

## EL AIRE PURO COMO PROBLEMA ACTUAL DE LA INVESTIGACION Y LA SALUD

por el prof. JOACHIM WÜSTENBERG

Director del Instituto de Higiene del Ruhr, Gelsenkirchen

El tema de la "conservación de la pureza del aire" nos acompaña en nuestra vida año tras año, día tras día, agudizándose allí donde se observa el amontonamiento de las industrias especialmente, atenuándose donde tanto el carácter del contorno como de la vivienda hace que algunas gentes sólo de oídas o por algún viaje conozcan este problema y rara vez por propia vivencia.

Y esto no sólo ocurre entre nosotros en Alemania, sino en todos los países altamente industrializados como el nuestro. La contaminación de las aguas y del aire, el castigo del ruido, han llegado a constituir bien definidos conceptos del régimen social moderno que vistos desde la perspectiva científica y considerados por su importancia diríase que vienen a reemplazar en nuestros días lo que para nuestros abuelos era la lucha contra las epidemias.

Pedimos del aire "puro" que contenga, en circunstancias normales, los componentes químicos que le son peculiares y que se mantenga, por lo tanto, libre de otras sustancias. Esto, mucho antes de la era atómica, sólo era una aproximada realidad en medio de los océanos o en las cumbres de las montañas. Es aquí interesante el criterio del profesor Phair de Cincinnati, según el cual ya sólo de un modo aproximado es posible proponer para el presente una clara definición del concepto "aire fisiológico".

Lo que con esto quiero decir es que, dondequiera, y muy especialmente en el continente europeo, un cierto recargo fundamental del aire atmosférico con materias extrañas debe ser considerado como lo corriente. A ello contribuyen las emisiones locales y las impurezas llevadas por el viento a las zonas vecinas, que, como todos saben, pueden ser muy distintas en cuanto a su contenido y su magnitud.

¿Por qué, suele preguntarse a menudo, no se combatieron y eliminaron estos elementos nocivos cuando todavía era tiempo? Y quien pregunta pretende que si se hubiera hecho no sería hoy tan infinitamente difícil superar la situación creada. Tiene razón, sin duda, con su interpretación de las actuales circunstancias, pero acaso sería más justo no criticar demasiado a quienes nos han precedido. Convendría incluso preguntarse cómo nos juzgarán las generaciones veni-

deras y si no vivimos por completo entregados al presente, olvidándonos del futuro.

Existen, sin embargo, respuestas por completo objetivas a esta cuestión, mas sólo cuatro réplicas, tomadas en conjunto, podrán transmitirnos una impresión certera de la situación como totalidad.

1. Apremiantes puntos de vista político-económicos impidieron, en décadas pasadas, una oportuna aplicación de las primeras medidas de eficacia real. Ingenuos barruntos de intervención no pasaron de recursos infantiles.

2. La mayor sensibilidad social de pueblos y gobiernos ha aumentado el interés por el bienestar de la población.

3. Sólo hasta hoy la contaminación del aire ha alcanzado tal grado de gravedad en numerosas zonas del mundo que no permite esperas o aplazamientos de los problemas.

4. La técnica de la depuración se debe desarrollar hasta encontrarse en situación de eliminar del aire las materias extrañas.

Los motivos que en el pasado impidieron tomar medidas de depuración, no a todos convencerán, pero significan una elucidación al poder exponerse sin circunloquios, presentando simplemente los hechos. Le han planteado al presente —no lo negaremos— formidables problemas. Se trata ya, a pesar de reservas político-económicas aún vigentes, y de la insuficiencia, en múltiples aspectos, de la técnica de depuración del aire, de proceder en forma tan concéntrica a la tarea de eliminar su contaminación que incluso en los grandes núcleos industriales de las distintas zonas del mundo las condiciones del aire que se respira puedan ser bien toleradas.

Con puros requerimientos se conseguirá aquí tan poco como con la buena voluntad de aquellos que por su cuenta toman medidas de depuración que el vecino no está aún dispuesto a cumplir. Para proceder en proporción justa a fijar para cada uno la necesaria contribución a los gastos que la tarea exige es indispensable la intervención planificada del legislador. Las medidas legales para la defensa de la pureza del aire atmosférico suponen algo nuevo totalmente. Por eso los gobiernos regionales mantienen gran cautela en lo referente a medidas draconianas, ya que, en repetidas ocasiones, resoluciones precipitadas, sin su-

ficiente base y con escasos conocimientos del problema más han dañado que beneficiado. Suele considerarse como dechado de una legislación eficaz a Inglaterra, que de modo tan especial ha sufrido los efectos de la contaminación del aire, incluso con graves y repetidas catástrofes. Recordemos el tremendo smog de 1952 en Londres, el mayor desastre causado por la niebla de que haya recuerdo, con un saldo de más de 4.000 víctimas. Esta situación gravísima fue la que en realidad trajo, con un retardo de décadas, casi diríamos de siglos, y en brevísimo plazo, la ley de depuración del aire con la que Inglaterra se convirtió, a partir de 1956, en el país más avanzado en lo referente a un control legal sobre la depuración del aire atmosférico. La ley inglesa contiene disposiciones sobre el control del humo de las chimeneas de las casas y los hornos industriales. En lo que atañe al importante elemento de la contaminación del aire que es el óxido sulfúrico, la ley inglesa de 1956 no contiene ninguna disposición. Una consideración objetiva debe reconocer los éxitos que evidentemente son resultados de la nueva legislación. Que los éxitos tienen, sin embargo, sus límites, quedó demostrado en diciembre de 1962, a los 10 años de la gran catástrofe de Londres y 6 años después de la promulgación de la ley, al no poder evitarse en Londres un nuevo smog de muy grave carácter, aunque seguramente atenuado en sus consecuencias.

Lo mismo que Inglaterra tienen otros países sus preocupaciones en lo referente a la depuración del aire, debiendo nombrarse en primer término a Bélgica, Francia, Rusia, los Estados Unidos de Norteamérica y nuestro propio país. En lo que atañe a la República Federal, con sus grandes zonas de industrias del Rin y el Ruhr y otras concentraciones industriales, la solución del problema se plantea con verdadero apremio. Desde hace más de 10 años ciencia e investigación, gobiernos y técnica no escatiman los esfuerzos en el avance por el buen camino.

En la República Federal trabajan actualmente unos 60 Institutos en el problema de la depuración del aire, ocupándose en igual medida de los efectos nocivos del polvo y de los gases. Hasta hace poco tiempo estos Institutos han mantenido entre sí escasa conexión. Será aquí la más urgente tarea de los encargados en suministrar los fondos necesarios para la creación de grandes centros científicos e impedir, con una rigurosa elección de temas, que se haga trabajo doble. A la Comunidad Alemana de Investigación, que dispone de dos gremios de consejo, corresponde la parte principal de esta tarea.

El Consejo Federal de la Salud, en su esfera de acción, ha constituido la nueva Comisión "Conservación de la pureza del aire y lucha contra el ruido". Está a la disposición del Ministerio Federal de la Salud como

consejera. Se advierte, con satisfacción, que con la creación de un Ministerio para los problemas de la salud, los de la higiene del medio ambiente vital son esencialmente tratados con un nuevo impulso. Mencionemos tan sólo la creación de una sección central del Ministerio consagrada a nuestras diarias penurias de agua y aire puros y a la diaria tortura del ruido. El hecho de concentrar esenciales esferas de trabajo de tan intrincada materia en una sección especial de dicho Ministerio constituye, seguramente, una gran ventaja, de la que cabe esperar serios avances en el futuro. En esta conexión de tareas deben ser mencionadas también las Comunidades de trabajo de los Ministerios regionales.

Desde el punto de vista legislativo algo ha cambiado a partir de 1959. A la fuerte presión de los partidos políticos, sobre todo, se debe que hayan sido reformados dos importantes artículos, el artículo 906 del Código Civil y el artículo 16 del Régimen de Industrias y que esto pudiera ser promulgado el 22 de diciembre de 1959. La esencia del cambio en el artículo 906 del Código Civil consiste en que las molestias causadas por otro al que ocupa un terreno no tienen ya por qué ser toleradas y que el causante estará obligado a aplicar los recursos de la técnica para atenuar dichas molestias. La nueva versión del artículo 16 del Régimen de Industrias dispone, contra lo antes establecido, que las autoridades competentes podrán plantear nuevas exigencias a instalaciones ya autorizadas después de otorgada dicha autorización. Las instalaciones dependientes de una autorización están determinadas por decreto jurídico. Por una Comisión asesora del Gobierno Federal han sido fijadas las prescripciones generales administrativas en forma de un esquema técnico.

Evidencia aquí un notable avance la región Rin Norte-Vestfalia, que ha agregado a lo anterior una ley de defensa de la depuración del aire y eliminación de ruidos y conmociones. Esta ley, promulgada hace 2 años y cuya efectividad no puede aún ser juzgada, atañe a instalaciones que no se incluyen en las prescripciones del Régimen de Industrias, pero que pueden ser también causa de contaminación del aire, ruidos o conmociones. Se incluyen también instalaciones no destinadas a fines industriales. La ley Rin Norte-Vestfalia amplía, pues, la catalogación de las instalaciones controladas en gran medida y determina al mismo tiempo la vigilancia en virtud de constantes comprobaciones a cargo de las secciones acreditadas.

Con infatigable consecuencia ha proseguido sus trabajos especialmente la Comisión de la Sociedad de Ingenieros Alemanes para la Depuración del Aire. El resultado de esta tarea de científicos y técnicos es aún el dechado de nuestros esfuerzos por la depuración

del aire atmosférico, y seguirá siéndolo probablemente. Constituye aquí causa de satisfacción y estímulo para todos los que participan en la tarea que su trabajo haya sido reconocido por el Estado y que las directivas bosquejadas en forma objetiva y ejemplar sirvan, en gran medida, de modelo a las autoridades. No faltan, pues, planes e ideas, ni buena voluntad, ni posibilidades para la investigación: ni siquiera dinero falta. Existe también un muy conveniente contacto internacional por medio de congresos, literatura y encuentros personales. Los recursos ideales y materiales para que sean una realidad medidas de éxito en la lucha por la conservación del aire puro son, de hecho, considerables. Ahora bien, ¿basta esto para atacar de raíz el estrago en su conjunto?

Hay tres complejos que en el análisis interesan al científico. Intentaré considerarlos a continuación.

Se plantea en primer término sencillamente la cuestión de la necesidad de las medidas. El sano "aire de los campos" que tanto elogiaban ya nuestros abuelos, significa un rudo contraste con la tan a menudo citada campana de humo y vapores de la gran ciudad y la contaminación del aire en los grandes centros de la industria. A las molestias se añaden los auténticos efectos nocivos en estas zonas densamente pobladas y de intenso tráfico: el daño producido en los seres humanos, el funesto influjo sobre plantas y animales y los perjuicios en los valores objetivos. Está demostrado que los elementos agresivos que contiene el aire destruyen prematuramente la mayoría de los materiales de construcción, metales, pintura, barnices, etc. La comparación entre una atmósfera humosa y una atmósfera de escaso humo en lo que se refiere a la duración de los materiales ha sido comprobada: el proceso de destrucción es inequívocamente acelerado en el típico aire de una ciudad industrial. Un técnico norteamericano pudo comprobar que el cobre, el zinc y el plomo que en una ciudad libre de humo son de duración prácticamente ilimitada, mientras en el gran centro industrial de Pittsburg sólo entre unos 5 a 15 años resisten el proceso de destrucción.

La más difícil demostración inobjetable de un auténtico influjo nocivo es la que se refiere al más evolucionado de los seres vivos: el hombre. Además de la imposibilidad de realizar en él experimentos como, por ejemplo, se hacen con las plantas en todas las gradaciones y todas las variantes, tanto en su medio natural como en el laboratorio dificultan en el ser humano las comprobaciones la extraordinariamente alta aptitud individual de adaptación, así como otras circunstancias: constitución, herencia, medio, incluso la situación económica y social del individuo, obligando todo ello a una actitud de cautela en lo que

se refiere a enjuiciar la comprobación del daño causado.

Por otra parte, indudablemente lo más importante es aquí en el problema del daño causado la decisiva cuestión del límite entre molestia y daño a la salud en el hombre. Los animales que pastan en las praderas y son envenenados por el flúor pueden ser reemplazados con algún gasto, los estragos de las goteras, en el mortero corroído, en las plantaciones forestales, pueden ser compensados con dinero. Ahora bien, la salud del hombre, en nuestra ecuación, es un factor que no tolera estos trastrueques.

Hay, ciertamente, cifras límite en el daño causado al hombre, al animal o la planta. Ocurre esto con el dióxido sulfúrico o el hidrógeno sulfuroso, con el monóxido de carbono y las formas gasificadas de combinaciones de flúor o los gases nitrosos. En primer lugar ni remotamente se llega en el aire que respiramos (afortunadamente) a esos límites, y en segundo lugar, en la mayoría de los casos se trata —en la gran ciudad sobre todo— de varios de estos elementos nocivos, poniendo aquí un nuevo signo de interrogación la cuestión de su mezcla y de la recíproca participación del uno o el otro, en cuanto a la magnitud del efecto nocivo. Disponemos de indicaciones demasiado poco exactas para un aserto, ni siquiera aproximado. Ahora bien, sobre todo esto no sólo el legislador quisiera disponer de una información científica precisa: también quisiera ser informado el hombre de nuestra sociedad actual. Muchas investigaciones se orientan en este sentido en el mundo entero y alguna valiosa contribución se ha logrado ya recurriendo a la documentación estadística y las investigaciones de masas, habiéndose revelado como la más adecuada la comparación de grupos y el control de personas con predisposición.

Puede hoy comprobarse que al ser rebasados determinados valores, tal como en las actuales circunstancias puede ocurrir en zonas industrializadas —y también en casos de especiales situaciones meteorológicas— pueden darse, en personas predisuestas, auténticas perturbaciones de la salud. Vienen en apoyo de esta comprobación las catástrofes que han ocurrido en el mundo, entre las que hemos mencionado la de Londres de 1952, así como las investigaciones comparadas entre dos o varios grupos humanos. Por ejemplo: entre los niños de una zona no castigada y una zona urbana colindante con aire viciado por instalaciones industriales. También controles en los asilos de ancianos, en comunidades que albergan a personas predisuestas, permiten enjuiciar con aproximación en algunos casos, especialmente si se tiene en cuenta el cambio rítmico en los valores de contaminación del aire.

La posibilidad de molestias a causa del aire contaminado es algo incontestable. Mas si hoy hemos de considerar la salud, de acuerdo con la definición de la Organización Mundial como un excelente, íntegro y saludable estado, tanto físico como psíquico y social, y no sólo el hecho de encontrarse libre de enfermedades y achaques, es obvio que deberemos considerar una molestia como falta de salud. El legislador, sin embargo, necesita como base de sus determinaciones definitivas, algo más que la interpretación subjetiva de semejante criterio. Necesita pruebas sólidas de que no sólo recargos extraordinarios del aire, sino contaminaciones de alto grado y de tipo mediano pueden acarrear daños evidentes en el estado físico de la salud.

Este factor sería así, de modo decisivo, el más importante para enjuiciar el problema con una visión de conjunto. He intentado demostrar que es hoy el de más difícil comprobación. En la lucha contra las epidemias la legislación tuvo más difícil tarea ya que la gravedad del peligro para la salud humana justificó la necesidad de una intervención del Estado sin dilaciones ni transacciones.

El segundo y tercer punto de las preguntas que nos hemos planteado pueden contestarse en forma un poco más simple e inequívoca. La primera parte se refiere a la comprobación exacta del grado de contaminación, es decir, a su mensura. La segunda parte se refiere a la indagación de si es hoy posible mantener incontaminada de materias extrañas la libre atmósfera.

Mensuras se efectúan actualmente con gran intensidad y las pruebas sobre el ritmo y el grado de contaminación en las zonas afectadas se han afinado y perfeccionado en los últimos años. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que es mucho más difícil medir gases, polvo y aerosoles en el aire que sustancias extrañas en otro medio: bacterias en el agua potable, fenol en el agua corriente o materias venenosas en el suelo, por dar algunos ejemplos. Un solo golpe de viento puede modificar totalmente el resultado del más meditado y hábil análisis. Por eso es de tal importancia el dato meteorológico en la mensura del aire. Sólo sobre la base de innumerables valores de mensura e innumerables puntos de mensura durante un largo período, en lo posible día y noche, en todas las estaciones del año y todos los días de la semana, podrá obtenerse una clara visión de conjunto. La región Rin Norte-Vestfalia, de acuerdo con la campaña de la ley de defensa contra la contaminación, está dividida en una formidable red de puntos de mensura que en las zonas de gran concentración sólo distan un kilómetro uno de otro. Para que sea posible formarse una idea de la magnitud de este proyecto baste decir que sólo para medir la sedimentación de polvo hay

2.800 instalaciones. En esta tarea, iniciada el 1º de octubre de 1963, participan varios Institutos.

Mientras la mensura del polvo, incluso del polvillo, tan importante desde el punto de vista de la salud, pues tan sutil es que se aloja en los pulmones, está ya metódicamente muy desarrollada, la aprehensión continuada de los gases sólo parcialmente es posible hasta ahora. Se persigue, dondequiera, el registro automático de los valores. Se obtiene, en forma fidedigna, con algunos gases como el dióxido sulfúrico y el monóxido de carbono, por ejemplo. Con otros el método está aún en sus comienzos muy especialmente allí donde sólo se confía captar las huellas de materias extrañas.

Premisa única para enjuiciar una situación de estrago, es, en cada caso, un material, basado en cifras, en el que se pueda confiar. Por eso una de las dos comisiones de la Sociedad Alemana de Investigación se consagra con desvelo a esta tarea. Muy pronto se pondrá en marcha en algunas de las instalaciones de mensura —tanto en zonas contaminadas como incontaminadas— un vasto programa de mensura apto para transmitir datos sobre los valores básicos medidos en la zona continental centroeuropea. Son siete en total, elegidas con suprema cautela, desde los más diversos puntos de vista, en la República Federal de Alemania. Llegamos finalmente al tercer punto de vista, de importancia para el legislador al estar estrechamente vinculado a medidas legales de la práctica diaria. Trata la cuestión de si la técnica está en condiciones de combatir la contaminación del aire con procedimientos de limpieza del aire y conservación del aire depurado realmente eficaces. Para enjuiciar las medidas destinadas a eliminar el polvo de los gases del humo en las calderas de las fábricas debe considerarse que en las instaladas desde 1945 el 92 por ciento están provistas de dispositivos para dicha eliminación, según Bachmair. En cambio, sólo el 16 por ciento de las calderas instaladas hasta 1924 y el 65 por ciento de las correspondientes al período 1925-1944, tenían estos dispositivos.

Los dispositivos de las nuevas instalaciones consiguen retener el polvo de los gases del humo hasta el 1-2 por ciento. Este polvo es molesto y perturbador, pero generalmente no es nocivo. Desgraciadamente, en cambio, los óxidos sulfurados que contienen también los gases del humo, y de los que sabemos que, en determinadas concentraciones, son nocivos, hasta hoy no pueden ser eliminados en medida satisfactoria. Ninguno de los procedimientos desarrollados ha resistido la prueba de eficacia en forma suficiente para que su acoplamiento general pueda ser recomendado. Como por otra parte en todos los procesos de combustión con combustibles que contienen sulfuro es de importancia considerable precisamente el  $SO_2$ , hace

tiempo que se procura dar la preferencia a combustibles pobres en sulfuro. Son los caminos a seguir: el procedimiento técnico para eliminar el sulfuro de los gases del humo y el empleo de combustibles carentes de sulfuro o pobres en sulfuro por lo menos.

A la técnica se le ha confiado una nueva rama de la investigación y el desarrollo: la de conservar incontaminado el aire atmosférico. A pesar de buenos y prometedores éxitos, queda aún mucho por hacer, pues no sólo se trata de evitar el aumento, numéricamente aprehensible, de materias extrañas en el aire, procedentes de una industria en constante crecimiento, sino, allende esto, de contener y disminuir todos los valores absolutos de la contaminación. En lo que al polvo se refiere, diría, sobre la base de los valores de mensura obtenidos en un período de 10 años, que empieza a bosquejarse lentamente el anhelado avance. En cuanto a los gases, especialmente los expelidos por los vehículos motorizados, por lo pronto debe decirse lo contrario.

Tras todas estas consideraciones llegamos a la conclusión y repetimos la pregunta de si las disposiciones e indicaciones ya en vigencia son suficientes para un mejoramiento del aire en nuestras grandes ciudades y centros industriales. Creo responder en la forma más inequívoca con el aserto de que las bases de una legislación vasta y dotada de unidad son aún demasiado incompletas.

Mucho se ha hecho para ampliar los conocimientos en todas las esferas de la investigación. Muchos de los procedimientos mencionados son, sin embargo, de fecha demasiado reciente para esperar de ellos una pronta solución.

La investigación activa y la colaboración ordenadora y perseverante del ciudadano que no se conforma con una actitud de crítica y censura, son las premisas más operantes para la superación de tan trascendental problema de nuestro tiempo que en realidad nos importa a todos.

## REALIZACIONES DEL LABORATORIO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA DEL IDIEM

### Introducción

Bertrand Russell ha mostrado en un ensayo que la ciencia, como factor dominante en la determinación de la cultura del hombre educado, existe hace 300 años; como fuente de técnica económica desde hace 150 años: que ha sido la fuerza revolucionaria más poderosa en toda la historia de la humanidad y que probablemente estamos en el mero comienzo de su acción transformadora de la vida humana (1).

La ciencia ha producido además efectos intelectuales directos; los efectos en la industria y en la guerra, el dominio sobre el medio ambiente natural, los cambios en la concepción del puesto del hombre en el universo, etc., materias sobradamente conocidas en los medios intelectuales.

Todos los países desarrollados y en especial los establecimientos científicos universitarios están sometidos a la necesidad de hacer investigación científica. Los países subdesarrollados inevitablemente deberían hacerla aunque sea para conservar sus niveles, tener una docencia vigorosa o como contribución al conocimiento.

Una importante diferencia entre la generalidad de las Universidades de los países desarrollados y en vías

de desarrollo consiste en la diferente actitud que se tiene con respecto a la investigación pura o fundamental. Los primeros poseen una clara concepción de que la ciencia ha adquirido una significación básica para el desarrollo de la técnica, para la utilización más completa de las riquezas y energías de la naturaleza para el desarrollo de las fuerzas productivas. Los segundos creen que la investigación pura no es apropiada para nosotros y que sólo la aplicada y cuando más la programada debe realizarse.

Es de vital importancia releer el artículo del prof. M. J. Moravesik (2), en donde se encuentran excelentes razones para apoyar la investigación científica en los países en desarrollo.

No debemos olvidar las declaraciones públicas del Decano de la Facultad de Ciencias, Dr. Gustavo Hoecker (3), donde manifestaba que Chile necesita alrededor de 1.500 científicos para elevar el nivel de la Ciencia y que sólo dispone de 150. A esto hay que agregar el éxodo de profesionales y científicos al extranjero que adquiere cifras alarmantes. Esto implica deducir que debemos por todos los medios conservar en nuestro país a los actuales científicos. Si bien es cierto que en el aspecto remunerativo es bien poco lo que se puede hacer, por lo menos éstos deben tener