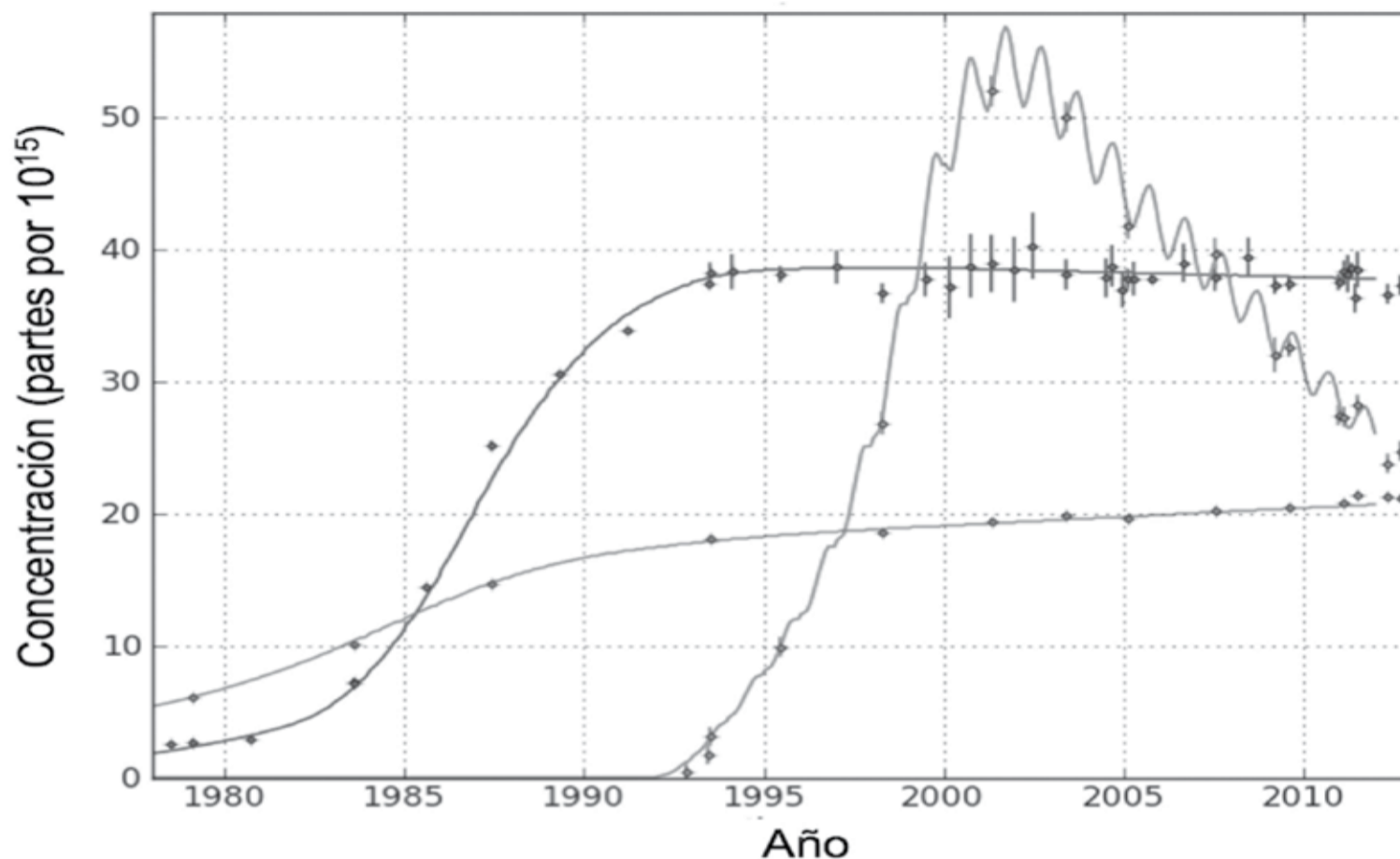


## La nueva amenaza al planeta: Detección reciente de hidro- y clorofluorocarbonos en la atmósfera, presencia debida a la inobservancia del Protocolo de Montreal



Evolución temporal de las concentraciones en Cabo Grim, Tasmania, para el HCFC 225ca (rojo), CFC 216ba (azul) y CFC 216ca (verde); los puntos indican abundancias medidas con la incertidumbre asociada y las líneas representan los ajustes de los modelos usados para determinar las emisiones.

Antonio Sarmiento Galán  
Instituto de Matemáticas, UNAM  
Academia de Ciencias de Morelos

El 4 de junio de este 2014, se dio a conocer el descubrimiento de tres nuevos compuestos de lo más eficientes en exacerbar el calentamiento global antropogénico; un día después, se realizaron un sinnúmero de 'festivales' para celebrar el día mundial del medio ambiente y en ninguno de ellos se mencionó el hecho –una omisión que se añade a la ausencia de resultados o indicadores que muestren alguna utilidad en la realización de tales eventos. Treinta y cinco años después del primer acuerdo mundial para proteger la capa de ozono, un grupo de científicos de la Universidad de East Anglia en el Reino Unido, ha encontrado en la atmósfera tres nuevos gases, potencialmente peligrosos para la temperatura del planeta: se trata de dos nuevos clorofluorocarbonos (CFCs) y un nuevo hidroclorofluorocarbono (HCFC) que se detectan muy poco tiempo después de haber encontrado unos meses antes –en marzo de este año– la reaparición en la atmósfera de otros cuatro gases artificiales, fabricados por el ser humano. El descubrimiento se realizó comparando muestras del aire actual con muestras re-

colectadas entre 1978 y 2012 en el aire impoluto de Tasmania y muestras tomadas en vuelos especiales; con ello se puede aseverar que dos de estos gases han llegado a la atmósfera en años recientes.

### La degradación atmosférica

El ozono en la estratosfera protege la vida contra los dañinos efectos de la radiación solar ultravioleta, la cual causa cáncer y ceguera en los humanos, y daños en las cosechas y en la fauna. En 1985 se descubrió que los clorofluorocarbonos (CFCs) fabricados por el ser humano para la industria de la refrigeración y los aerosoles estaban acabando con la capa de ozono en la estratosfera sobre la Antártida, adelgazándola y causando lo que se llegó a denominar como "el agujero de ozono"; en el Ártico también ocurre una degradación similar pero es mucho menos marcada. Esta degradación llevó a que los gobiernos de 196 estados y la Unión Europea acordaran en 1987 el llamado Protocolo de Montreal, con el que se iniciaría el desuso de los CFCs y se prohibiría su producción a partir de 2010; en el acuerdo también se pronosticó que, de ser observada dicha prohibición, el daño a la capa de ozono se repararía para mediados del siglo XXI.

El nuevo descubrimiento resulta particularmente preocupante pues se suma al hecho de que al menos dos de los cuatro viejos gases cuya reaparición se había detectado en marzo, no se habían seguido acumulando de manera significativa después del 2012; nunca antes se habían detectado aumentos en la emisión de CFCs a esta escala desde que se establecieron los controles durante la década de los años 1990s, si bien no se encuentran cerca del máximo de emisiones en la década de los años 1980s (ver la figura).

Los tres gases recientemente detectados por primera vez muestran concentraciones más bajas que los gases viejos redetectados en marzo, de manera que probablemente no signifiquen una amenaza para la capa de ozono. El hecho es que los siete gases –los 4 que reaparecen y los 3 nuevos (cuya concentración es cercana a la décima parte de la concentración de los viejos)– sólo se encontraban en la atmósfera en muy pequeñas cantidades antes de la década de los años 1980s y cuatro de ellos no existían en la atmósfera antes de la década de los años 1960s, lo que sugiere que son artificiales, manufacturados por el hombre (ver la figura).

### Las fuentes posibles y su impacto

Se debe investigar a fondo el origen de estos gases cuyas posibles fuentes son los solventes industriales, la materia prima química y los refrigerantes. La preocupación causada por la reaparición de gases que se suponían prohibidos y la detección de nuevos gases, proviene del hecho de que tal descubrimiento refuerza el argumento del grupo de los científicos que los han estudiado en el sentido de que hay muchísimos más gases en la atmósfera que necesitan ser identificados y que posiblemente puedan, en conjunto, tener un impacto severo en la atmósfera. La nueva amenaza está constituida porque los mismos químicos que destruyen la capa de ozono, pueden ser capaces de intensificar aún más el calentamiento global, ya de por sí exacerbado profundamente por la actividad humana.

Las primeras observaciones del CFC 216ba (1,2-diclorohexafluoropropano), del CFC 216ca (1,3-diclorohexafluoropropano) y del HCFC 225ca (3,3-dicloro-1,1,1,2,2-pentafluoropropano) se realizaron en muestras tomadas en Cabo Grim, Tasmania; sus concentraciones en el 2012 eran de  $37.8 \pm 0.08$  ppq (partes por mil billones o  $10^{15}$ ) y  $20.2 \pm 0.3$  ppq para el CFC 216ba y el CFC 216ca, respectivamente (figura). La con-

centración del CFC 216ba se ha mantenido aproximadamente constante durante los últimos 20 años, mientras que la del CFC 216ca ha estado aumentando con una tasa de 0.2 ppq al año; las muestras colectadas en el 2013 sugieren que esta tendencia continúa. Las emisiones anuales inferidas llegaron a un máximo de 0.18 Gg/año (gigagramos por año o  $10^9$  gramos por año) y 0.05 Gg/año a mediados de la década de los años 1980s. La tendencia de estos dos CFCs se traduce en emisiones continuas de 0.01 Gg/año aproximadamente en el 2011, indicando que todavía existen bancos considerables o que aún se siguen utilizando.

El HCFC 225ca no se había detectado antes de 1992 y su máxima concentración,  $52 \pm 1$  ppq, se alcanzó en el 2001 (se había introducido como sustituto de los CFCs en 1990); bajo las restricciones del protocolo de Montreal, la concentración bajó a  $23.3 \pm 0.7$  ppq en el 2012. Las emisiones relacionadas alcanzaron un máximo de 1.51 Gg/año en 1999.

En cuanto a su capacidad para intensificar el calentamiento global, para uno de ellos, el hidroclorofluorocarbono (HCFC) denominado 225ca, se ha estimado que por kilogramo, resulta ser 127 veces más fuerte que el  $\text{CO}_2$ , es decir, su concentración actual equivale al impacto de 50,000 toneladas de  $\text{CO}_2$  en el 2012.

En el caso de los clorofluorocarbonos, su potencial de calentamiento es aún desconocido, pero si se les compara con los CFCs similares, es probable que resulte entre 5,000 y 10,000 veces más fuerte que el del  $\text{CO}_2$ . Ello significa que la mejor estimación para las emisiones del 2012 serían entre 50,000 y 100,000 toneladas de  $\text{CO}_2$  adicionales por uno de los gases y entre 40,000 y 80,000 toneladas de  $\text{CO}_2$  más por el otro gas. Como medio de comparación, la evaluación de la Agencia Ambiental Holandesa estimó las emisiones globales de  $\text{CO}_2$  en el año 2011 en 34,000 millones de toneladas.

Con la información contenida en estos estudios sobre las abundancias atmosféricas de los gases causantes del efecto invernadero y teniendo ya encima varios de los impactos causados por el consecuente calentamiento global, resulta inconcebible que haya quien no sólo no respete el Protocolo de Montreal, sino que además, se dedique a la producción de nuevos gases cuyo uso causará una exacerbación mucho mayor del efecto invernadero.

Para actividades  
recientes de la Academia  
y artículos anteriores  
puede consultar:  
[www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)