos, costos y beneficios en la medición de los cambios registrados en la calidad ambiental (costos y beneficios intangibles). Esta medición informa con resultados científicos sobre la valoración de la calidad ambiental y como es afectado el bienestar social, cuando esta se degrada.

La economía ambiental se concentra en las diversas facetas de la relación que existe entre la calidad ambiental y el comportamiento de los individuos (individual y colectivo). De esta manera se estudian las distintas formas en que las preferencias y decisiones del ser humano afectan la calidad del ambiente, además de la forma en que las instituciones definen el mejoramiento de políticas públicas eficientes para lograr la defensa, conservación y mejoramiento del ambiente. La economía ambiental se ubica en el campo de la microeconomía, concentrándose en cómo y por qué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales.

El denominador común de la valoración económica del ambiente, lo constituye el principio de la elección del consumidor a partir de las preferencias individuales, lo cual permite describir la manera en que la sociedad valora su ambiente natural y los cambios que experimenta su bienestar (Kolstad, 2001). Finalmente, el análisis económico facilita la formulación y aplicación de cambios económicos e institucionales que requieren las políticas ambientales para evitar efectos negativos sobre la calidad ambiental.

El crecimiento de la población, la extensión de los asentamientos humanos, así como las diversas actividades económicas, provocan una creciente contaminación en los factores físicos-naturales más importantes para la supervivencia de las especies vivas como son el aire, agua y suelo. La degradación de la calidad ambiental puede afectar directa o indirectamente a la salud de los individuos que componen una sociedad. En el caso de la salud, la mayor parte de las personas aceptan que ésta es un determinante fundamental del bienestar y por lo tanto, cambios en los factores condicionantes de la salud (calidad del aire) producen cambios en el bienestar de los individuos.

Cada uno de los efectos adversos que produce la contaminación del aire, tienen un aspecto económico. Los valores que las personas otorgan a la reducción de los efectos negativos de los contaminantes representan para los economistas, las medidas de los beneficios. Se considera que la base para determinar estos valores es la preferencia de los individuos.

El beneficio de una mejora en el ambiente, es la suma de los valores monetarios asignados a los efectos que dicha mejora produce en todos los individuos afectados directa o indirectamente por la acción. El medio ambiente posee un determinado valor, que como se ha señalado afecta la función de utilidad de un conjunto de personas que son afectadas

directamente por los beneficios del cambio en el medio ambiente o bien de manera indirecta¹.

Cabe mencionar que la medición de los beneficios de un cambio en el medio ambiente, implica el uso de teorías y técnicas económicas, sin embargo, para estimar dichos beneficios se deben conocer en primer lugar, los efectos físicos y biológicos que provoca la contaminación. Por ejemplo, las estimaciones de los beneficios a la salud derivados del control de la contaminación del aire, se debe basar en el conocimiento de la relación entre las concentraciones de los contaminantes y la salud humana.

2. Estimación de los efectos en la salud humana de la contaminación atmosférica

Los estudios enfocados a estimar los beneficios a la salud humana derivados del control de la contaminación atmosférica, implican tres etapas. La primera consiste en determinar la asociación entre las exposiciones a diferentes niveles de calidad del aire y la salud humana. La segunda etapa consiste en utilizar esta relación para pronosticar los cambios en mortalidad y morbilidad, asociados con algún cambio específico de la calidad del aire y en la exposición a los contaminantes. La tercera consiste en utilizar medidas monetarias de disponibilidad para pagar con el fin de asignar valores a los cambios pronosticados en mortalidad y morbilidad (Freeman III, 1987).

El proceso de obtener la mejor información acerca de la relación supuesta entre la calidad del aire y la salud humana es una tarea importante y difícil. Generalmente se utilizan técnicas estadísticas multivariadas que someten a prueba la hipótesis de que existe

¹ Estas personas pueden ser no residentes de la zona afectada o bien personas que aun no han nacido.

una asociación positiva entre la contaminación del aire ya sea con la mortalidad o morbilidad.

Se han empleado datos de tasas de mortalidad y morbilidad de grupos de población congregados en localidades, municipios, ciudades, debido a ello en ocasiones se les llama estudios macro epidemiológicos. En cambio los estudios micro epidemiológicos utilizan datos individuales que son conceptualmente superiores a los primeros, dado que permiten observar características propias de los individuos que afectan su salud. Sin embargo estos análisis se vuelven costosos y consumen demasiado tiempo en la recolección de los datos.

Asociación entre la mortalidad y/o morbilidad y la contaminación atmosférica de PM₁₀ – Estudios relacionados

En la actualidad existen un gran número de estudios que asocian a la contaminación atmosférica PM₁₀, con la mortalidad y la morbilidad, causadas por enfermedades del sistema respiratorio y cardiovasculares, a continuación se citan algunos análisis al respecto:

Rossi *et al* (1999) en su estudio para Milán, Italia, analiza la asociación entre las partículas suspendidas rezagadas y la mortalidad por causa específica. En este estudio se utilizó una regresión de Poisson robusta en un modelo aditivo generalizado (GAM) para modelar estación, tiempo y humedad. Se obtuvo una asociación positiva significativa con las muertes por infecciones respiratoria que consiste en un aumento del 11% en dicha mortalidad por un incremento del 100µg/m³ en partículas suspendidas (95% CI 5-17). Para las muertes por deficiencia cardiovascular un aumento del 7% (95% CI 3-11) y para la enfermedad pulmonar obstructiva crónica un incremento del 12% (95% CI 6-17).

Para Beijing se realizó un estudio para analizar la asociación entre la contaminación atmosférica (PST y SO₂) y la mortalidad, admisiones hospitalarias, admisiones

hospitalarias de emergencia y consultas de enfermos ambulatorios. Se estimó un GAM controlando por humedad, temperatura, estación del año y día de la semana. El número de personas atendidas se clasifica de acuerdo al departamento médico que los atiende por lo que estas se dividieron en consultas de cirugía y no cirugía. En este análisis se obtuvo una asociación positiva con ambas consultas al asociarlas con bajas concentraciones de PST. Se obtuvo un incremento del 17% al asociarlas con PST (Dockery, 1995).

Moolgavkar *et al* (2000) en su estudio para King Country, WA analizó la asociación entre PM₁₀, polen y admisiones hospitalarias por padecimientos respiratorios crónicos (1987-1995 serie de tiempo), segmentando la población en tres grupos: 0-19 años, 20-64 años y mayores de 65 años. Se obtuvo que la asociación con el polen fue con los tres grupos y la asociación con PM₁₀ fue con solo el grupo más joven. Se estimó un modelo GAM, controlando por temperatura presente y rezagada, resultó una fuerte asociación entre PM₁₀ y admisiones hospitalarias por la causa mencionada, los cuatro rezagos de PM₁₀ fueron de signo positivo.

Pope III *et al* (1992), analizaron la asociación entre la mortalidad diaria y la contaminación atmosférica por material particulado respirable PM₁₀ en Utah Valley (abril 1985-diciembre 1989). Se estimó una regresión Poisson usando la mortalidad total diaria y los niveles de PM₁₀ controlando por variables del clima y estación del año. Se obtiene signo positivo en la asociación entre la muerte no accidental y la contaminación observada de PM₁₀. La mortalidad se incrementó en un 16% dado un incremento de 100 µg/m³ de PM₁₀ esto en el coeficiente del quinto rezago de PM₁₀. Con respecto a la asociación de niveles de PM₁₀ y mortalidad, la principal causa de muerte fueron las enfermedades respiratorias seguidas de enfermedades cardiovasculares. Se registraron niveles bajos de O₃, Ácido y

SO₂ lo que sugiere que la asociación entre mortalidad y PM₁₀, es independiente de los niveles de concentración de contaminantes como O₃, Ácido y SO₂. Dado lo anterior se puede decir que PM₁₀ contribuye a la muerte prematura (Pope III, 1992).

Ostro (1995) en su estudio para Santiago de Chile, concluyó una asociación positiva entre la concentración media de PM₁₀ y mortalidad diaria que consiste en un aumento de 1.0% en la mortalidad diaria por cada aumento de 10µg/m³ de PM₁₀. Ostro plantea un modelo OLS y concluye un incremento de 10 ug/m³ alrededor de la media de 115 ug/m³ de PM₁₀, genera un cambio de 0.6% en la mortalidad (95% CI 0.4- 0.7). Cuando se usa la regresión de Poisson se tiene un aumento de 0.7% en la mortalidad a la concentración media de PM₁₀ y un incremento del 1.4% y 0.4% evaluando a 50 y 150µg/m₃ respectivamente, controlando por temperatura, estación del año, mes y día de la semana.

Castillejos *et al* (2000), en su estudio para México al analizar la asociación entre la mortalidad total y PM_{2.5} concluye que un incremento de 10µg/m³ en PM₁₀ esta asociado con un aumento del 1.83% (95% CI 0.01-2.96) en la mortalidad diaria y un incremento de la misma magnitud en PM_{2.5} se encuentra asociado con un aumento del 1.48% (95% CI 0.98 - 2.68%) en el total de muertes. Se estimaron los resultados utilizando un modelo lineal generalizado basado en la regresión de Poisson, controlando por niveles de contaminación rezagada (cinco días), estación del año y ciclo periódicos. Entre las limitaciones de este estudio se encuentran el periodo relativamente corto de las series de tiempo, la ausencia de medidas individuales de la contaminación atmosférica y de otros contaminantes y la información limitada de la mortalidad obtenida de las actas de defunción. Estudios como los antes mencionados, ayudan a conocer más acerca de la incidencia de la contaminación atmosférica en la salud humana y el bienestar de las personas.

Métodos de valoración económica de los cambios en las tasas de mortalidad y morbilidad

Una vez determinada la asociación entre los cambios en la salud y la contaminación atmosférica, el siguiente paso es valorar esos cambios o daños en la salud. La estimación de estos daños se divide en costos directos e indirectos. Los primeros son los costos asociados a las visitas al hospital o a las consultas del médico y los medicamentos empleados para combatir las enfermedades respiratorias y los segundos son los costos de oportunidad asociados a la pérdida de días de trabajo o escuela de los individuos que se enferman o bien la pérdida de productividad por la muerte prematura causada por infección respiratoria o neumonía (Field, 2003). Los estudios económicos que tratan de valorar los efectos en la salud proponen varios enfoques para la asignación de valores a las enfermedades o la pérdida de vidas, a continuación se menciona los más usados.

Cambios en la tasa de morbilidad

Los métodos comúnmente empleados para valorar económicamente los cambios que por alguna modificación ambiental se dan en la tasa de morbilidad son (Azqueta, 1994):

- a. El costo del tratamiento
- b. Funciones de producción de salud
- c. El método de la valoración contingente

Para este estudio se utilizará el primero que parte de la base de que la pérdida de salud representa para sí y la sociedad, una pérdida de bienestar que consiste en:

- Costos de hospitalización y tratamiento de la enfermedad (incluyendo diagnóstico)
- Los días de trabajo perdidos o de actividad restringida
- El no poder disfrutar plenamente de su tiempo libre

- El costo del malestar de la propia enfermedad
- El costo que para su familia y sus amigos representa el que una persona este enferma

De los costos mencionados, los dos primeros son los más sencillos de obtener y en ellos se basa el presente estudio para llevar a cabo la valoración económica de los efectos en la salud de la contaminación atmosférica de PM_{10} . Es importante destacar que los costos realmente relevantes son los costos marginales que originan la presencia de un nuevo enfermo, y no los costos medio por enfermos, que son generalmente los que suelen ofrecer las estadísticas oficiales (Azqueta, 1994).

El método del costo del tratamiento consiste primero en calcular la función dosis-respuesta², después se calcula el número de personas afectadas y el carácter de la incidencia (días de trabajo perdidos/días de actividad restringida/días de escolaridad), aplicando a cada una de estas categorías el costo económico correspondiente. Se suma a ello la partida relativa a los costos de diagnóstico y tratamiento para cada caso, y se obtiene la primera aproximación del valor económico que representa el cambio en las tasas de morbilidad de la población afectada (Ídem).

Azqueta menciona dos problemas que acompañan a esta aproximación, la primera implica que dado que solo se consideraron los dos primeros costos de los cinco enumerados, el costo del tratamiento obtenido así, es solo una aproximación del costo de la enfermedad. Y el segundo problema hacer referencia a que los individuos pueden tomar medidas preventivas para no incurrir en dichos gastos de tratamiento. Por ejemplo, adquiriendo un purificador de aire, saliendo al campo el fin de semana para oxigenarse,

² La función dosis-respuesta, informa sobre la incidencia que un cambio en la variable objeto de estudio tienen sobre un receptor determinado (Azqueta, 1994)

entre otras. Lo anterior puede invalidar las proyecciones derivadas de las funciones dosis-respuesta. La aplicación de este método se dificulta cuando la relación causal entre calidad ambiental y enfermedad no está claramente establecida o la enfermedad es crónica.

Cambios en la tasa de mortalidad

El darle una valoración monetaria a la vida humana ha sido fuertemente criticado, dado que esta se considera invaluable (Azqueta, 1994). Los métodos que se han adoptado para la valoración económica de la vida humana son:

- a. El método del capital humano
- b. El método de los salarios hedónicos
- c. El método de la valoración contingente

El método de la valoración contingente consiste en preguntar, mediante cuestionarios a las personas, su *disposición a pagar* (DAP) por la reducción en la probabilidad de la muerte prematura. En consecuencia es la medida más completa de los beneficios personales de reducir la mortalidad, incluyendo los costos directos asociados con la hospitalización y los efectos menos tangibles sobre el bienestar tales como el dolor y el sufrimiento. La principal limitación son sus costos de aplicación, debido a la necesidad de diseñar, realizar y procesar una encuesta de tamaño suficiente para tener significancia estadística (Sánchez, 1998).

El concepto de valor estadístico de la vida (VEV) refleja la DAP por disminuir la probabilidad de muerte en una comunidad determinada en cierto periodo. Este es el valor que le confiere una población a una vida cualquiera dentro de su comunidad (Field, 2003). El presente análisis, ante la imposibilidad de realizar un estudio de valoración contingente

para obtener la disponibilidad a pagar y con ello el VEV, ha optado por adoptar el VEV obtenido por Hammit et al (2002), en su extrapolación del VEV de Estados Unidos para la Cd. de México, donde al usar una elasticidad ingreso de la DAP (EI) de 0.5 obtiene un VEV de \$ 2 millones de pesos y usando un valor alto de elasticidad ingreso de 2.0 se obtiene un VEV aproximado en México de \$100,000³.

El valor de la $DAP_{(MEXICO)}$ es muy sensible tanto a la medida de ingreso utilizado (producto bruto nacional per cápita, producto bruto nacional per cápita corregido según poder de compra, ingreso promedio nacional) y al valor de la elasticidad ingreso adoptado. Cuando menor sea esta último, mayor será el valor transferido $DAP_{(MEXICO)}$. Un valor de EI igual a 1 (uno) se considera un supuesto razonable para no producir valores de $DAP_{(MEXICO)}$ que sean extremadamente altos (Cifuentes, 2004).

En resumen en este capítulo se expusieron, algunos estudios económicos realizados en diferentes ciudades del mundo, con altas concentraciones de contaminación del aire como la ZMVM; donde se concluye una asociación positiva entre los cambios en la salud (mortalidad y/o morbilidad) y la contaminación atmosférica por PM_{10} . Dichos estudios proporcionan elementos útiles para ser considerados en el presente análisis dirigido a la ZMVM. El capítulo a continuación, presenta el modelo econométrico a utilizar, la descripción de las variables que se introducen en el modelo, así como los resultados que se esperan obtener en este estudio.

³ Usando la fórmula $VEV_{Mex} = VEV_{US} * [Ingreso_{Mex}/Ingreso_{US}]^{\eta}$ donde η es la elasticidad ingreso.