



Radiación ultravioleta y sus efectos en la salud

OMAR VELASCO*

La composición básica de la atmósfera se ha mantenido relativamente estable durante millones de años, determinando las condiciones climáticas favorables para la vida en el planeta. Sin embargo, existen ciertas variaciones normales en algunos de sus compuestos, como en el bióxido de carbono y el ozono.

A pesar de que el ozono es constantemente producido mediante procesos fotoquímicos, éste se destruye mediante reacciones químicas que involucran gases como el nitrógeno, hidrógeno y cloro. Además, la concentración de ozono atmosférico varía según las estaciones y el patrón de vientos dominantes que actúa como agente dispersor.

Las moléculas de ozono alcanzan su máxima concentración entre los 19 y 23 kilómetros de altura en la estratosfera, conformando una capa que ha salvaguardado la vida sobre el planeta, al absorber la radiación ultravioleta nociva que proviene de la luz solar.

Desde mediados del siglo pasado, el ser humano ha puesto en peligro el equilibrio que de manera natural se había mantenido constante durante siglos. Inconscientemente se han liberado productos químicos a la atmósfera en cantidades tales que

cada vez resulta más evidente una alteración. Un ejemplo claro son los halocarbonos, que incluyen un gran número de gases producidos por el hombre, estos gases contienen átomos de carbono y halógenos (flúor, cloro, bromo).

Los halocarbonos incluyen a los clorofluorocarbonos (CFC's) y los halones. Los clorofluorocarbonos son compuestos químicos sintéticos utilizados como refrigerantes, solventes, propelentes para atomizadores, espumas, etcétera. Los dos tipos más importantes son los CFC-11 y CFC-12. En la troposfera son inertes, no tóxicos, no combustibles, inodoros e incoloros. Sin embargo, cuando alcanzan la estratosfera, a la misma altura y hasta por encima de la capa de ozono (19-23 km.), la radiación ultravioleta ocasiona una fotodisociación que libera radicales libres de cloro. Estos átomos separan catalíticamente un átomo de oxígeno de una molécula de ozono y la convierten así, en oxígeno molecular.

Cada uno de los radicales libres de cloro es capaz de destruir cerca de 100 mil moléculas de ozono antes de finalizar la reacción en cadena. Además, se espera que las concentraciones de CFC's y halones se incrementen en la estratosfera, inclusive

si el nivel de emisiones se mantiene o bien disminuye durante las próximas décadas. Y es que los compuestos que se han ido acumulando a través de los años se desplazan lentamente de la troposfera hacia la estratosfera debido a que tienen un promedio de vida de decenas de años. Durante el decenio de 1920 ya se apreciaban algunas concentraciones aisladas de ozono, pero las medidas sistemáticas para controlarlas comenzaron a aplicarse hace unos 40 años.

En la actualidad cerca de 60 países conforman el Sistema Mundial de Observación del Ozono (SMOO) perteneciente a la Organización Meteorológica Mundial (OMM), los cuales suministran datos sobre el estado y los cambios en la capa de ozono. Esta información comenzó a ser cuidadosamente analizada cuando se descubrió que los clorofluorocarbonos (CFC's) y halones son potencialmente destructores del ozono, ocasionando serias implicaciones ambientales, tal y como lo demostrara la gran reducción en la concentración de ozono durante la primavera antártica de 1982.

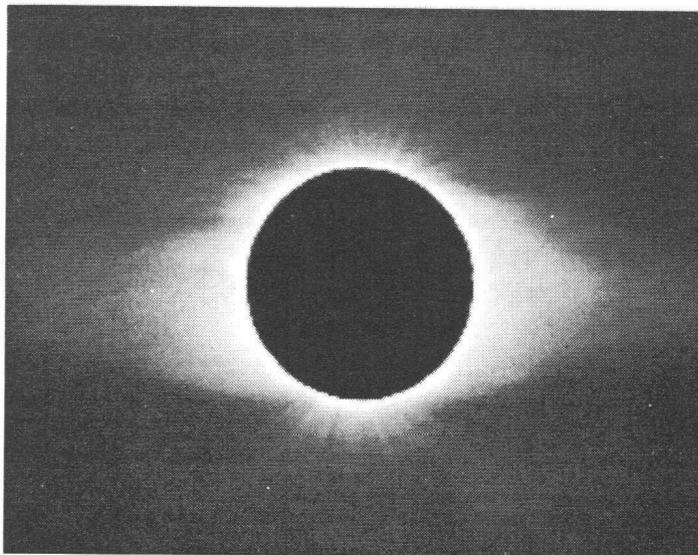
Gracias a los logros y avances en la investigación de centenares de científicos, tanto de países desarrollados como en desarrollo, se originó el Convenio para Protección de la Capa de Ozono (Viena 1985), del cual se gestaron 21 artículos que comprometen a los estados participantes a proteger la salud humana y el ambiente de los efectos de la disminución del ozono.

Posteriormente surgió el Protocolo de Montreal (1987) que establece un hito respecto de las sustancias que agotan la capa de ozono; este texto jurídico apelaba por la reducción del 50 por ciento de los CFC's para el año 2000. El Protocolo contiene un exhaustivo catálogo para suspender la producción y el consumo, así como también medidas de control en la fabricación, exportación e importación de productos químicos que deterioran la capa de ozono. En los años que siguieron al protocolo, aparecieron más pruebas científicas de los efectos nocivos de compuestos de bromo y cloro, por lo que se decidió reforzar los requerimientos e incluir otras sustancias mediante las Enmiendas al Protocolo (Londres 1990 y Copenhague 1992).

La gran importancia del ozono atmosférico radica en su capacidad para absorber radiación ultravioleta en longitudes de

onda dañinas para los sistemas biológicos. A pesar de que ésta implica aproximadamente sólo un 8 por ciento de la cantidad total de radiación electromagnética emitida por el sol, juega un papel fundamental en la sobrevivencia de los diversos organismos.

La radiación ultravioleta se define como la radiación en longitudes de onda que van desde los 190 hasta los 400 nanómetros (nm). Se reconocen tres regiones espectrales dentro de este rango: UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) y UV-C (200-280 nm). Siendo UV-A un espectro poco energético, no se ve afectado de manera apreciable por el ozono en la estratosfera, en cambio UV-C, al poseer



Eclipse total de Sol

una gran carga energética, es completamente absorbido antes de alcanzar la superficie terrestre; por lo tanto, UV-B es la región espectral de la luz solar con mayores implicaciones negativas en términos biológicos. La pequeña cantidad de radiación UV-B (y UV-A en menor escala), que el escudo de ozono impide penetrar, puede ocasionar daños considerables a la salud humana. Bajo condiciones despejadas, cada 1 por ciento de reducción en el ozono, resulta en el aumento de alrededor del 1.3 por ciento de radiación UV-B que alcanza la superficie de la Tierra y afecta el tejido de la piel.

La disminución del ozono total ha repercutido en un pequeño aumento de UV-B que alcanza la superficie terrestre, salvo en la región del cinturón tropical. La disminución adicional del ozono podría

tener consecuencias nocivas considerables no solamente en la salud de los seres humanos, sino también en plantas, animales y microorganismos de ambientes tanto acuáticos como terrestres y en la composición química de la troposfera.

Si el ozono estratosférico continúa disminuyendo a nivel mundial, el incremento en las radiaciones UV se irá presentando cada vez más en las zonas de gran densidad poblacional ubicadas en las latitudes medias. El impacto en la salud humana por exposición a radiación UV-B incluye desde los bien conocidos eritemas y daños oculares, siendo los más comunes la queratitis y las cataratas, hasta el incremento anormal de tejido colaginoso y el envejecimiento prematuro de la piel. Recientemente se ha descubierto que no sólo el rango espectral UV-B tiene implicaciones en el desarrollo de la variedad más común y menos peligrosa de cáncer de piel no melanoma, también la radiación UV-A, que se consideraba inofensiva.

- Checar periódicamente los informes del índice de radiación solar UV.

- Acudir a un médico dermatólogo en caso de presentar alguna molestia causada en la piel por el sol.

El cáncer de piel es una enfermedad que comienza invadiendo las capas exteriores de la piel. La piel está compuesta por dos capas principales de distintas clases de células. La capa exterior, conocida como epidermis, está formada por células basales, escamosas y melanocitos, que son los que dan a la piel su color. La capa interior, o dermis, contiene vasos sanguíneos, nervios y glándulas sudoríparas. Existen evidencias que relacionan al cáncer de piel con la acción que ejerce la radiación UV-B sobre el DNA.

Los tipos de cáncer más comunes ocurren en las células basales y escamosas, son invasivos a nivel local y responden a los tratamientos. A estos tipos de cáncer de piel se les denomina de no melanoma, ocurren de manera más frecuente en áreas de la piel generalmente expuestas y muestran una fuerte correlación de incidencia según la latitud y las diferencias en la manera de asolearse de cada sexo: en las mujeres ocurre más en las piernas y en los hombres en la zona del pecho.

A pesar de que la evidencia que relaciona a la radiación UV-B con el melanoma es débil en comparación con el no melanoma, se observa una dependencia bien definida según la latitud, pero el melanoma no se da específicamente en áreas de la piel generalmente expuestas al sol, presentándose la mayoría de los casos en áreas ocasionalmente descubiertas.

El cáncer de piel se da con mayor frecuencia entre personas de piel blanca que a menudo se ven expuestas a los rayos solares, y esto se debe a que el pigmento conocido como melanina (el cual da color a la piel morena), es la sustancia que protege de la radiación UV-B, pero también está influenciada por el grosor y limpieza de la piel, la cantidad de sudor y la presencia de agentes carcinogénicos en el aire o bien sobre la misma piel.

No cualquier cambio en la piel implica cáncer, sin embargo hay señales que permiten su detección para procurarle tratamiento médico; puede aparecer una pequeña protuberancia de apariencia suave y cerosa, o bien una mancha roja áspera o escamosa.



Esto puede ser evitado o atenuado mediante ciertas medidas sencillas de protección:

- Cubrirse con ropa adecuada mientras se realiza alguna actividad al aire libre por tiempo prolongado, sobre todo la cabeza.

- Aplicando algún filtro solar en las zonas de nuestra piel que queden expuestas al sol.

- Protegiendo la vista de superficies muy reflejantes, como lo son cuerpos de agua, arena y nieve utilizando anteojos con protección UV. No ver al sol directamente.

Podemos agrupar en una lista los principales argumentos que relacionan el cáncer de piel de tipo no melanoma con la radiación UV-B (y recientemente UV-A):

- Los casos de cáncer superficial ocurren con mayor frecuencia en la cabeza, el cuello, brazos y manos.

- En individuos de piel oscura se presentan bajos índices de cáncer, y cuando ocurren, afectan áreas poco expuestas al sol.

- Entre individuos de piel clara, existe un mayor índice de cáncer en aquellos que pasan más tiempo a la intemperie.

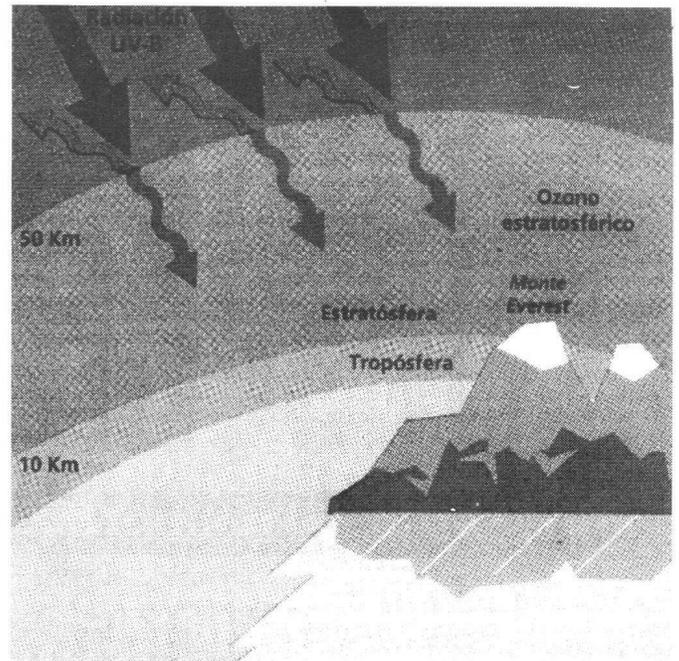
- El cáncer de piel es más común en gente de piel clara que vive en zonas de gran insolación.

- Las características hereditarias que propician mayor sensibilidad de la piel, como el albinismo, marcan un incremento en el desarrollo prematuro de cáncer.

Aunque estos argumentos no constituyen una prueba total, la numerosa evidencia epidemiológica respalda el papel de la radiación UV como precursor de tres tipos principales de cáncer de piel: el carcinoma basal, carcinoma escamoso y melanoma maligno.

Debemos recordar que el cambio climático global y el agotamiento de la capa de ozono son integrantes de un fenómeno global muy complejo de alteraciones ambientales atribuibles a las diversas actividades humanas. Estos cambios reflejan una saturación reciente en un gran número de sistemas naturales en la Tierra. Esto incluye la pérdida de biodiversidad, decremento en la productividad marina, procesos de erosión y desertificación, disturbios en ecosistemas y disminución en las reservas dulceacuícolas (McMichael, 1993). Todos estos factores coexisten y el impacto de cada uno de ellos puede estar influido por las condiciones particulares de cada zona, por lo tanto, la investigación científica debe desarrollar modelos integrales y multidisciplinarios de análisis que se adentren en los complejos y diversos procesos ambientales.

Hoy día, la actividad humana ha logrado provocar impactos en el ambiente que abarcan a todo el planeta, por lo que cada vez estamos más obligados a respetar y entender las interacciones de los diversos sistemas naturales, a los que pertenecemos.



El ozono estratosférico ocupa la zona entre los 10 y 50 kilómetros sobre la superficie terrestre y proporciona un escudo gaseoso contra la dañina radiación ultravioleta

BIBLIOGRAFÍA:

- Albert, L. *Toxicología Ambiental*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Limusa, 1989, México.
- Biswas, K. *The ozone layer*. UNEP. Pergamon Press. 1979. UK.
- Comisión Ambiental Metropolitana. *Programa para mejorar la calidad del aire en el Valle de México 1995-2000. Informe de avances*, agosto 1997, México.
- Desarrollo y medio ambiente en América Latina y el Caribe*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1990, Madrid.
- Gay, K. *Air Pollution*. Library of Congress, 1991, USA.
- Jeager, J., Ferguson, H. *Climate Change: Science, Impacts and Policy*, Cambridge University Press, 1991, U.K.
- Maroni, Seifert. *Indoor air quality*. Elsevier Science, 1995, Amsterdam.
- McMichel A. J., Slooff H. *Climate change and human health*, World Health Organization, 1996, Geneva.
- Molina & Molina. *The Science of global change. Stratospheric ozone*, American Chemical Society, 1992, Washington.
- Quadri, G. y Sánchez, L. *La Ciudad de México y la contaminación atmosférica*, Limusa, 1994, México.

HEMEROGRAFÍA:

- Industry and Environment*, en UNEP Vol. 14 No. 4, 1991, France.
- Masera, "México y el cambio climático global", en *Ciencia y Desarrollo*, vol. XVII, núm. 100, 1994, México.
- INTERNET:
CancerNET: Instituto Nacional del Cáncer. Información para pacientes.

*Pasante en Ecología de la Universidad del Valle de México.