

Medrano, Justo. **La capa de ozono, los daños a la salud y medidas de protección.** *En libro: Revista Tareas, Nro. 117, mayo-agosto.* CELA, Centro de Estudios Latinoamericanos, Justo Arosemena, Panamá, R. de Panamá. 2004. pp. 131-138.

Disponible en la World Wide Web:

<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/tar117/medrano.rtf>



CLACSO  
www.clacso.org

RED DE BIBLIOTECAS VIRTUALES DE CIENCIAS SOCIALES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, DE LA RED DE CENTROS MIEMBROS DE CLACSO

<http://www.clacso.org.ar/biblioteca>

[biblioteca@clacso.edu.ar](mailto:biblioteca@clacso.edu.ar)

## LA CAPA DE OZONO, LOS DAÑOS A LA SALUD Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN

**Justo Medrano\***

\*Vice-rector académico de la Universidad de Panamá.

Hace aproximadamente unos mil millones de años, la atmósfera de nuestro planeta inició un proceso de cambio en la concentración de sus componentes, en gran medida debido a la presencia de vida sobre su superficie. Esta vida, que todavía podríamos llamar “primitiva”, fue liberando poco a poco y como producto del proceso metabólico, el gas oxígeno que representa un factor vital para el desarrollo de los seres vivos más evolucionados.

Estas transformaciones en la atmósfera significaron un cambio radical, de una atmósfera reductora (sin oxígeno) a una atmósfera oxidante (rica en oxígeno) que permitió lo que se ha denominado “una explosión evolutiva” por la diversidad de especies que pudieron desarrollarse en este nuevo ambiente atmosférico a partir sobre todo, de la era primaria o paleozoica.

Al elevarse la concentración de oxígeno, se cree que más o menos al uno por ciento de la concentración actual, se desarrollaron también nuevos procesos químicos en la atmósfera. Uno de estos procesos, de gran significado para la vida, fue que el oxígeno, presente en las capas más altas de la atmósfera, al absorber la radiación ultravioleta de más alta frecuencia, produjera otro gas, el ozono.

El ozono se forma en la atmósfera terrestre cuando el oxígeno absorbe algunas frecuencias de la radiación ultravioleta comprendidas entre los 200 y 280 nanómetros ( $10^{-9}$  m). Una vez absorbidas estas frecuencias, la molécula de oxígeno, constituida por dos átomos de este elemento, se divide en dos átomos independientes de oxígeno que se separan y reaccionan con otras moléculas de oxígeno presentes en el aire, conduciendo a la formación del ozono. Este gas ozono, de color azul, se diferencia del oxígeno porque sus moléculas están formadas por tres átomos del elemento oxígeno en vez de dos, como es el caso del oxígeno que respiramos (oxígeno =  $O_2$ ; ozono =  $O_3$ ).

Estas reacciones químicas, en donde se produce el ozono, se realizan en la estratosfera entre los 25 y 30 km de altura, especialmente. Por esta razón, a este ozono se le conoce como ozono estratosférico y cerca del 70-80 por ciento del mismo se concentra en la zona entre los 25-30 km de altura formando una capa de gas denominada “capa de ozono”.

La capa de ozono cumple dos funciones conocidas hasta ahora. En primer lugar, este gas también absorbe radiación ultravioleta, especialmente las frecuencias entre 280 y 315 nanómetros. Esta absorción de radiación ultravioleta, por parte del ozono, conduce a su destrucción, generando un átomo de oxígeno libre y una molécula de oxígeno. Esta reacción es el proceso inverso a su formación, de tal manera que la concentración de ozono en la estratosfera depende de dos procesos: el que conduce a su formación y el que conduce a su destrucción. Hasta la década de 1950 de este siglo, existía una concentración de ozono alcanzada como producto del equilibrio entre el proceso de su formación y el de su destrucción. Estamos hablando de

concentraciones de ozono del orden de las 10 ppmv (ppmv = partes por millón en volumen). Las concentraciones actuales, tanto de oxígeno como de ozono, en la atmósfera, se alcanzaron hace unos 500 millones de años.

La energía que el ozono adquiere, al absorber radiación ultravioleta, la pierde en choques posteriores con moléculas o átomos de otros gases presentes en la estratosfera, liberándola en forma de calor. Por esta razón, la temperatura de nuestra atmósfera que, en la capa más baja, la troposfera (donde habitamos), disminuye con la altura, en niveles cercanos a la capa de ozono, en ella y un poco por encima de la misma, aumenta rápidamente produciendo lo que se conoce como “inversión de temperatura”, que se observa al pasar de la troposfera a la estratosfera.

La segunda función importante conocida para la capa de ozono, y de importancia vital para los seres vivos, es que este gas, como ya se ha dicho, absorbe la radiación ultravioleta comprendida entre los 280-315 nanómetros, conocida como ultravioleta – B o simplemente UV-B. Al ser absorbidas, estas frecuencias de la radiación ultravioleta no llegan hasta la superficie de la tierra o llegan en proporciones muy bajas, es decir, el ozono actúa como un filtro que impide el paso de dicha radiación. Si la radiación UV-B alcanzara la superficie de la tierra y más concretamente, la biosfera, es decir, el lugar donde se desarrolla la vida en el planeta, la energía que poseen estas frecuencias del ultravioleta destruirían o alterarían las moléculas más importantes que constituyen los seres vivos.

Las alteraciones podrían significar, por ejemplo, mutaciones en el código genético del ácido desoxiribonucleico (ADN), que implicarían cambios dañinos en la información genética (la mayoría de las mutaciones, estadísticamente, son dañinas) con las secuelas que ello produce en los seres vivos. En el caso de los seres humanos los efectos más notorios serían: aumento en el índice de cáncer de la piel, aumento de cataratas en los ojos y el debilitamiento del sistema inmunológico que nos protege contra el ataque de diversas enfermedades infecciosas. Los animales y las plantas también sufrirían alteraciones diversas e incluso, la posibilidad de desaparición del Fitoplancton, altamente sensible a la radiación ultravioleta–B, con la consecuente desaparición de un importante eslabón de la cadena alimenticia de los mares, lo cual pondría en peligro gran parte de la vida marina que representa casi el 20 por ciento de la fuente alimenticia de los seres humanos.

A partir de la década de 1950 se observó, por parte de investigadores ingleses, una disminución sustancial y sostenida a través de los años, de la concentración de ozono en la atmósfera del polo sur. Esta disminución alcanzó cerca del 50 por ciento hacia inicios de la década de 1970, lo que condujo a investigaciones para determinar las causas de la misma.

Al parecer, hasta este momento, se conocen tres factores que producen efectos definidos y adversos sobre la capa de ozono. Ellos son: 1) los gases de escape de los aviones a reacción, en la estratosfera; 2) las emisiones de los clorofluorocarburos (CFC) y otros halocarburos (compuestos de carbono con bromo por ejemplo); 3) el uso de fertilizantes nitrogenados que al descomponerse producen óxidos de nitrógenos gaseosos que asciende en la atmósfera y a nivel de la estratosfera se pueden convertir en depósitos de cloro que luego destruye el ozono al ser liberado.

En 1974, Rowland y Molina informaron que los clorofluorocarburos se estaban acumulando en grandes cantidades en la atmósfera terrestre. Las investigaciones de estos dos científicos pusieron en evidencia que el factor que mayor daño produce a la capa de ozono, es la liberación en la atmósfera de los CFC.

Estas sustancias, los CFC, son compuestos artificiales, producto de las actividades humanas y comenzaron a utilizarse después de su descubrimiento, a comienzos de la década de 1930, por ser sustancias inertes que podían usarse como disolventes, como propelentes para aerosoles, como gases en refrigeración y en la fabricación de plásticos de hule espuma entre otros usos.

Las investigaciones realizadas por los investigadores, ya señalados, por otros grupos de investigadores e incluso por la NASA, han demostrado que cuando estas sustancias, especialmente las que son gases, son liberadas en la atmósfera, ascienden hasta la estratosfera y al sobrepasar la capa de ozono, la radiación ultravioleta proveniente del sol, fragmenta sus moléculas liberando átomos de cloro (radicales libres cloro) los cuales reaccionan con el ozono, destruyéndolo. Se ha establecido que los clorofluorocarburos pueden permanecer en la atmósfera entre 50 y 500 años,

dependiendo de cuál de ellos se trate. Esto significa que una sustancia de éstas, liberada en la atmósfera hoy, puede producir efectos en la capa de ozono durante los próximos 100 años, al menos. Considérese que para fines de la década de 1980 se emitía hacia la atmósfera casi un millón de toneladas de CFC.

El deterioro de la capa de ozono, por las consecuencias que puede tener sobre la vida en el planeta a corto y mediano plazo, ha sido el problema ambiental que ha logrado reunir a gobiernos, científicos y a la comunidad internacional con mayor rapidez para enfrentar su posible solución. Se han realizado reuniones internacionales con el propósito de proteger la capa de ozono; entre ellas tenemos la Convención de Viena, en 1985; el Protocolo de Montreal, en 1987, cuya pretensión era congelar la producción de clorofluorocarburos y disminuir su producción durante la década de 1990, con intención de sustituir su uso por el de otras sustancias que no destruyeran el ozono. Se han realizado reuniones posteriores a la de Montreal, en Londres y Tokio, con el fin de reforzar los acuerdos iniciales puesto que, a pesar de las medidas ya tomadas, ha continuado la destrucción de la capa de ozono.

Es importante señalar que si bien las investigaciones más importantes sobre la destrucción del ozono se han realizado en el polo sur, los efectos de la disminución en la concentración de este gas son globales, al igual que las consecuencias que se producen. En tal sentido, todo el planeta, incluidos nosotros, estamos expuestos a un aumento en la intensidad de la radiación ultravioleta. Téngase en cuenta que por cada 1 por ciento en la disminución del ozono, la intensidad de la radiación ultravioleta aumenta en un 2 por ciento de acuerdo con las investigaciones realizadas. De acuerdo con mediciones realizadas a nivel mundial y en nuestro país, sobre la intensidad de la radiación solar diaria y en especial sobre la radiación ultravioleta, se ha determinado que el período del día comprendido entre las 10:00 am y las 3:00 pm es el de mayor intensidad tanto de radiación solar total como de radiación ultravioleta.

De los efectos que la radiación ultravioleta produce sobre los seres humanos, quizá el más importante sea el de cáncer de piel. Algunos tipos de cáncer de piel se han relacionado con la radiación solar por el hecho, entre otros, de que aparecen especialmente en las partes del cuerpo que normalmente tenemos descubiertas (cara, cuello, antebrazos y piernas).

Los tipos de cáncer más estrechamente relacionados con la radiación solar son: 1) el carcinoma de células basales; este tipo de cáncer es frecuente en la cara y se caracteriza por ser invasivo y erosionar los tejidos adyacentes, aunque pocas veces envía metástasis. Es necesaria la atención médica porque desatenderlo puede originar pérdida de nariz, oreja o labio, si son los puntos donde se genera; 2) el carcinoma de células escamosas; se trata de una proliferación maligna de la epidermis y es usual que aparezca en la piel lesionada por el sol, aunque puede aparecer en otras zonas. Tiene el aspecto de un tumor escamoso, engrosado y rugoso que puede ser asintomático o causar hemorragia. Estas lesiones pueden producir metástasis que pueden ser fatales. 3) El tercer tipo de cáncer de piel relacionado con la radiación solar es el melanoma maligno. Este tipo de cáncer puede aparecer en distintas zonas de la piel; sin embargo, su relación con la radiación solar se ha establecido en razón de que es más raro que aparezca en regiones de la piel menos expuestas al sol. Este cáncer también envía metástasis y se caracteriza porque aparece como manchas oscuras de la piel, que pueden parecer lunares, que luego evolucionan. De los tres tipos de cáncer mencionados, este es el que tiene la tasa más alta de mortalidad.

Es importante tomar en consideración que los efectos de la radiación ultravioleta son acumulativos de tal forma que, en la medida que acumulemos horas de incidencia de radiación solar sobre nuestra piel, aumentamos la probabilidad de que, además de las quemaduras que se pueden producir, se pueda generar alguno de los tipos de cáncer señalados. Por otro lado, debe tenerse presente que los efectos de la radiación solar sobre la piel, varían según el tipo de piel; las personas más blancas son más propensas a sufrir los efectos señalados, aunque las personas de piel más oscuras no están exentas de sufrir los efectos de la radiación ultravioleta, si bien están más protegidos por la mayor cantidad del pigmento melanina que poseen en su piel y que es capaz de absorber la radiación ultravioleta y mitigar sus efectos, aunque no los pueda eliminar totalmente.

Hoy día, por el deterioro producido en la capa de ozono, todos los seres vivos, en nuestro planeta, están expuestos a una mayor intensidad de la radiación solar y en especial de la radiación ultravioleta proveniente del sol. Por ello es importante que cada ciudadano, consciente de este serio problema para su propia salud, contribuya, por un lado, a evitar que continúen los daños a la capa de ozono y por otro, a protegerse a sí mismo, a sus familiares y a la comunidad entera.

¿Cómo contribuir a evitar los daños a la capa de ozono? En primer lugar, siendo nuestro país signatario del Protocolo de Montreal, exigiendo a nuestros gobernantes acatar los acuerdos de este protocolo con el fin de minimizar, en lo que a Panamá compete, las emisiones de clorofluorocarburos que afectan la capa de ozono. En segundo lugar, solicitando que se retiren del mercado todos los aerosoles que todavía utilizan clorofluorocarburos como propelente; es importante para ello que los fabricantes de estos productos declaren, en las etiquetas de los mismos, cuál es el gas que utilizan como propelente. En todo caso, si existen productos en forma de aerosoles que usan CFC, no comprarlos como forma de contribuir a la protección de la capa de ozono. En tercer lugar y mientras no sea sustituido el gas que utilizan (hasta ahora un clorofluorocarburo), minimizando el uso de aires acondicionados para evitar su rápido deterioro y la pérdida del gas refrigerante. Asimismo, dar el adecuado mantenimiento a las neveras, refrigeradores, aires acondicionados de casa, de vehículo y de oficina.

Estas medidas minimizarían las emisiones de gases que afectan la capa de ozono; sin embargo, frente al hecho concreto y real del deterioro que ya se ha causado y de que estamos recibiendo una mayor intensidad de radiación ultravioleta, es importante tomar algunas medidas individuales y colectivas para proteger nuestra salud:

1. Evitar exposiciones, al sol, mayores de 15-20 minutos al día;
2. Utilizar protectores solares (con indicación médica) para tomar los baños de sol. Es raro que un protector solar proteja por más de dos horas y debe ser untado en la sombra.
3. Evitar que los niños, especialmente, cuando visitamos las playas, tomen baños de sol prolongados, aunque ello signifique tenerlos "tranquilos" pues debemos recordar que los efectos de la radiación ultravioleta son acumulativos y los niños y ancianos son, en general, más sensibles. Es importante indicar que la arena de la playa, como la nieve en los países fríos, refleja radiación solar incluida la radiación ultravioleta y aún estando en la sombra, el reflejo puede afectarnos.
4. Es importante evitar ejercicios prolongados bajo el sol directo, especialmente en el periodo entre las 10:00 am y las 3:00 pm del día; esto es válido para las visitas a las playas y balnearios.
5. Deben tomarse medidas de protección para todas las personas que tengan que trabajar expuestas directamente al sol (trabajadores de la construcción y del campo, especialmente).
6. Se hace necesario el uso de ropa que cubra una mayor parte del cuerpo, especialmente, cuello, brazos y piernas.
7. Es necesario, durante los días soleados, que las personas más expuestas al sol, utilicen el paraguas como sombrilla para protegerse de la radiación ultravioleta.
8. Evitar el uso de lentes o anteojos oscuros que no garantizan la filtración de la radiación ultravioleta. Los lentes oscuros inducen la dilatación de la pupila del ojo y con ello penetra una mayor cantidad de radiación incluyendo la ultravioleta que afecta la retina y puede causar, con el tiempo, la pérdida de la visión. La mayoría de los lentes oscuros sólo disminuyen el paso de la luz visible, no así el de la radiación ultravioleta que requiere de materiales especiales.
9. Se requiere un programa de educación permanente y de información a la comunidad sobre el estado de la capa de ozono y la intensidad de la radiación ultravioleta.
10. Es importante que las autoridades de salud, con la participación de las instituciones competentes, establezcan un sistema de monitoreo y control sobre las condiciones de la capa de ozono y la intensidad de la radiación ultravioleta.

#### **Bibliografía**

- Acosta, Martín, "Radiación ultravioleta (UV) en la piel", Congreso Internacional Panamá en la Prevención del Cáncer, Hotel Continental, Panamá, marzo de 1994.
- Díaz Lezcano, Dorys Argelia, "Estudio bibliográfico sobre el ozono y los factores que afectan su concentración en la atmósfera, así como los daños producidos por su disminución en la estratosfera". Universidad de Panamá. Trabajo de Graduación, 1992.
- Cellone, Mario C.F., *Qué es la evolución biológica*. Buenos Aires, 1967.
- Medrano, Justo, "Los daños a la capa de ozono", Congreso Internacional Panamá en la Prevención del Cáncer, Hotel Continental, Panamá, marzo de 1994.
- Medrano, Justo, "La capa de ozono", *La Prensa*, 27 de enero de 1992.

- Pino, Alfonso, "Modelo empírico para estimar el nivel de la columna de ozono estratosférico a partir de parámetros atmosféricos", IV Reunión Técnica de la Comisión de Geofísica del IPGH (Tucumán, Argentina, septiembre de 1999).
- Pino, Alfonso, "Resultados preliminares del monitoreo de la radiación UVB y del ozono estratosférico en Panamá", *Tecnociencias*, vol. 2, Panamá, julio de 1999.