

PERFILES

Sasha Nemecek

MARIO MOLINA: Por la regeneración de la capa de ozono

Mario Molina me conduce a través de su laboratorio del Instituto de Tecnología de Massachusetts, henchido de aparatos extraños. Se abre camino hasta una pequeña habitación, en la pared opuesta a la puerta de entrada. Allí me muestra uno de sus últimos cachivaches: un potente microscopio con una cámara de vídeo adosada. Lo han diseñado él y sus alumnos para observar la formación de las partículas de las nubes. Pese a su animosa descripción, me distraigo con las nubes que —sin necesidad de aumentos— cabalgan a lo lejos, cruzando un enorme ventanal. Lo último que hubiera imaginado es que Molina, quien sugirió que los halocarburos (CFC) destruían la capa de ozono, a 20 kilómetros por encima de nuestras cabezas, empleara un microscopio para estudiar las inmensidades de la atmósfera.

Pero dentro de los confines de su laboratorio, este premio Nobel ha visto muchas cosas, y bastantes de ellas preocupantes. No suele caer en prontos alarmistas. “Lejos de mí anunciar el fin del mundo”, dice con una sonrisa, pero en su voz serena se entrevé un dejo de seriedad. Cuando Molina y su colega F. Sherwood Rowland, de la Universidad de California en Irvine, anunciaron el descubrimiento relativo a los CFC en 1974, a mucha gente se les vino el cielo encima.

El daño contra la capa protectora de ozono, que resguarda la superficie de la Tierra de la dañina radiación ultravioleta, significaría un aumento de cánceres de piel, la pérdida de cosechas y la devastación de recursos naturales. Tan grande era la preocupación que, hace 10 años, los gobiernos prohibieron los CFC y firmaron el Acuerdo de Montreal sobre sustancias nocivas para la capa de ozono.

Este profeta incomprendido del mundo de la química se acercó a ella por placer lúdico. Desde niño mostró interés por la química. Sus padres, complacientes, le dejaron transformar uno de los cuartos de baño de su espaciosa casa de México en un laboratorio privado.

Tras pasar por un internado suizo y estudiar en Alemania y Francia, Molina llegó a la Universidad de California en Berkeley para doctorarse en química física. Corría el año 1968, y el campus hervía con las algaradas estudiantiles a raíz de la guerra de Vietnam. La época de Berkeley le abrió los ojos acerca de la importancia de la ciencia y la técnica para la sociedad. Sus años allí resultaron también decisivos para su vida familiar. Tuvo por compañera de doctorado a Luisa Tan, quien andando el tiempo se casaría con él. El proyecto de Molina era de corte académico: usar láseres para estudiar el comportamiento de las moléculas durante las reacciones químicas. Pero como la técnica láser puede utilizarse con fines militares, el trabajo no gozaba de las simpatías de los activistas estudiantiles.

“Nos tuvimos que plantear estas cuestiones: ¿Por qué estamos haciendo esto? ¿Sería mejor gastar el dinero en otra cosa? ¿Es la ciencia buena o mala?” Filosofaban. “Llegué a la conclusión de que la ciencia en sí no es ni buena ni mala.” La técnica, la aplicación de la ciencia, es otro cantar.

El deseo de comprender las implicaciones técnicas le llevó a estudiar los CFC durante una estancia postdoctoral con Rowland. “Todo lo que sabíamos era que estos compuestos industriales se mantenían sorprendentemente estables. Podíamos registrarlos en la atmósfera por todas partes”, dice Molina. “Nos preguntábamos: ¿Qué les ocurre? ¿Hay motivos para preocuparse?”

Paradojas de la historia, desde hacía años los CFC venían gozando de aprecio. No parecía que hubiera motivos para preocuparse. En un congreso de 1930, el inventor de estos compuestos inhaló vapores de CFC y luego apagó con ellos una vela para demostrar que no eran ni tóxicos ni inflamables. En el curso del medio siglo siguiente se desarrolló una batería entera de técnicas nuevas

fundadas en los CFC. Por citar algunas: neveras modernas, aire acondicionado para el automóvil y el hogar, vaporizadores, poliestireno y técnicas para limpiar microchips y componentes electrónicos.

La mayoría de las emisiones, como por ejemplo los gases de escape de los coches y de las chimeneas, nunca suben muy alto: los contaminantes reaccionan con el radical hidroxilo (OH^-), que actúa cual detergente atmosférico que vuelve solubles a los compuestos en el agua de lluvia. Molina comprobó cuán rápido reaccionarían los CFC con el radical hidroxilo. La respuesta: ni caso. “Parecía como si nada del más mínimo interés les fuera a ocurrir nunca.”



El cloro destruye el ozono, pero no se consume en el proceso. Mario y Luisa Tan de Molina propusieron esta serie de reacciones para explicar cómo el CFC ha causado el agujero de ozono en la Antártida

Si bien los productos químicos no degradaban los CFC, quizá la luz del sol sí. Gracias a las observaciones en su laboratorio, Molina se dio cuenta de que en la estratosfera la radiación recibía la energía suficiente para romper las moléculas de CFC, desprendiendo, entre otras sustancias, átomos de cloro extremadamente reactivos, que, incluso en cantidades mínimas, pueden destruir el ozono actuando como catalizadores (es decir, sin que el cloro se gaste en el proceso de descomponer el ozono).

En junio de 1974 Rowland y Molina publicaron un artículo en *Nature* en el que proponían la vinculación de los CFC con la destrucción de la capa de ozono. Para su sorpresa, el artículo pasó casi inadvertido. Pocos meses más tarde, convocaron una rueda de prensa en un congreso de química. “Por fin, logramos atraer la atención del público”, recuerda.

Y tanto. Durante los años siguientes, las cartas sobre los CFC inundaron el Congreso de los Estados Unidos. El gobierno de la nación respondió con presteza, aprobando en 1977 disposiciones adicionales a la Ley del Aire en las que se pedía la regulación de cualquier sustancia “de la que se sospechara razonablemente que pudiera afectar la estratosfera”. Pronto quedó proscrito el uso de propulsores de CFC en los botes de aerosol. Las empresas químicas comenzaron a buscar sustitutos a los CFC; los más comunes fueron los hidroclorofluorocarburos (HCFC) y los hidrofluorocarburos (HFC). (Aunque los HCFC contribuyen al desgaste de la capa de ozono porque contienen cloro, no son tan dañinos como los CFC. Suelen desintegrarse antes de alcanzar la estratosfera. Los HFC no representan ningún peligro para la capa de ozono.)

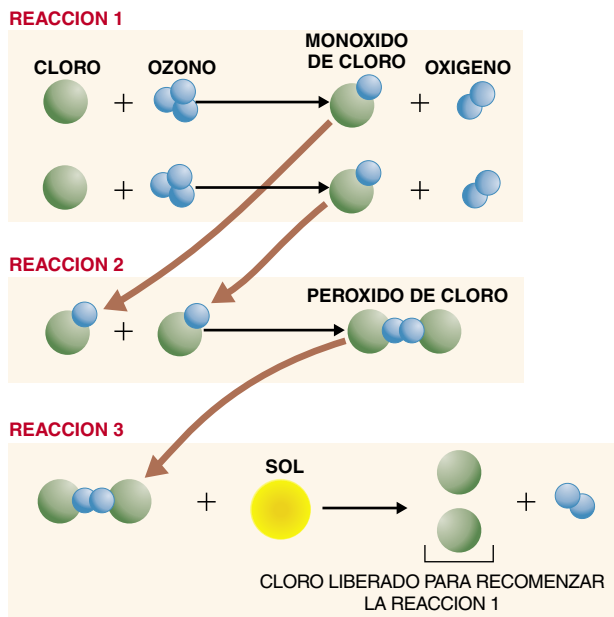
Quizá convenga resaltar que actividad tan febril se acometió sin que nadie hubiera observado nunca merma de ozono estratosférico. El famoso agujero de la capa de ozono sobre la Antártida no se detectó hasta 1985. Molina alaba este “importante precedente en la aplicación de principios preventivos” y sugiere que la necesidad de “hacer algo incluso aunque no se disponga de pruebas [es] característico de los asuntos ambientales”.

Llevó más tiempo negociar un acuerdo internacional para regular los CFC. Pero en septiembre de 1987 más de dos docenas de países firmaron el Protocolo de Montreal. El tratado imponía una reducción inmediata de la producción y uso de los CFC. Disposiciones ulteriores han llevado a la eliminación total de los CFC en los países desarrollados en 1995 (los países en vías de desarrollo dispondrán de ellos hasta el 2010).

Aunque el Protocolo de Montreal se firmó después del descubrimiento del agujero de ozono en la Antártida, muchos científicos y legisladores todavía albergaban dudas, por aquel entonces, de que el agujero de la capa de ozono lo hubieran causado los CFC y que no se debiera a un ciclo natural. El mismo Molina recuerda que cuando oyó por primera vez las noticias sobre el agujero de ozono “no tenía ni idea” de si había que echarles la culpa a los CFC. Para probar la conexión entre los CFC y el agujero de ozono, Molina y su esposa propusieron en 1987 una serie de reacciones químicas que las mediciones confirmaron en 1991.

Eso satisfizo a la mayoría de los expertos de la ciencia y de las leyes, aunque aún quedan algunos críticos. Ya en 1995 —irónicamente, el mismo año en que Molina ganó el premio Nobel, compartido con Rowland y Paul J. Crutzen, del Instituto Max Planck de Química en Mainz— el Congreso de los Estados Unidos dedicó varias sesiones a la discusión sobre la naturaleza del agujero de ozono y la implicación de los CFC. El estado de Arizona declaró inválido el Protocolo de Montreal en su territorio. La paciencia de Molina parece acabarse con estas sugerencias. “Se puede ir a la estratosfera y ver cuánto cloro hay y convencerse uno mismo de que viene de los CFC”, dice, subiendo la voz.

En la comunidad científica, el problema del ozono esta básicamente solventado. Las dificultades afectan ahora a la ejecución del Protocolo de Montreal. (El último quebradero de cabeza: un pujante mercado negro de CFC.) Molina y su grupo han cambiado también,



investigando un amplio conjunto de reacciones que ocurren en la atmósfera, entre ellas las que intervienen en la contaminación del aire urbano. Y Molina se pasa ahora menos tiempo en el laboratorio y más hablando a los funcionarios gubernamentales sobre cuestiones de leyes. En 1994 el presidente Clinton le nombró consejero de ciencia y tecnología.

Molina también anima a los estudiantes de los países en vías de desarrollo, en particular de Iberoamérica, a que se dediquen a las ciencias ambientales. (El es el primer mexicano-americano en ganar un premio Nobel, y el primero nacido en México que lo obtiene en ciencias.) Parte del dinero del galardón lo ha destinado a la creación de una beca para alumnos hispanoamericanos en los Estados Unidos. Dados los problemas ambientales a los que han de hacer frente las naciones en vías de desarrollo, entre los que se cuentan la deforestación, la desertización y la rampante contaminación del agua y del aire, le parece crucial contar con la gente de estos países a la hora de idear soluciones.

La ciudad natal de Molina, ahogada por el humo, ofrece un ejemplo patético. “Cuando yo era niño y vivía en México, la contaminación no constituía ningún problema”, recuerda. Pero la situación se ha subvertido en los 50 últimos años. Molina encuentra desconcertante que no se haga más por combatir la contaminación en las ciudades, mucho más patente en comparación con la presencia de CFC en la estratosfera. “Casi se puede ver y oler y respirar”, comenta.