

# Vigilancia de riesgos ambientales en Salud Pública. El caso de la contaminación atmosférica

Ferran Ballester<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Unidad de Epidemiología y Estadística. Escuela Valenciana de Estudios en Salud-EVES. Valencia. España.

<sup>b</sup>Departamento de Salud Pública. Universidad Miguel Hernández. Elche. Alicante. España.

(Surveillance of environmental risks in public health. The case of air pollution)

**A**unque a veces no lo parezca, y a los hechos me remito, la vigilancia sanitaria del medio ambiente está considerada como una de las actividades fundamentales entre las competencias de las administraciones de salud pública. Durante la pasada década hemos vivido en España un proceso de alejamiento por parte de los servicios de salud pública de las distintas administraciones de la responsabilidad en la vigilancia e intervención sobre los riesgos ambientales. Muchas de las funciones de la salud pública relacionadas con el medio ambiente físico fueron asumidas por los nuevos departamentos de medio ambiente, sin que este hecho se acompañara de una redefinición efectiva del papel de la salud pública en dicho ámbito.

No han faltado durante este tiempo propuestas, como la formulada en 1991 por Martínez-Navarro y De Miguel<sup>1</sup>, para establecer un sistema de vigilancia epidemiológica ambiental incorporado al Sistema de Vigilancia Epidemiológica. Más recientemente, una de las conclusiones del taller «Sistemas de Información en Salud y Medio Ambiente», celebrado en la Escuela de Verano de Salud Pública de Menorca en 2002<sup>2</sup>, se formulaba en los siguientes términos: «Para algunos riesgos ambientales se dispone de la información suficiente y la capacidad de integrar la información en los procesos de acción y de decisión para valorar la posibilidad de poner en marcha un sistema de vigilancia (p. ej., la contaminación atmosférica)».

A pesar de estas y otras propuestas, la realidad ha ido en dirección contraria: el período 1992-1993 fue

el último en que el Ministerio de Sanidad y Consumo gestionó la Red Nacional de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica. A partir de esa fecha, la gestión de la Red pasó a servicios integrados en el actual Ministerio de Medio Ambiente. En las diferentes comunidades autónomas se produjo un proceso similar y a mediados de los noventa el seguimiento e implicación de los servicios de salud pública en temas como la vigilancia de la contaminación atmosférica del país se podría definir como residual o anecdótico.

En la actualidad seguimos con las propuestas, pero ahora se formulan con mayor capacidad de ejecución, ya que aparecen en borradores de reformas legislativas, tanto en algunas comunidades autónomas como en el ámbito estatal. Así, un borrador de propuesta legislativa de la Red Nacional de Vigilancia plantea incorporar la vigilancia de los efectos adversos de la alteración de la calidad ambiental. Es por ello que creo oportuno plantear, desde el punto de vista de la Salud Pública, 3 aspectos que puedan ser de utilidad a la hora de diseñar un sistema de vigilancia sanitaria de la contaminación atmosférica: los elementos básicos de vigilancia en salud pública y medio ambiente, las características relevantes en relación con su impacto en salud de cada riesgo específico y, por último, conocer experiencias que puedan ser de utilidad.

## Vigilancia en salud (pública) ambiental

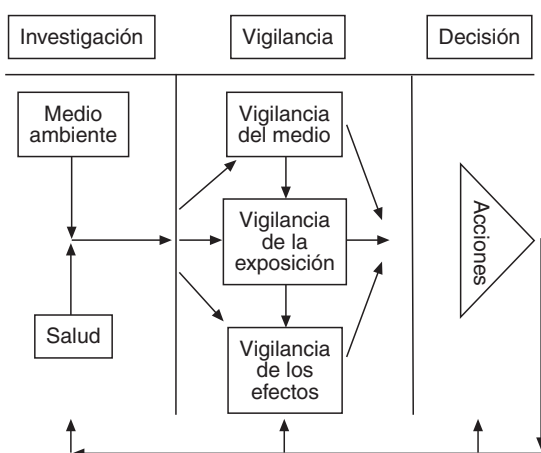
En la figura 1 se representa el proceso continuo que va desde la investigación sobre las relaciones entre los factores ambientales y la salud hasta las acciones en salud pública, pasando por la vigilancia en salud ambiental en sus distintos tipos<sup>3</sup>. Dentro del proceso de vigilancia se distinguen 3 tipos de enfoques en vigilancia en salud ambiental<sup>4</sup>: a) la vigilancia del medio (la podríamos llamar también de los riesgos o de los peligros),

*Correspondencia:* Ferran Ballester.  
Escuela Valenciana de Estudios en Salud-EVES.  
Juan de Garay, 21. 46017 Valencia. España.  
Correo electrónico: ballester\_fer@gva.es

*Recibido:* 6 de octubre de 2004.

*Aceptado:* 25 de enero de 2005.

Figura 1. La vigilancia en el campo de la salud ambiental.



Basada en Thacker et al<sup>4</sup> y Quénel<sup>3</sup>. Las flechas inferiores indican la evaluación necesaria de los resultados de las acciones, la evaluación y/o modificación de los sistemas de vigilancia establecidos, así como la formulación de hipótesis.

que es la que nos proporciona información sobre las sustancias tóxicas en el ambiente); b) la vigilancia de la exposición que nos permite la determinación de la magnitud de la exposición o contacto de la población con dichos riesgos, y c) la vigilancia de los efectos en salud, la más paradigmática en vigilancia epidemiológica. A pesar de su distinto enfoque, estos 3 tipos de vigilancias no son excluyentes entre sí y pueden complementarse en sistemas integrados de vigilancia.

Siguiendo a Thacker et al<sup>4</sup> e ilustrando con ejemplos referidos a la contaminación atmosférica, un sistema de vigilancia debe cumplir 3 funciones críticas para ser útil en salud pública. Primero, se deben realizar medidas de riesgos o peligros específicos en el medio (concentraciones de los contaminantes atmosféricos medidos según las normas y métodos de referencia), o medidas de las exposiciones (plomo en la sangre, aductos del ADN específicos para exposiciones a hidrocarburos aromáticos policíclicos), o medidas de los efectos en salud (visitas a urgencias por asma, o defunciones por causas respiratorias y cardiovasculares). Segundo, el sistema debe generar un registro mantenido en el tiempo. Tercero, debe producir información oportuna y representativa que permita su uso en la planificación, desarrollo y evaluación de las actividades de salud pública, es decir, producir información útil para la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los riesgos ambientales, los servicios sanitarios y los propios sistemas de vigilancia. Además, dicha información es de gran utilidad para la investigación de la relación entre los riesgos ambientales y la salud<sup>3,4</sup>.

### Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: implicaciones para la vigilancia

Antes de diseñar un sistema de vigilancia es necesario considerar aspectos tan relevantes como la toxicidad de los distintos contaminantes, la relación concentración-respuesta entre contaminantes y salud, la significación de los efectos a largo plazo frente a los efectos agudos o la constatación de la efectividad de las intervenciones.

En los últimos años ha habido un gran avance en el estudio y la comprensión de los efectos de la contaminación atmosférica. Hay abundantes referencias en la bibliografía científica<sup>5</sup> y documentos disponibles de agencias internacionales que plasman de manera sumaria cuál es la situación del estado del conocimiento científico en este campo. En España se han llevado a cabo diferentes estudios a través de los que tenemos un conocimiento del impacto de la contaminación sobre la salud en nuestro país<sup>6-10</sup>. Los resultados de estos estudios nos indican que la contaminación atmosférica representa un riesgo para la salud de la población de nuestras ciudades, y que, por tanto, las políticas y acciones encaminadas a reducir las concentraciones de contaminación atmosférica tendrían un efecto beneficioso sobre la salud de la población española.

De manera resumida, los principales efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la salud van desde un aumento en el número de defunciones, de ingresos hospitalarios y de visitas a urgencias, especialmente por causas respiratorias y cardiovasculares, hasta alteraciones del funcionalismo pulmonar, problemas cardíacos y otros síntomas y molestias. Cuantitativamente, la relación se podría expresar como que incrementos de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las concentraciones de partículas respirables (PM10) se asocian con un aumento agudo, es decir, a corto plazo, de alrededor del 0,6% en el total de defunciones. Es interesante considerar que los valores promedio de PM10 en las ciudades españolas donde se dispone de datos pueden situarse entre los 30 y los 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , aproximadamente.

De la misma manera, se han relacionado efectos crónicos con exposiciones a largo plazo. El incremento del riesgo de morir por exposición crónica a la contaminación atmosférica se estima varias veces mayor que el debido a la exposición aguda. Así, en el estudio de cohortes más completo en marcha (el estudio de seguimiento de la Sociedad Americana del Cáncer [ACS]), Pope et al<sup>11</sup> evalúan los efectos de la contaminación atmosférica por partículas sobre la mortalidad. En total se recogieron datos sobre factores de riesgo y contaminación atmosférica desde 1982 para unos 500.000 adultos de 151 áreas metropolitanas de Estados Unidos. En marzo de 2002 se publicaron los resultados del seguimiento de dicha cohorte hasta el año 1998. Las

partículas finas (PM<sub>2,5</sub>) y los óxidos de azufre se asocian con la mortalidad por todas las causas, por causas cardiovasculares y por cáncer de pulmón. Por cada incremento de 10 µg/m<sup>3</sup> en estas partículas finas la mortalidad la mortalidad aumentaba, respectivamente, en un 4, un 6 y un 8%.

Entre los contaminantes habitualmente presentes en nuestro medio y que se ha demostrado que se relacionan con efectos negativos en salud se encuentran las partículas en suspensión y el ozono, principalmente. Para otros contaminantes, como el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre o incluso el monóxido de carbono, que se han asociado con efectos en salud en zonas con concentraciones relativamente bajas de estos contaminantes, hacen falta más estudios para aclarar si dichas asociaciones se deben a un efecto independiente o a su correlación con otros contaminantes como las partículas, con las que comparten algunas de las fuentes más importantes (principalmente, los combustibles de fósiles).

Un número creciente de estudios ilustra los beneficios potenciales de las políticas y acciones orientadas a disminuir la exposición a los contaminantes atmosféricos. En uno de los más paradigmáticos, Pope<sup>12</sup> demostró que el cierre durante un año de una fábrica en el valle de Utah (Estados Unidos) se siguió una disminución de las enfermedades respiratorias y de los ingresos hospitalarios en los residentes del valle. Con la reapertura de la fábrica, los problemas respiratorios aumentaron y volvieron a su situación previa al cierre de la fábrica. En otro estudio, Clancy et al<sup>13</sup> evalúan el efecto del control de la contaminación atmosférica sobre las tasas de mortalidad en Dublín. Después de la prohibición del uso de carbón para la calefacción doméstica se observó una importante reducción (del 70%) en las concentraciones humos negros, con la subsiguiente reducción de las tasas de mortalidad por todas las causas (un 5,7% de disminución), por causas circulatorias (10,3%) y respiratorias (15,5%), mostrando un impacto similar al obtenido en los estudios de cohortes.

Por último, una cuestión importante desde el punto de vista de la salud pública es la valoración de la forma de la relación entre los riesgos ambientales y su efecto en salud. Varios estudios han demostrado que la relación entre la exposición a partículas y el riesgo de morir es lineal, es decir, no hay un valor umbral por debajo del cual podamos asumir que no hayan efectos<sup>14,15</sup>. La forma de la relación lineal indica que las alertas sanitarias en situaciones episódicas no constituyen el factor de riesgo preponderante para la salud pública, ya que no hay un umbral a partir del cual podamos considerar que comienza el daño en salud. Si, además, le unimos la evidencia de que las exposiciones a medio y largo plazo representa un impacto mayor que las agudas, podemos concluir que las medidas encaminadas

a reducir los valores medios de contaminación atmosférica serían más eficientes que las dirigidas a evitar unos pocos días con valores altos.

---

### Experiencias en vigilancia de la contaminación atmosférica en salud pública

Hay antecedentes en países de nuestro entorno que nos permiten aprender de su experiencia. En la ciudad de México funciona un sistema de vigilancia de los efectos agudos de la contaminación atmosférica que, sin representar un coste elevado, ha servido para proporcionar información oportuna y útil en la toma de decisiones<sup>16</sup>.

En el ámbito europeo, el programa APHEIS ha establecido una red compuesta por profesionales de salud pública y de medio ambiente en 26 ciudades (entre las que se encuentran Barcelona, Bilbao, Madrid, Sevilla y Valencia) que permite la vigilancia y la evaluación continuada de los efectos de la contaminación atmosférica. Por medio de la información generada, el programa pretende proporcionar a los decisores y profesionales de medio ambiente y salud pública, y a la población, un recurso que pueda ayudar a la toma de decisiones en el ámbito de la contaminación ambiental y la salud pública<sup>17</sup>.

En Francia, el Programa de Vigilancia PSAS-9 evalúa de manera continuada los riesgos para la salud ligados a la exposición atmosférica urbana, vigila su evolución y permite la realización de evaluación de impacto en salud de la contaminación atmosférica a partir de los datos de las ciudades francesas<sup>18</sup>. La experiencia de más de 6 años de este programa representa una oportunidad única para aprender y confrontar nuestra realidad a la hora de diseñar una propuesta en España. Después de las 2 fases previas del programa francés, éste se encuentra enmarcado en el sistema nacional de vigilancia e incluye 4 objetivos operativos: vigilar y actualizar las estimaciones de la relación a corto plazo entre contaminantes y salud, incorporar nuevos indicadores sanitarios (p. ej., consumo de medicamentos) y nuevos indicadores de contaminación atmosférica (como las partículas finas), servir de ayuda a la toma de decisiones mediante la evaluación de impacto en salud de la contaminación atmosférica y, por último, reforzar la participación en programas europeos en este campo.

En España, tanto el estudio multicéntrico EMECAM-EMECAS<sup>6-10</sup> como la participación de ciudades españolas en el proyecto APHEA<sup>19,20</sup> y en el programa APHEIS<sup>17</sup> han representado un esfuerzo colectivo de un número importante de centros de investigación y de salud pública en la recogida, análisis, interpretación y difusión de resultados sobre el impacto de la contaminación atmosférica en España. Desde el punto de vista

de la salud pública, los resultados de dichos estudios pueden ser de utilidad para el diseño y desarrollo de planes de control y mejora de la calidad atmosférica. Por otro lado, la experiencia metodológica adquirida y el establecimiento de una red multicéntrica de trabajo representan un valor añadido de interés para el posible desarrollo de sistemas de información en salud y medio ambiente en España.

---

### Últimas notas (para antes de empezar a tocar)

La vigilancia epidemiológica en España goza de una amplia tradición y experiencia. Durante decenas de años, el sistema ha estado orientado a la detección de cambios en la tendencia y a la investigación de brotes de enfermedades infecciosas. En los últimos años ha habido una apertura para incorporar otro tipo de enfermedades (cáncer, accidentes) o de intervenciones sanitarias (interrupciones voluntarias de embarazo, hemodiálisis). Con la propuesta de reforma actual se presenta la oportunidad de incorporar al sistema otros problemas (como los derivados de los riesgos ambientales), utilizar información de fuentes diversas (medio ambiente, meteorología) y de integrar los diversos estamentos territoriales (municipios, comunidades autónomas y ámbitos estatal y europeo).

Antes de poner en marcha un nuevo subsistema o programa, como el de vigilancia de los efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica, sería muy conveniente establecer el marco de reflexión y discusión para valorar la justificación del sistema y sus objetivos. Una vez definido lo anterior, se debería llevar a cabo un estudio de factibilidad que tuviera en cuenta los elementos de organización (estructura, establecimiento de las unidades para el desarrollo del programa, coordinación) y técnicos (disponibilidad de información adecuada en medida de la exposición y medida de los efectos, capacidad para el análisis e interpretación de los datos).

Por último, en España la información sobre la calidad del aire reside en instituciones distintas a las de salud pública. En general, y ésta es una consideración personal basada en la experiencia, los profesionales implicados en la calidad del aire poseen una cualificación técnica alta, una sensibilidad ambiental notable y un interés por el significado sanitario relacionado con su tarea. Sería mucho más conveniente potenciar el conocimiento entre los distintos actores implicados y establecer los necesarios programas de coordinación para promover y favorecer las sinergias antes que caer en la disputa por la titularidad de la competencia sobre un riesgo ambiental. De la misma forma, es necesario trabajar de manera coordinada con los proveedores de información sanitaria (registros de mortalidad, morbilidad hospita-

ria), así como establecer mecanismos de comunicación con los posibles destinatarios del sistema: decisores en salud, profesionales de la salud y el medio ambiente y público en general. Un sistema integrado y coordinado de vigilancia permitiría proteger, de manera más efectiva, la salud y el bienestar de la población ante un riesgo científicamente establecido. Es tiempo de que soplen otros aires.

---

### Agradecimientos

A los participantes en los proyectos EMECAM-EMECAS, APHEA, APHEIS y PSAS-9, por hacer posible el avance en el conocimiento del área de la contaminación atmosférica y la salud pública. El desarrollo del presente manuscrito nota se gestó con la preparación de la ponencia «Vigilancia en Salud Pública de efectos de la Contaminación Atmosférica» presentada en la jornada: «Desarrollos en Vigilancia en Salud Pública», en Sevilla el 4 de marzo de 2004. La presentación completa se puede consultar en la página web de la Sociedad Española de Epidemiología (<http://www.websee.org/>).

El contenido de este artículo representa el punto de vista del autor y no necesariamente el de las instituciones en que trabaja.

### Bibliografía

1. Martínez Navarro F, De Miguel C. Vigilancia epidemiológica en relación al medio ambiente. En: Vigilancia epidemiológica: ¿hacia qué modelo vamos? Madrid: Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad y Consumo; 1991. p. 83-90.
2. Taller. Sistemas de información en salud y medio ambiente. Situación actual y perspectivas de futuro. Menorca en 2002 [citado 17 Sep 2004]. Disponible en: <http://www.websee.org/>
3. Quénel P. Surveillance de santé publique et environnement. Rev Epidemiol Santé Publique. 1995;43:412-22.
4. Thacker SB, Stroup DF, Parrish G, Anderson HA. Surveillance in environmental public health: issues, systems, and sources. Am J Epidemiol. 1996;86:633-8.
5. Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. Lancet. 2002;360:1233-42.
6. EMECAM. El proyecto EMECAM: estudio español sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad. Rev Esp Salud Pública. 1999;73:165-314.
7. Díaz J, García R, Ribera P, Alberdi JC, Hernández E, Pajares MS, et al. Modeling of air pollution and its relationship with mortality and morbidity in Madrid, Spain. Int Arch Occup Environ Health. 1999;72:366-76.
8. García-Aymerich J, Tobias A, Anto JM, Sunyer J. Air pollution and mortality in a cohort of patients with chronic obstructive pulmonary disease: a time series analysis. J Epidemiol Comm Health. 2000;54:73-4.
9. Sáez M, Ballester F, Barceló MA, Pérez-Hoyos S, Tenías JM, Bellido J, et al. A combined analysis of the short-term effects of photochemical air pollutants on mortality within the EMECAM project. Environ Health Perspect. 2002;110: 221-8.

10. Ballester F, Iñíguez C, Sáez M, Pérez-Hoyos S, Daponte A, Ordóñez JM, et al. Relación a corto plazo de la contaminación atmosférica y la mortalidad en trece ciudades españolas. *Med Clin (Barc)*. 2003;121:684-9.
11. Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*. 2002;287:1132-41.
12. Pope CA. Particulate pollution and health: a review of the Utah valley experience. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 1996;6:23-34.
13. Clancy L, Goodman P, Dockery DW. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet*. 2002;360:1210-4.
14. Daniels MJ, Dominici F, Samet JM, Zeger S. Estimating particulate matter-mortality dose-response curves and threshold levels: an analysis of daily time-series for the 20 largest US cities. *Am J Epidemiol*. 2000;152:397-406.
15. Schwartz J, Ballester F, Sáez M, Pérez-Hoyos S, Bellido J, Cambra K, et al. The concentration-response relation between air pollution and daily deaths. *Environ Health Perspect*. 2001;109:1001-6.
16. Sánchez-Carrillo CI, Ceron-Mireles P, Rojas-Martínez MR, Mendoza-Alvarado L, Olaiz-Fernández G, Borja-Aburto VH. Surveillance of acute health effects of air pollution in Mexico City. *Epidemiology*. 2003;14:536-44.
17. APHEIS. Air Pollution and Health: a European Information System. Health Impact Assessment of Air Pollution in 26 European Cities. First, second and third year reports [citado 21 Sep 2004]. Disponible en: <http://www.apheis.net/>
18. Cassadou S, Declercq C, Eilstein D, Filleul L, Le Tertre A, Medina S, et al. Programme de surveillance air et santé, 9 villes. Institut de Veille Sanitaire [citado 21 Sep 2004]. Disponible en: <http://www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/>
19. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopoli Y, et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 european cities within the APHEA2 Project. *Epidemiology*. 2001;12:521-31.
20. Sunyer J, Ballester F, Tertre AL, Atkinson R, Ayres JG, Forastiere F, et al. The association of daily sulfur dioxide air pollution levels with hospital admissions for cardiovascular diseases in Europe (The APHEA2- study). *Eur Heart J*. 2003;24:752-60.