

CRISIS DEL OZONO Y CRISIS CLIMÁTICA: SIMILITUDES Y DIFERENCIAS* THE OZONE CRISIS, THE CLIMATE CRISIS: SIMILARITIES AND DIFFERENCES

FRANCESCO ZARATTI†

Laboratorio de Física de la Atmósfera
Instituto de Investigaciones Físicas
Universidad Mayor de San Andrés
La Paz–Bolivia

RESUMEN

La crisis del ozono, generada a partir del invento de unas sustancias industriales no tóxicas (CFC) estalló en la década de los '80, pero rápidamente se llegó a un consenso en cuanto a sus causas, antropogénicas, y a su solución, la interdicción de los CFC. Con base en el concepto de desarrollo sostenible se tomaron de inmediato medidas de carácter político y económico para frenar el daño hecho y restaurar, en tiempos razonables, las condiciones normales de la capa de ozono. El éxito se obtuvo con un raro consenso de científicos, políticos y operadores económicos en torno a las soluciones.

El calentamiento global, a pesar de la evidencia acumulada, sigue suscitando controversias en cuanto a sus causas y dubitaciones en cuanto a las soluciones. Se trata de una crisis más global que la del ozono, con una diferente escala de costos y con implicaciones profundas para el estilo de vida de los países más industrializados, aspectos que hacen más compleja su solución.

Descriptor: cambios globales — física de la atmósfera — interacción y composición químicas

Código(s) PACS: 92.70.j, 92.70.Cp, 92.60.Hp

ABSTRACT

The ozone crisis which arose out of the invention and mass use of CFCs, non toxic industrial substances, came to a turning point in the 80's when a rapid consensus was reached as to its human causes and solution. Based on the concept of sustainable development immediate economic and political measures were taken to stop the damage to the ozone and restore the ozone layer to its normal conditions. Success was obtained through an all too rare consensus held between scientists, politicians and economists. On the other hand global warming despite a growing body of evidence continues to be subject to controversy as to its causes and surrounded by doubts regarding solutions. The climate crisis is more global in nature than that of the ozone. It also has more profound cost and lifestyle implications for the industrialized world. These factors make the solution to the climate crisis more complex.

Subject headings: global changes — atmosphere physics — interaction and chemical composition

1. INTRODUCCIÓN

No es una casualidad que la Ecología, o ciencia del ambiente, haya tenido una verdadera explosión en el seno de las ciencias naturales, a partir y como consecuencia del acelerado desarrollo económico del siglo XX.

Por una serie de causas, crecimiento poblacional y avances tecnológicos, grandes guerras y largos períodos de paz, la globalización cultural y el comercio internacional, para citar algunos, el planeta ha vivido un período de consumo acelerado de sus recursos, con varios efectos colaterales que han tardado un poco en ser entendidos en todos sus alcances por la opinión pública y los gobiernos.

Como consecuencia de ese período de consumo y derroche de los recursos naturales, el mundo ha vivido y sigue viviendo dos grandes crisis globales, de contenido similar, pero de significación muy diferente, una más sencilla, la del ozono, y otra más compleja, la crisis climática.

2. DESCRIPCIÓN DE LA CRISIS DEL OZONO

El origen de la crisis del ozono (Zaratti & Forno 2003) se remonta a los años '30 del siglo XX, cuando en unos laboratorios

industriales se inventaron unos compuestos químicos (a base de cloro, fluoro y carbono), útiles para la industria de la refrigeración, que tenían algo de milagroso: eran inocuos para la salud, no interactuaban con el agua ni con las sustancias más comunes, sobre todo no reaccionaban con los gases atmosféricos y, además eran económicos. Por esas razones los CFC tuvieron un enorme éxito en la industria de refrigeradores, espumas y spray y su producción creció exponencialmente en la posguerra, paralelamente al incremento del nivel de vida de los países desarrollados.

Recién en la década de los '70, investigaciones de laboratorio, a cargo de los químicos Rowland y Molina, pusieron en evidencia una debilidad de esos compuestos: su descomposición en presencia de la radiación ultravioleta y la consecuente alta reactividad del cloro liberado.

Sin embargo, las observaciones atmosféricas no llamaban la atención de los científicos, hasta que en la primavera austral del año 1986 los científicos de la base antártica del Reino Unido detectaron una dramática disminución de la columna de ozono medida sobre su laboratorio. Ya existían, desde 1977, satélites que debían confirmar ese hallazgo, pero por motivos técnicos, no se tenía a la mano el registro de esos datos.

Sin embargo, el descubrimiento del hueco de la capa de ozono revivió la teoría de Rowland y Molina, obligó a la NASA a reconstruir los datos descartados y, gracias a los *media*, despertó la susceptibilidad de la opinión pública en torno al uso de los CFC,

* Conferencia Magistral dictada en el Simposio realizado en ocasión de los XXX años del Instituto de Ecología de la UMSA (La Paz, marzo 2009).

† Email: fzaratti@fumsa.edu.bo.

responsables de dañar la capa de ozono del planeta, provocando un incremento de la radiación ultravioleta con su secuela de efectos sobre la salud humana, la vida en general y los materiales.

Las pocas, aunque poderosas, industrias involucradas, opusieron una feroz resistencia, alquilando científicos para contrarrestar a la teoría más aceptada, mientras ganaban tiempo para encontrar sustitutos de los gases incriminados. Hubo dos iniciativas tempestivas y exitosas. Por un lado los científicos acordaron realizar experimentos clave para poner a prueba la teoría de Rowland y Molina en la atmósfera de la Antártica, al tiempo que perfeccionaban los detalles de la misma. Paralelamente, la comunidad internacional, motivada por la presión de la opinión pública, llegó a acuerdos (el primero fue el Protocolo de Montreal) que pueden considerarse el nacimiento del concepto de Desarrollo Sostenible en respuesta al primer riesgo ambiental global, para limitar la producción y emisión de los CFC a la atmósfera. Inclusive la industria del sector se sumó pronto a estas medidas ofreciendo sustitutos eficaces a las sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Los padres de la teoría, Rowland, Molina y Crutzen, recibieron el Premio Nóbel de la química el año 1995. Mario Molina es actualmente asesor del Presidente Barak Obama.

Hay que tener cuidado, sin embargo, con los finales felices en la Ciencia.

La recuperación del ozono antártico no es todavía un hecho contundente, ya sea por la lentitud de la solución, ya sea por efectos colaterales del cambio climático

En conclusión, si bien la guerra no está ganada aún, se tienen las armas apropiadas: el conocimiento científico, la voluntad política, la conciencia de la opinión pública y el apoyo de la industria, para llegar a buen término.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CRISIS CLIMÁTICA

También en este caso, el problema se origina a partir de datos experimentales anómalos: el incremento de dióxido de carbono en la atmósfera y el incremento de la temperatura promedio del planeta en las últimas décadas, o sea sobre una escala temporal corta.

Todo cambia, pero no todo cambio es bueno: Si bien la temperatura del planeta ha sufrido ciclos de variación bastante amplios en el curso de la historia geológica, inclusive reciente, el crecimiento sostenido de los últimos años ha sido relacionado con las actividades del hombre. Mencionaré, entre las principales, la quema de combustibles fósiles, que se ha disparado desde el siglo XVII, la sobrepoblación humana y el consumo acelerado de los recursos naturales.

No hay que confundir el efecto invernadero con el calentamiento global: el primero es el efecto benéfico de la atmósfera terrestre que retiene parte de la energía solar que impacta en la superficie del planeta para mantener una temperatura media constante a lo largo del tiempo, mientras el calentamiento global es una anomalía de ese efecto, cuando la energía retenida es mayor de la re-emitida al espacio provocando un crecimiento de la temperatura promedio.

Si bien es innegable la *correlación entre concentración de CO₂ y temperatura de la atmósfera*, como principal evidencia de esta teoría, sigue la controversia sobre si el incremento de la temperatura se debe a causas antropogénicas o naturales. La segunda posición sigue siendo minoritaria en el ámbito científico, aunque, es bueno recalcarlo, las industrias involucradas no parecen fomentar esa controversia, teniendo tal vez mejores argumentos en su defensa.

La opinión pública, gracias a los *media* y a iniciativas corporativas, como el video de Al Gore "Una verdad incómoda", ha percibido también en este caso los riesgos de la crisis climática, aunque con mayores elementos de confusión entre mitos y reali-

dades del cambio climático, como ha descrito muy bien Marcos Andrade en el último número de la Revista Boliviana de Física (Andrade 2008).

El aspecto más crítico está en la reacción de los gobiernos, al tiempo que las industrias muestran una actitud mezclada de *resignación* ante la evidencia científica y *soberbia* ante la complejidad de las soluciones a la crisis.

4. COMPARACIÓN ENTRE LAS DOS CRISIS

Repasamos ahora similitudes y diferencias de las grandes crisis globales, en busca de la respuesta a la pregunta: *¿por qué la crisis del ozono se resolvió rápida y globalmente, mientras la de la crisis climática (CC) sufre retrasos, dubitaciones y falta de consensos?*

4.1. Aspectos científicos

Entre las *similitudes* se puede mencionar que los dos son fenómenos globales, en cuanto afectan a todo el planeta. Además ambos dependen de datos experimentales creíbles y con series temporales largas, aunque el CC requiere de datos más amplios en tiempo, espacio y variedad de parámetros. Finalmente ambos requieren del uso de nociones científicas no convencionales: la química heterogénea, para el ozono, y la dinámica no lineal, para el clima.

Existen, sin embargo, diferencias importantes. Se trata de fenómenos físicos bastante diferentes, que no interactúan sustancialmente. Asimismo las causas de ambas crisis son muy diferentes: en un caso unos gases raros que afectan el ozono estratosférico (> 15 km de altura), en el CC unos gases comunes que afectan al balance energético de la troposfera. Además las implicaciones para la salud son más directas en el caso del ozono (efectos de la radiación UV) que en el caso del CC (subida de los mares, retroceso de glaciales, migraciones de seres vivientes, posibles carestías y hambrunas, etc.).

Otras diferencias: La interpretación de los datos es mucho más compleja en el caso del CC, debido a que tratamos con fluctuaciones sobre medias, las cuales, a su vez, tienen fuertes fluctuaciones espaciales y temporales. Es el caso de los registros de la temperatura del aeropuerto de El Alto que muestran una disminución. Además existen múltiples causas que pueden explicar un fenómeno: caso del nevado Chacaltaya y el crecimiento urbano de las ciudades de El Alto y La Paz (*urban warming*).

A diferencia del ozono, en la crisis del CC no se han diseñado experimentos claves. Esto se debe quien sabe a la localización del agujero de ozono en la Antártica, versus la globalización de las causas y de los efectos del CC.

Finalmente existe el riesgo de las exageraciones en ambos casos: ovejas ciegas de la Patagonia; rol de los glaciares en el abastecimiento del agua.

4.2. Aspectos económicos

Las dos crisis implican una *reconversión industrial* que tiene un costo. Pero, mientras la crisis del ozono interesó a un puñado de industrias químicas transnacionales y a programas de subvenciones e incentivos a corto plazo para los países en desarrollo para que pusieran en práctica esa reconversión, en el caso del CC las industrias involucradas son más, abarcan sectores más amplios e implican una escala de costos muchísimo mayor.

Si, además, consideramos que en la mitigación del CC están involucrados sectores como el *transporte*, con uso intensivo de mano de obra y un contorno económico extenso; o la industria de la *energía fósil* (gas, petróleo y carbón) en todas las fases de la cadena operativa y aplicativa, entendemos que lo que está en juego con el CC es un estilo de vida, basado en el consumo sin límites.

Algunas soluciones energéticas que apuntan al litio y los autos eléctricos han vuelto a poner en evidencia a los Recursos Naturales de Bolivia.

4.3. Aspectos políticos

En ambos casos existe un discurso de cooperación de los responsables de la crisis hacia las víctimas. En el caso del ozono, además de frenar la producción de los CFC en los países industrializados, se tuvo que subvencionar a los países menos desarrollados a llevar a cabo la reconversión de manera no traumática. Sin embargo, un programa similar para hacer frente al CC es simplemente quimérico. Por eso se ha optado por Protocolos, como el de Kyoto, que buscan por un lado compensar el consumo excesivo de los países industrializados a costa de la conservación de los recursos forestales en los países menos desarrollados y por el otro disminuir paulatinamente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero mejorando la eficiencia de los motores y reemplazando energías fósiles con energías no convencionales.

Sin embargo, existe el grupo de países BRIC (Brasil, Rusia, India y China) que fueron excluidos de esas obligaciones de reducción a pesar de su gran contribución al problema.

En el fondo el problema es como conciliar el desarrollo de cada país con los intereses de la humanidad, sin que los habitantes de ese país resientan demasiado de la crisis en su nivel de vida. Ese problema tal vez no tenga solución.

4.4. Aspectos éticos

Ambas crisis tienen implicaciones éticas, tanto en el ámbito individual que colectivo. La conciencia de la limitación de los recursos de la Tierra, para uso de la presente y futuras generaciones, ha calado hondo desde la crisis del ozono. La gente estuvo dispuesta a renunciar a los spray o a pagar más por los productos sustitutos de los CFC para frenar el deterioro del planeta.

Pero, con el CC el cuestionamiento al estilo de vida consumista se ha hecho más profundo: el freno al deterioro del planeta pasa necesariamente por el freno al consumo, no sólo a un cambio en el consumo. Una manera eufemística de decir lo mismo es pregonar “el uso racional” de los bienes de la tierra. Por ejemplo, la energía. Esta actitud implica necesariamente un aprovechamiento más eficiente de los recursos naturales. El caso del

agua es sintomático.

El otro lado flaco del consumismo es la basura: el exceso de consumo produce un exceso de basura y el reto de sus efectos: manejo, costes y contaminación.

Hay un problema de ética social en las dos crisis. Los orígenes de las crisis están en los países industrializados y, en particular, en el hemisferio norte. Pero las consecuencias afectan a todo el planeta. De hecho, la crisis del ozono se manifestó en el extremo sur del planeta. Asimismo, los países más pobres son aún más castigados por su vulnerabilidad ante los desastres causados por el CC, por su pobreza y la fragilidad de la defensa territorial.

Está en discusión, además, el rol ético de los RRNN renovables (bosques): ¿Es un recurso nacional o planetario? En Inglaterra en el siglo XVIII fue considerado nacional pero para Brasil hoy se exige que sea planetario. El desarrollismo ciego y el conservacionismo secante son dos extremos nocivos. Por tanto, la cooperación más que dádiva es necesidad, compensación y reparación.

5. CONCLUSIONES

La crisis climática es más compleja, en las causas y en las soluciones, que la del ozono, pero es también más extensa y peligrosa.

No es posible excluir posibles vínculos entre los dos problemas, por los efectos sobre la recuperación del ozono que tiene la baja de la temperatura en la estratosfera.

La educación es una de las claves de la solución: mayor conciencia individual, mayor presión colectiva para actuar.

Actualmente se percibe, en la opinión pública y en la comunidad científica, un clima de escepticismo y resignación, debido a la complejidad del problema y a la poca seriedad con que lo enfrentan los países responsables del cambio climático.

Hay, sin embargo, una responsabilidad ineludible en la superación de la crisis actual de la investigación (eficiencia, adaptación, innovación tecnológica) y de la filosofía (comprender cuál es el papel del hombre en la Tierra y sus limitaciones). Como en otras ocasiones de la historia, es de esperar que la capacidad del hombre de investigar, pensar y actuar ante las crisis que amenazan su existencia sea garantía de la superación de las mismas.

REFERENCIAS

- Andrade, M. 2008, Revista Boliviana de Física, 14, 42
Zaratti, F. & Forno, R., eds. 2003, La Radiación Ultravioleta en Bolivia (OPS)