

La contaminación y sus contradicciones

La contaminación atmosférica ha evolucionado en las últimas décadas desde su consideración limitada a las zonas en las que más se acusaban su incidencia y sus efectos, como son las aglomeraciones urbanas e industriales, a su globalización como uno de los problemas básicos de nuestro mundo actual. Ello ha sido consecuencia de que la contaminación además de influir en la salud y en el bienestar de las personas también afecta, a la vegetación, a las cosechas, a la fauna, así como al deterioro del medio abiótico lo que determina distintos riesgos o la aparición de nuevos fenómenos tales como: la lluvia ácida, el efecto invernadero, la formación de *smog* fotoquímico o la alteración de la capa de ozono. Conjunto de situaciones preocupantes que han despertado polémicas e inquietudes que han calado en el sentir general a través de informaciones, en ocasiones interesadas, que han conducido a que incluso se cuestione que se pueda poner en peligro el futuro de la humanidad o la disponibilidad de recursos naturales necesarios para lograr el deseable desarrollo sostenido.

La preocupación sobre la problemática del medio ambiente constituye, en consecuencia, uno de los puntos de coincidencia básica en todas las naciones, pero, en contraste con esa realidad, no es menos cierto que la aplicación de las medidas para contrarrestar o evitar sus efectos son muy diferentes en función del nivel de vida, los recursos que se tienen, el grado de industrialización o la oportunidad política en las llamados países ricos, diferencias que se hacen abismales en el caso de los restantes países. Lamentablemente, la cuestión

no es sencilla, ya que, aunque se contamina en países desarrollados y en los que no lo son, las estrategias son distintas y presentan vertientes políticas y económicas contrapuestas. Sirva como ejemplo el gran fracaso que supuso la conferencia Mundial sobre Medio Ambiente que auspiciada por la ONU se celebró en Estocolmo el año 1972. Aunque se esperaba mucho de ella, no se lograron acuerdos básicos aceptables para todos los países, pues al tratar de unificar los criterios aplicables para la prevención de la contaminación, los países pobres no aceptaron disposiciones que obligaran a realizar mayores inversiones en sus proyectos de industrialización y que, consecuentemente, limitarían sus posibilidades de desarrollo.

En resumen, la problemática del medio ambiente se presenta normalmente como el eje central de una polémica contradictoria en la que, de una parte, existe la evidencia que la contaminación comporta riesgos; pero por otra, se tiende a considerar la estabilidad de los puestos de trabajo, los intereses económicos y otros factores, como la necesidad de inversiones e incluso poder disponer de las tecnologías para reducir o eliminar la contaminación. Conjunto de hechos cuya resultante es que se arbitren soluciones temporales incompletas o se demore afrontar el problema, en muchos casos, de forma concluyente. Estas contradicciones confunden al hombre de la calle y todavía más al observador estudioso de estos temas, que no acierta a entender la escasa concordancia que se da entre el discurso de políticos y la práctica que se aplica en casos concretos. La realidad es que los problemas de medio ambiente están llenos de

contradicciones y de situaciones confusas. Entre ellas, vamos a incidir en este ensayo en la relación existente entre la contaminación, la química y los químicos.

LA CONTAMINACION, LA QUÍMICA Y LOS QUÍMICOS

Debe reconocerse, en primer lugar, la realidad de que los contaminantes son, en la mayoría de los casos, especies químicas definidas que normalmente se expresan en terminología química y, aunque en el caso de la materia particulada es enormemente más complejo definir su composición, en cualquier caso, también se le relaciona con su contenido en alguna sustancia química, como metales, hidrocarburos o compuestos orgánicos volátiles que forman parte de la composición del aerosol atmosférico, lo que conduce a la idea, inexacta e injusta, de identificar a la contaminación con la química y como consecuencia, con los químicos.

Para tratar de definir el problema que planteamos deben tenerse en cuenta los factores e interrogantes que convergen en la compleja situación que engloba la contaminación atmosférica, como podrían ser:

¿La contaminación la genera solamente el hombre o tiene otras procedencias?

¿La contaminación es un fenómeno nuevo o se arrastra desde hace tiempo?

¿De qué actividades procede la contaminación que genera el hombre?

¿Qué científicos conocen y han desarrollado los métodos de análisis para poder definir las situaciones de contaminación?

La necesidad de recurrir a la química para controlar y reducir la contaminación se hace aun más patente si tenemos en cuenta que las principales fuentes de contaminación corresponden a las centrales de generación de energía y a los transportes. En ambos casos, sin el concurso de las técnicas y procesos químicos la humanidad se encontraría en auténtico callejón sin salida.

¿Qué científicos y especialización científica son los que han desarrollado los métodos y las medidas para reducir la contaminación?

¿La contaminación es intrínsecamente perversa o está contribuyendo al desarrollo del conocimiento?

¿La contaminación en general va a generar la gran catástrofe de la humanidad o está propiciando el desarrollo económico, la generación de empleo y mejor calidad de vida?

¿Se puede considerar que se conoce y domina la problemática de la contaminación?

Pasamos a continuación a considerar los interrogantes anteriores:

¿LA CONTAMINACION ATMOSFÉRICA LA GENERA SOLAMENTE EL HOMBRE O TIENE OTRAS PROCEDENCIAS?

Casi todas las especies consideradas contaminantes atmosféricos pueden tener un origen natural, y aunque en términos absolutos, como se puede observar en la tabla 1, su valor supera ampliamente al de los contaminantes de origen antropogénico. Pero como el hombre sólo puede actuar sobre los que el mismo genera, por ello los problemas de contaminación atmos-

férica más importantes se suelen asociar con la actividad humana, debido, además, a que éstos se concentran o se aprecian sólo en áreas de influencia humana.

¿LA CONTAMINACION ES UN FENÓMENO NUEVO O SE ARRASTRA DESDE HACE TIEMPO?

La contaminación atmosférica es un fenómeno que ha venido asociado a procesos naturales, como ya hemos indicado, o a la actividad humana. Por ejemplo, en el año 61 de nuestra Era, Séneca escribía, "Apenas me alejé de Roma, del mal olor del humo de las chimeneas, que cuando las atizaban hacían salir vapores pestilentes y el hollín que contenían, apenas salí de Roma me sentí mucho mejor".

Otro antecedente de este problema corresponde a la edad Media, cuando Eduardo I de Inglaterra prohibió la utilización de los llamados carbones marítimos (carbones minerales) en la ciudad de Londres en 1.307. No cabe duda de que a lo largo de los siglos el hombre ha soportado la contaminación atmosférica, normalmente en condiciones que hoy no podrían concebirse. Los ejemplos pueden ser múltiples como:

¿Aceptaríamos actualmente la iluminación por antorchas impregnadas de grasas, o los candiles de aceite, la luz de velas o la luz de gas, o que para calentar las viviendas, las iglesias o hasta los palacios se encendieran fogatas? ¿Cuántos accidentes mortales se han producido en viviendas que utilizaban braseros para mitigar el frío?

¿Cómo serían las condiciones de higiene industrial en los procesos metalúrgicos con hornos de cuba, sin tiro por chimeneas, en los que para mantener la combustión se utilizaban fuelles accionados en la mayoría de los casos manualmente?

¿Qué condiciones laborales soportaban los horneros que conducían la tostación de piritas en hornos de parrilla que al remover su carga, para activar la oxidación, debían abrir sus compuertas de cierre para atizar con rastrillos manualmente la piritas en combustión?

¿Soportaría un expediente de evaluación de impacto ambiental el gran adelanto científico que fue parte importante de la revolución industrial, es decir, el proceso Leblanc para la síntesis de carbonato sódico?

Se partía de piritas, sal común, carbón y calizas para obtener: primero ácido sulfúrico, por tostación de piritas en condiciones como las que se indican en el párrafo anterior. Posteriormente, el ácido sulfúrico se hacía reaccionar con la sal común, en hornos, para producir sulfato sódico. Después el sulfato sódico se reducía a sulfuro por tratamiento, también a elevada temperatura, con carbón. Finalmente, también en caliente, se formaba una pasta de sulfuro sódico y caliza de la que, por lavado, se separaba una lejía de

TABLA 1. FUENTES DE EMISION DE CONTAMINACION ATMOSFÉRICA.

CONTAMINANTE	% FUENTES NATURALES	% FUENTES ANTROPOGÉNICAS
Aerosoles	88,7	11,3
SOx	57,1	42,9
CO	90,6	9,4
NOx	88,7	11,3
HC	84,5	15,5

(Seinfeld)

carbonato sódico y un resto insoluble que contenía sulfuro cálcico, caliza, sulfato sódico y distintas impurezas. El procedimiento generaba emisiones gaseosas de SO₂, SO₃, HCl, humos diversos y emisiones tóxicas de los gases sulfhídricos de olor nauseabundo.

Los acontecimientos, relativamente próximos del Valle del Mosa (1.930), Donora (1.948), y Londres (1.952), han sido los que han cambiado una actitud de conformismo frente a la problemática de la contaminación, que se consideraba como un tributo que debía pagarse al progreso, por una nueva conciencia ante el problema que ha despertado la atención científica, sanitaria y política para tratar de reducir o minimizar los efectos de la contaminación.

¿DE QUÉ ACTIVIDADES PROCEDE LA CONTAMINACION QUE GENERA EL HOMBRE?

Se estima que el 80% de los contaminantes vertidos a la atmósfera por la actividad del hombre son el resultado de la utilización de combustibles fósiles. En la tabla 2, se recogen los valores estimados de emisiones en EE.UU.

De estos datos, se puede resaltar

TABLA 2. EMISIONES ESTIMADAS USA (MILLONES DE TON/AÑO)

Fuente	CO	SOx	NOx	CxHy	Part.	Total
Transporte	85,7	0,8	9,2	11,5	1,1	108,3
Energía	1,2	22,4	13,0	1,5	4,8	43,9
Industria	8,3	4,2	0,7	10,1	5,4	28,7
Residuos sólidos	2,6	0,1	0,1	0,7	0,4	3,9
Varios	4,9	0,1	0,1	4,5	0,7	10,3
Total	102,7	27,6	23,1	28,3	12,4	195,1

(Wark y Warner)

que, entre las contribuciones a la contaminación de origen antropogénico, ocupa la primera posición el transporte, con el 55,9 %, seguido de la combustión en fuentes estacionarias con el 22,1%. Los procesos industriales representan sólo el 14% y el resto de 7,2%, procede de los movimientos de residuos sólidos y otras fuentes. Es decir, que de la contaminación que genera el hombre

casi el 80% procede de procesos de combustión, sea para generar energía o para los medios de transporte.

¿QUÉ CIENTIFICOS CONOCEN Y HAN DESARROLLADO LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA PODER DEFINIR LAS SITUACIONES DE CONTAMINACIÓN?

Es evidente que se debe a la química y a los que la practican, es decir los químicos, la disponibilidad de medios que permiten definir y cuantificar la contaminación. Debemos matizar aquí, que englobamos en el concepto de químicos al conjunto de científicos y técnicos con adecuada especialización en los conocimientos químicos en sus múltiples facetas: de diseño de procesos industriales, de síntesis orgánica, de interpretación de los ciclos bioquímicos, de obtención de medicamentos, colorantes, plaguicidas, etc. han trabajado e investigan no sólo en contaminación sino en su propia temática concreta. Son los profesionales químicos, en su más amplio sentido, a quienes se debe haber desarrollado la mayoría de los métodos adecuados para la identificación cualitativa y cuantitativa de las sus-

tancias químicas. Además, aunque el estímulo inicial no fuera motivado por la problemática concreta de la contaminación, sino consecuencia de un proceso generalizado de estudio para conocer y determinar los distintos componentes que intervienen tanto en procesos netamente químicos, como en sistemas auxiliares y de apoyo a otras ciencias: como la medicina, la biología, la

bioquímica, la geología, la radioquímica, la agricultura o la industria alimentaria; por fuerza, hemos de reconocer que han sido este grupo numeroso de investigadores y científicos a los que debemos agradecer que cuando ha sido necesario definir y valorar las situaciones de contaminación, se haya dispuesto de métodos de análisis químicos adecuados para hacerlo. Hecho que ha propiciado, que ante la necesidad de profundizar en la comprensión de los procesos involucrados en la contaminación, los conocimientos anteriores hayan servido de base para perfeccionarlos y adaptarlos, facilitando poder dar adecuada respuesta o avanzar en el conocimiento de las nuevas situaciones que se plantean.

¿QUÉ CIENTIFICOS Y ESPECIALIZACION CIENTIFICA SON LOS QUE HAN DESARROLLADO LOS MÉTODOS Y LAS MEDIDAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN?

Una vez más nos encontramos de un modo general que las técnicas que permiten controlar, reducir o eliminar la contaminación corresponden al campo de los conocimientos químicos, como brevemente exponemos.

Para reducir la contaminación atmosférica por partículas se recurre a sistemas de colectores mecánicos, de sistemas de lavado, a sistemas de filtración o a la precipitación electrostática, etc. y para eliminar determinados contaminantes se utilizan para separarlos procesos de absorción, adsorción, catálisis o incineración. Conjunto de técnicas que se estudian y son propias de la Ingeniería Química.

La necesidad de recurrir a la química para controlar y reducir la contaminación se hace aun más patente si tenemos en cuenta que las principales fuentes de contaminación corresponden a las centrales de generación de energía y a los transportes. En ambos casos, sin el

concurso de las técnicas y procesos químicos la humanidad se encontraría en auténtico callejón sin salida.

Para reducir la contaminación en los medios de transporte se pueden contemplar tres alternativas:

- 1.- Utilizar fuentes energéticas limpias.
- 2.- Utilizar combustibles no contaminantes o menos contaminantes.
- 3.- Utilizar sistemas catalíticos para minimizar la contaminación.

La solución primera, aunque deseable, constituye hoy una utopía que debe desarrollarse utilizando captadores adecuados de energía solar u otras alternativas, como las pilas de combustible, para cuya consecución se precisa el concurso de la química.

La solución segunda, de utilizar combustibles no contaminantes o menos contaminantes, es consecuencia de que se han desarrollado procesos químicos que permiten obtener combustibles o más puros, o con mejores rendimientos en los motores de explosión o menos contaminantes, luego aquí también la solución, aunque parcial, es química.

La solución tercera de utilizar sistemas catalíticos es seguramente la que mayor concurso químico precisa ya que el desarrollo de los procesos catalíticos requiere una alta preparación y especialización química.

Por último, la reducción de emisiones contaminantes en las centrales de producción energética se puede conseguir por medio de alguno de los siguientes caminos:

- 1ª.- Purificación del combustible.
- 2ª.- Transformación del combustible.
- 3ª.- Purificación de los gases que emiten las centrales energéticas.

En el primer caso, si se dispone de un combustible sólido que por sus características lo permita, se puede utilizar la técnica de flotación para mejorarlo. Si los combustibles disponibles son líquidos o gaseosos, los procesos de purifica-

ción son netamente químicos.

En el segundo caso, la transformación de un combustible contaminante líquido o sólido, se puede realizar por procesos de gasificación total o parcial con lo que se obtiene un combustible gaseoso que previamente se ha purificado, y que en consecuencia será menos contaminante y eventualmente un subproducto de aplicación industrial como carbón de coque o semicoque. En

cualquiera de las alternativas que hemos comentado nos encontraremos con que la solución que permite afrontar el problema de la contaminación desde las fuentes fijas más contaminantes requiere la aplicación de procesos químicos específicos.

En la tercera de las posibles alternativas, es decir la purificación de los gases que emiten las centrales térmicas para producción de energía, las vías que se

pueden utilizar son muy amplias y complejas pero, en cualquier caso son procedimientos estrictamente químicos. A continuación trataremos de sintetizarlos como:

1º.- Procesos de combustión de emisión reducida. Dentro de esta opción se pueden diferenciar:

Quemadores en lecho fluido, con al menos tres variantes. En estos procesos, netamente químicos, las emisiones se reducen sensiblemente. Entre 80 y 90 % en el SO₂. El NO_x se puede mantener entre 200 y 400 mg/m³. Y las partículas emitidas también se reducen manteniendo su límite entre 25 y 50 mg/m³.

Gasificación cíclica integrada, proceso que se desarrolla en tres fases: de gasificación, de purificación y enfriamiento y de generación cíclica de energía. Se han desarrollado distintos procesos como: el Texaco, el

Shell, el Lurgi, el Dow, etc. En estos procesos se elimina entre el 90 y el 99% de SO₂, que se recupera como azufre de gran pureza por el proceso Claus. El NO_x se mantiene por debajo de 300 mg/m³. Y las partículas emitidas también se reducen sensiblemente a valores menores de 2 mg/m³.

2º.- Procesos de desulfuración de gases.

Entre ellos se pueden diferenciar los procesos de absorción húmeda, los procesos de absorción semiseca, los procesos de absorción seca y los procesos de conversión catalítica. Con distintas variantes de métodos en cada caso. Su eficacia varía según los casos. En general se obtienen reducciones de SO₂, que oscilan entre el 85 y el 95%, salvo en el caso absorción seca con cal o caliza que se sitúa en el entorno del 60-75%. En

gran parte de los procesos se puede recuperar el SO₂ bien como azufre, como sulfato amónico o como ácido sulfúrico.

3º.- Procesos de reducción de emisiones de NO_x.

Se han desarrollado de una parte los procesos de combustión modificada, también con tres variantes, conocidas como: de control del exceso de aire, de combustión con fuego atenuado y de óxidos de nitrógeno reducido. En los que las emisiones de NO_x se sitúan en valores comprendidos entre 40 y 400 mg/m³.

De otra, también se han conocido procesos que reducen de emisiones de NO_x, conocidos como: de reducción catalítica selectiva, de reducción selectiva no catalítica y de adsorción con reducción catalítica. Métodos que permiten alcanzar

INFORMACIONES, EN OCASIONES INTERESADAS, QUE HAN CONDUCTIDO A QUE SE CUESTIONE QUE SE PONGA EN PELIGRO EL FUTURO DE LA HUMANIDAD O LA DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES NECESARIOS PARA LOGRAR EL DESEABLE DESARROLLO SOSTENIDO.

reducciones en las emisiones de NOx que oscilan entre el 70 y el 90%

¿LA CONTAMINACIÓN ES INTRINSECAMENTE PERVERSA O ESTÁ CONTRIBUYENDO AL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO?

Ante esta cuestión se puede asegurar que la contaminación constituye uno de los problemas más importantes con que se enfrenta la humanidad, que ha generado episodios y situaciones muy graves pero, también hemos de reconocer, que como consecuencia de la trascendencia del problema ha servido como acicate para que se busquen soluciones. Como consecuencia, la contaminación ha abierto nuevos campos de estudio e investigación que sin duda estarían sin explorar ya

que, precisamente por los peligros que encierran sus posibles efectos, no sólo se ha incentivado el estudio de su problemática desde distintas perspectivas, sino que se han puesto en marcha programas de investigación continuados que están respaldados con dotaciones importantes.

Por ejemplo, en Europa, la CEE estableció en 1973 unas directrices en que basar una política común de Medio Ambiente. Desde entonces, la CEE ha instrumentado y puesto en marcha sucesivos programas de acción comunitaria, y se han actualizado los criterios en política medioambiental por medio del Acta Única Europea. Actualmente se está poniendo en marcha el V Programa Marco, con un presupuesto aproximado de 15.000

MECUS, 1998-2002, en el que se dedica una significativa parte, tres de los cuatro programas temáticos su Primera Acción, a problemas relacionados con el medio ambiente.

¿LA CONTAMINACIÓN EN GENERAL VA A GENERAR LA GRAN CATÁSTROFE DE LA HUMANIDAD O ESTÁ PROPICIANDO EL DESARROLLO ECONÓMICO, LA GENERACIÓN DE EMPLEO Y MEJOR CALIDAD DE VIDA?

Es evidente que la sociedad muestra una gran preocupación por los problemas de medio ambiente, que inciden no sólo en la calidad de vida y nuestro bienestar, sino también en la conservación de la naturaleza, que

puede sufrir daños irreversibles. Las señales de alerta por el deterioro del medio natural se manifiestan continuamente y no sólo en incidentes graves, aunque de carácter local, como la fuga de dioxina de Seveso, o la contaminación radiactiva en Chernobil, sino en cambios más permanentes entre los que se pueden citar: la deforestación por la lluvia ácida, la desertificación, los cambios climáticos y, últimamente, la sensible disminución de la concentración de

ozono en determinadas zonas de la estratosfera. Por todo ello, los problemas medioambientales se han convertido en uno de los más graves de nuestro tiempo, y que debemos resolver para conciliar la necesaria industrialización, base fundamental del desarrollo socioeconómico, con la conservación de la naturaleza y de los

recursos naturales. Como consecuencia, son muchos los intentos para afrontar esta compleja situación y frecuentes las llamadas de atención y las disposiciones legales que se dictan al respecto.

Por ejemplo, sólo considerando la problemática de los residuos tóxicos y peligrosos, tras la promulgación de la Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, L 20/1986, y del R.D. 833/1988, que desarrolla su reglamento, el Plan Nacional de Residuos Industriales establecía unas previsiones inmediatas para instalación y desarrollo de medidas correctoras que ascendía a 172.000 millones de ptas. Cifra suficientemente importante pero que aún adquiere mayor significación si se tiene en cuenta que las previsiones del MOPU de gasto público en materia de medio ambiente para la década de los noventa ascendía a 5.037.000 millones de pesetas, de las que corresponden el 15% a la Administración Central, el 34% a la Autónoma y el 51% al Administración Municipal. En este sentido, en la obra Medio Ambiente en España, MOPU 1.990, se hacen las siguientes previsiones de creación de empleo globales en materia de Medio Ambiente, 95.000 empleos directos y 60.000 empleos indirectos.

En consecuencia, hemos de reconocer que a pesar de los nuevos problemas que ha generado la problemática de la contaminación, por su causa se han propiciado nuevos estudios, programas de inversiones y actuaciones que constituyen una contrapartida que está contribuyendo a que el deseable desarrollo sostenido se pueda alcanzar y que se deben valorar como aportaciones positivas.

¿SE PUEDE CONSIDERAR QUE SE CONOCE Y DOMINA LA PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN?

Evidentemente no. Los estudios realizados hasta ahora permiten afrontar algunos aspectos de la contaminación con seguridad. Pero como siempre

YA EN EL AÑO 61 DE NUESTRA ERA, SÉNECA ESCRIBIA, "APENAS ME ALEJÉ DE ROMA, DEL MAL OLOR DEL HUMO DE LAS CHIMENEAS, QUE CUANDO LAS ATIZABAN HACIAN SALIR VAPORES PESTILENTES Y EL HOLLIN QUE CONTENIAN, APENAS SALI DE ROMA ME SENTI MUCHO MEJOR".

que se explora lo que vemos lejano en el horizonte, cuando creemos haberlo alcanzado nos encontramos que otros horizontes e interrogantes plantean nuevas incógnitas. En el campo de la contaminación atmosférica apenas se ha iniciado la penetración en el conocimiento de aspectos tales como la química atmosférica diurna y nocturna, los procesos fotoquímicos troposféricos, la dinámica de la formación y evolución de los aerosoles, etc. que constituyen retos que aguardan su apasionante estudio. Los aspectos relacionados con los distintos efluentes y residuos sólidos que se generan constituyen problemas que todavía sólo se han abordado parcialmente y en los que se ha de investigar ampliamente para mejorar su incidencia. La solución a muchos de estos problemas requerirá en algunos casos de un cambio profundo en los métodos productivos que comprenda desde la integración de procesos complementarios hasta la manipulación y embalaje de los productos finales.

CONCLUSIÓN

Tras el análisis realizado hemos tratando de aportar una visión que permita hacer una valoración sobre la problemática de la contaminación ambiental y en qué medida la Química y los químicos han contribuido y están aportando soluciones que permiten el desarrollo de conocimientos para afrontar con éxito y dar solución a este problema, realmente complejo. Una vez más la Química, con el concurso de otras Ciencias y de la Tecnología, ha sido uno de los factores que más ha contribuido y posibilitado el progreso de la humanidad. Sin el soporte de los conoci-

mientos y las aplicaciones de la química no habría sido posible alcanzar la mayoría de los logros actuales como: los colorantes y las fibras sintéticas en el campo de los tejidos; los fármacos, antisépticos y desinfectantes en el campo de la salud; fertilizantes, pesticidas y fitohormonas en el campo de la agricultura; elastómeros, resinas y siliconas en el campo de los materiales plásticos; la obtención de materias primas básicas para la síntesis química por la petroquímica, la obtención de alimentos por biotransformaciones y la síntesis de sustancias con propiedades especiales, como fibras de carburo de silicio resistentes a altas temperaturas, y un largo etc. En resumen, un mosaico complejo de avances que abarca un arco amplio y diverso en el que se integran desde los propelentes y materiales que permiten los vuelos espaciales, hasta las moléculas marcadas para desvelar el mecanismo de procesos bioquímicos.

Evidentemente, los problemas de contaminación están presentes y constituyen el reto principal con que se enfrenta la sociedad ante el deseable y necesario equilibrio entre el desarrollo sostenido, preciso para crear riqueza y empleo en nuestra privilegiada área de países desarrollados, y mejorar las expectativas de futuro e incluso poder mitigar la

desnutrición y hambre en las zonas más desfavorecidas y que son las más extensas y pobladas de nuestro planeta.

En este sentido, debemos subrayar y tener conciencia de que son los científicos y los técnicos estudiosos especializados en los conocimientos químicos

en sus múltiples facetas, es decir los profesionales químicos en su más amplio sentido, el grupo más numeroso de investigadores y científicos que desde distintos ángulos y perspectivas han dado las voces de alerta y tomado medidas contra la contaminación. Por ello, consideramos profundamente injusto que a nivel de la calle se identifique en alguna medida la contaminación con la química y, consecuentemente, con los químicos. La Química es, y debe continuar siendo, el pilar básico que de

impulso al desarrollo socioeconómico y, en dicho proceso, los profesionales que se ocupan y entienden de las aplicaciones de la química, es decir "los químicos", aunque se les tilde incorrectamente de contaminadores, desempeñarán su papel de continuar siendo los agentes más comprometidos en la lucha efectiva contra la contaminación.

EL HOMBRE SOLO
PUEDE ACTUAR SOBRE
LOS CONTAMINANTES
QUE EL MISMO
GENERA, POR ELLO
LOS PROBLEMAS DE
CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA MÁS
IMPORTANTES SE
SUELEN ASOCIAR
CON LA ACTIVIDAD
HUMANA, DEBIDO,
ADEMÁS, A QUE
ÉSTOS SE
CONCENTRAN SOLO
EN ÁREAS DE
INFLUENCIA HUMANA.

AQ

Joaquín Moreno Clavel.
Catedrático de Ingeniería Química.
Universidad de Murcia.

BIBLIOGRAFÍA

Estevan Bolea, M^a Teresa (1991) Implicaciones económicas de la protección ambiental de la CEE: Repercusiones en España. Instituto de Estudios de Prospectiva. Madrid. 538 pp.
Harrison, R.M. (1992) Pollution: Causes, Effects and Control. Second Edition. Royal Society of Chemistry. London. 393 pp.
Leithe, W. (1981) La química y la protección del medio ambiente.

Paraninfo. Madrid. 159 pp.
Seinfeld, J.H. (1978) Contaminación atmosférica. Fundamentos físicos y químicos. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid. 557 pp.
Wark, K. And Warner, C.F. (1991) Contaminación del aire, origen y control. Limusa Noriega. México. 650 pp.