

**DÍA MUNDIAL DE LA CAPA DE OZONO:  
FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO “UN CONSENSO POR LA VIDA”**

**Ana Jesús Hernández, profesora jubilada de Ecología y Asesora Permanente del Centro Cultural Poveda invita a seguir alimentando nuestra conciencia crítica en relación al cambio climático**

**1. De dónde partimos y qué deseamos en estas páginas**

El 16 de septiembre es ya conocido como Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono, que fue proclamado por la Asamblea General de las Naciones Unidas con el fin de proteger y salvar la capa de ozono que está siendo destruida.

El título de estas páginas quizá no resulte original para muchas lectoras y lectores porque ha aparecido en alguna ocasión en artículos que podrán haber visto en Internet. Y quizá para otra gente, les sorprenderá que no sólo hablemos del cambio climático, sino que ubiquemos estas líneas sobre el tema en ir avanzando en el consenso por la vida en nuestro planeta. De cualquier forma, hagamos primeramente un breve recorrido para mostrar de dónde partimos.

Cuando en 1985 se descubrió que la capa del ozono en nuestra atmósfera terrestre tenía un agujero muy grande en el Polo Sur, se encendieron las alarmas mundiales de la comunidad científica y, de inmediato, tanto los experimentos como las mediciones atmosféricas confirmaron que era cierto: un descenso especialmente acusado de la concentración de ozono sobre la Antártida. En el año siguiente se aportaba la explicación y en 1987 la NASA también habló de dicho agujero.

La confirmación científica del debilitamiento de la capa de ozono impulsó a la comunidad internacional a tomar medidas para protegerla. Y para ello se firmó el Protocolo de Montreal el 16 de septiembre de 1987 con el fin de proteger la capa de ozono, reduciendo la producción y comercialización de varias sustancias que la dañaban. Por eso se celebra cada año el Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono, para seguir concienciando a la ciudadanía acerca de nuestra responsabilidad en conservar nuestra atmósfera.

Más tarde, en 1991 se confirmaba la existencia de otro agujero del ozono en el hemisferio norte. Y desde esa fecha se han venido haciendo medidas anuales de los dos agujeros observados. Pero también, se ha ido incorporando su investigación a todo lo concerniente al cambio climático.

Si bien cuando se firmó el Protocolo de Montreal no se pensaba en el cambio global de nuestro clima, en la actualidad sin embargo, las investigaciones destacan el importante papel que desempeñará este acuerdo en la mitigación del calentamiento futuro de nuestro planeta a medida que las concentraciones de sustancias que agotan el ozono disminuyen con el tiempo.

Aunque en nuestro libro sobre el Cambio Climático\* editado por el Centro Cultural Poveda hace una docena de años abordamos ya la existencia del agujero del ozono y su repercusión en la vida sobre la tierra, no solo la humana, en la revisión que hemos realizado para escribir estas páginas, llama la atención los muchos artículos científicos que así lo consideran, en especial El informe *United in Science 2020*, coordinado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), y con aportaciones del Proyecto Carbono Global, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Con todo lo cual nos proponemos a continuación mostrar los aspectos que consideramos de mayor interés en relación al tema que nos ocupa. Y ello, no solo para recordar o alimentar conocimientos científicos que ayuden a las y los docentes a concienciar a sus estudiantes, sino para seguir incentivando nuestra conciencia crítica en relación a nuestra responsabilidad en cuanto a no poder seguir cambiando las condiciones que hacen posible la vida en la Tierra.

## **2. Ubicando el ozono en la atmósfera**

El ozono es un gas incoloro que se encuentra en la estratosfera a entre 20 y 40 kilómetros de altura, y forma una capa que nos protege frente a la radiación solar ultravioleta, que afecta gravemente a la salud de los seres vivos. No solo nos protege de ese tipo de radiación a los seres humanos, sino a todos los seres vivos, ya que si esa capa no existiera, no habría vida en nuestro planeta.

Las moléculas de ozono y de oxígeno en la estratosfera absorben la luz ultravioleta que proviene del Sol, formando un escudo que previene que ese tipo de radiación llegue hasta la superficie de la Tierra. Mientras que el oxígeno y el ozono absorben 95 a 99.9% de la radiación de luz ultravioleta del Sol, sólo el ozono absorbe la luz ultravioleta más energética. El rol protector de la capa de ozono en la atmósfera es pues tan importante, que los científicos creen que la vida sobre la Tierra quizás no se hubiese desarrollado y no existiría hoy sin ella.

Las figuras 1 y 2 adaptadas de Internet, ilustran las capas de nuestra atmósfera y la ubicación de la denominada capa de ozono. Sin embargo, también se encuentra ozono en la troposfera.

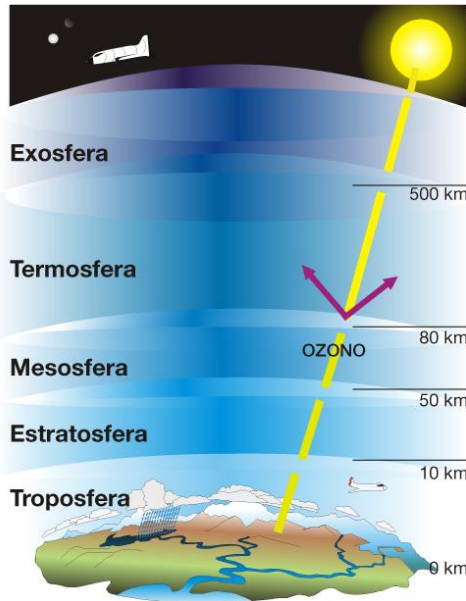
Será conveniente diferenciar entre el ozono natural de nuestra atmósfera,  
del que producimos con actividades antropozoogénicas

.....

(\*) Hernández, A. J. 2008. *Cambio Climático: Actualización científica y contenidos básicos para la ciudadanía*. Ed. CCPoveda, Santo Domingo.

El ozono troposférico es un gas de efecto invernadero y un contaminante del aire formado a partir de reacciones fotoquímicas complejas con intensa luz solar entre contaminantes primarios y en altos niveles, puede dañar los pulmones de las personas y también a las plantas. Se encuentra entre la superficie de la Tierra y hasta 12 o 15 kilómetros por encima y ha aumentado su concentración durante los últimos 20 años en el hemisferio norte.

**Figura 1**



**ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA**

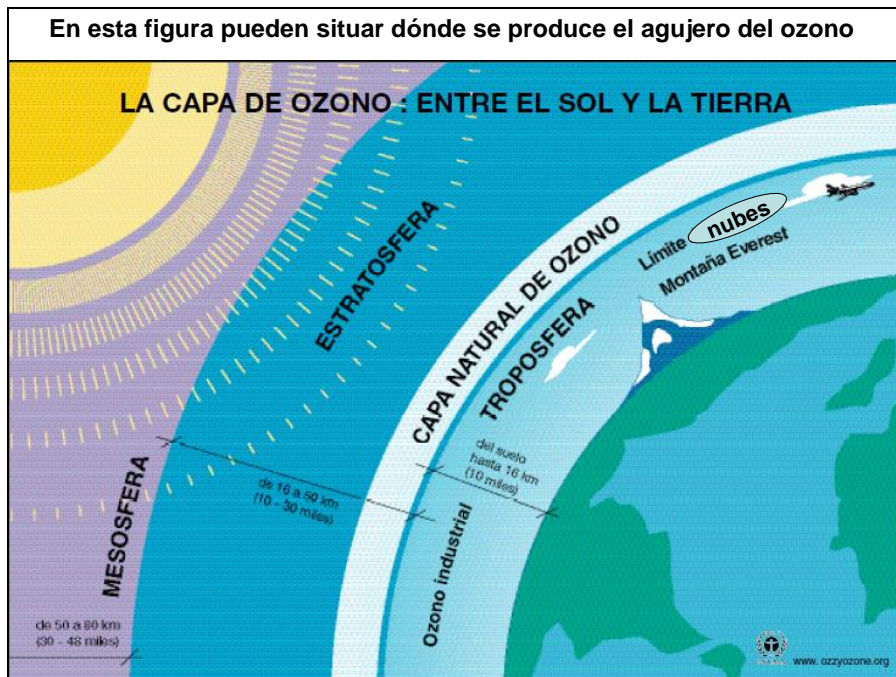
Cerca del 90% del ozono en la atmósfera de la Tierra se encuentra en una región llamada estratosfera.

Esta capa se encuentra entre 16 y 48 kilómetros (10 y 30 millas) sobre la superficie de la Tierra.

El ozono forma una especie de capa en dicha región, donde hay mayor concentración que en cualquier otra parte.

Fuente: Internet

**Figura 2**



### 3. Destrucción de la capa del ozono y su relación con el cambio climático

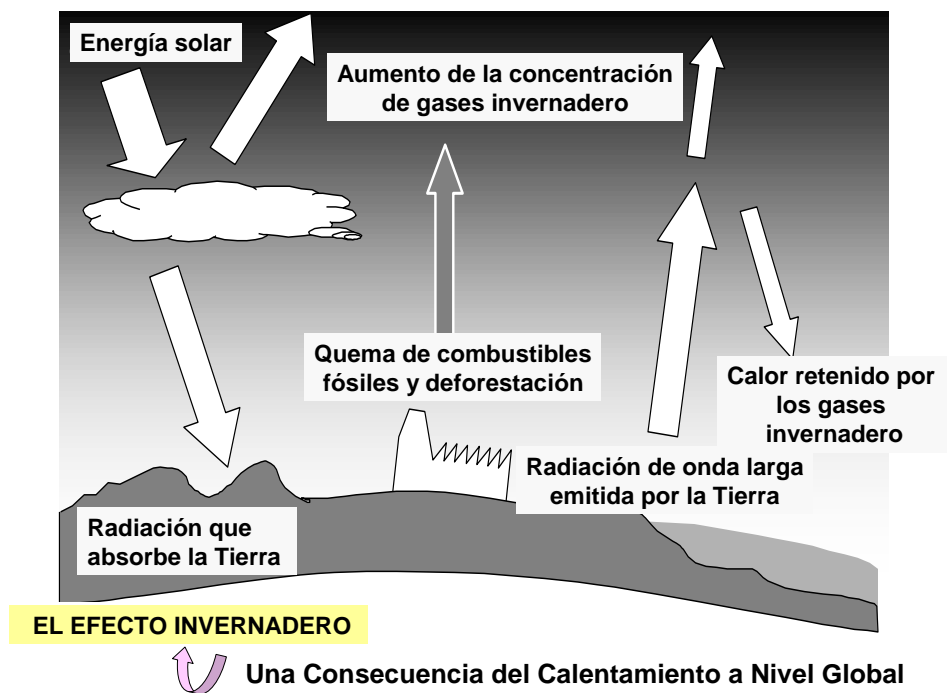
Las sustancias que agotan el ozono son potentes gases de efecto invernadero, pero son más conocidas por su efecto devastador en la capa de ozono. Nos referimos a los **CFC** (clorofluorocarbonados). Estos productos químicos fueron inventados en la década de 1920 y fueron promocionados como "gases maravillosos" utilizados en materiales de limpieza, aislantes y embalajes de espuma, aires acondicionados, aerosoles y aparatos de refrigeración. Los CFC son inertes, por lo que pueden permanecer en la atmósfera durante tiempo indefinido. Pero en la capa del ozono se pueden degradar, lo que implica un deterioro considerable de la misma.

Hay algunos otros compuestos químicos que destruyen la capa de ozono, como el bromuro de metilo y el tetracloruro de carbono, si bien en menor proporción que lo hacen los CFC.

Los principales agentes destructores de la capa de ozono son los CFC.  
Se calcula que cada molécula de cloro que liberan en la estratosfera puede destruir cien mil moléculas de ozono

Conocemos que los CFC unidos a otros compuestos (dióxido de carbono, óxido nítrico, metano, el ozono de la troposfera y el vapor de agua), son denominados gases atmosféricos responsables del *efecto invernadero* (ver figura 3). De ahí que en la actualidad los científicos del clima estudien la destrucción de la capa de ozono.

Figura 3



Valga como argumento señalar que las concentraciones de gases de efecto invernadero, cuyo nivel ya es el más elevado en 3 millones de años en nuestra atmósfera, no han dejado de incrementarse. Entretanto, grandes extensiones de Siberia han sufrido una prolongada y notable ola de calor durante el primer semestre de 2020, algo inverosímil de no ser por el cambio climático antropógeno. Y ahora, todo apunta a que el período 2016-2020 será el quinquenio más cálido jamás registrado en nuestro planeta. Este informe evidencia que, aunque muchos aspectos de nuestras vidas se han visto alterados en 2020, el cambio climático avanza implacable.

¿Por qué las sustancias que agotan el ozono tienen un impacto tan grande en el calentamiento del planeta a pesar de sus bajas concentraciones atmosféricas?. La principal razón estriba en que estos compuestos químicos son gases de efecto invernadero muy potentes. Hoy sabemos que los CFC son mucho más potentes que el CO<sub>2</sub>.

#### **4. Actualidad de los agujeros del ozono en la Antártida y en el Ártico**

Al comienzo de estas páginas aludimos a que la primera observación del agujero del ozono fue sobre el Polo Sur (la Antártida) y fue más tarde cuando tuvimos constancia de otro agujero en el Polo Norte. El agujero de ozono que conocemos todos tiene lugar durante la primavera austral (de julio a septiembre) en el Polo Sur, donde la estratosfera es naturalmente mucho más fría. En general, en el Polo Norte no se dan las condiciones para la destrucción de ozono a estos niveles.

Pero en medio de la inquietud generalizada por el coronavirus, durante el pasado marzo los científicos atmosféricos observaron con perplejidad el gran agujero en la capa de ozono del Polo Norte que se había formado en los últimos tiempos. Y aunque el agujero de la capa de ozono es más habitual en el Polo Sur, este año 2020 precisamente batió el récord como el más pequeño desde hace 30 años, debido a un episodio de calentamiento estratosférico excepcional. El agujero de ozono de la Antártida en 2019 fue el más pequeño desde que se descubrió esta disrupción atmosférica causada por los gases CFC en 1985.

Sin embargo en este año, la extensión y la pérdida de ozono es mayor que en 2011, cuando la revista *Nature* se hacía eco del agujero "sin precedentes" en la capa de ozono ártica. La primera vez que se observó un agujero de ozono en el Polo Norte fue en ese año, pero fue de menor tamaño que el visto en el sur y durante el mes de enero. A comienzos de abril del año actual el agujero en el ozono del Ártico sigue presente. Solo se ha ido desplazando por diferentes regiones, pero no se ha cerrado.

El calentamiento récord del Ártico y la dramática disminución del hielo marino están teniendo graves consecuencias en los ecosistemas sensibles de la región.

Si bien gracias a la reducción de los CFC, desde 2005 la destrucción de ozono ha disminuido en un 20%, según la NASA, organismo que espera que el agujero desaparezca casi por completo entre 2060 y 2080, no estamos tan seguros que la industria no siga fabricando este tipo de destructores de la ozonosfera. Pensemos que en 2018, un equipo investigador descubrió un inesperado aumento del 25% en las emisiones de CFC-11 (el segundo CFC más abundante), y ello a pesar de que el Protocolo de Montreal estableció el cese de la producción mundial para 2010.

Aunque ambos polos sufren un agotamiento del ozono durante el invierno, el descenso en el Ártico tiende a ser mucho menor que el de la Antártida. El agujero de ozono se forma debido a unas temperaturas extremadamente frías (por debajo de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), luz solar, campos de viento y sustancias como los CFC. Los países bajo este agujero están expuestos a una mayor radiación ultravioleta.



## El agujero de ozono del Ártico puede tener impactos en la circulación atmosférica

En cualquier caso, el agujero que se abrió sobre la Antártida tiene otras consecuencias: ha modificado la circulación atmosférica entera del hemisferio sur al ir haciendo que la corriente en chorro de las latitudes medias, una gran corriente circumpolar de la troposfera, llamada también corriente en chorro polar, que constriñe a las masas de aire del vórtice polar, se vaya desplazando en dirección al polo. Esa tendencia ha alterado las precipitaciones subtropicales.

Según las simulaciones realizadas por la NASA, si su restablecimiento prosigue al ritmo actual, la capa de ozono recuperará sobre la Antártida hacia 2075 el aspecto que tenía en 1971. Pero los efectos en el clima ya son perceptibles.

### 5. Pensemos y conciencicemos

Encontrar un modo práctico de refrigerarnos y propulsar nuestros aerosoles sin destruir la capa de ozono ni agravar el cambio climático es aún un reto tecnológico pendiente. Pero también cada persona es responsable de mantener la vida en el planeta. Las afirmaciones, dibujos y sugerencias siguientes nos ayudarán a este propósito

- a) ¿Por qué debemos protegernos de las radiaciones ultravioletas del sol? ¿Qué relación tiene esta cuestión con la capa del ozono?



- b) ¿Por qué no deberíamos “prender” el aire a una temperatura tan baja que haga que tengamos que utilizar prendas de abrigo en lugares cerrados?. ¿Qué relación tiene esta cuestión con la capa de ozono?

- c) ¿Utilizan sprays? ¿Todos ellos marcan en su etiquetado si respetan la capa de ozono?



- d) Lean las principales conclusiones acerca del cambio climático que se muestran en el recuadro siguiente y subrayen aquellas que están relacionadas con el ozono de nuestra atmósfera.

**- Reducción de los hielos marinos en el Ártico.**

- **Aumento del nivel del mar.** Durante el período 2014-2019, la tasa de aumento medio global del nivel del mar fue de 5 mm por año, frente a 4 mm por año durante el decenio 2007-2016. Este aumento es muy superior a la tasa media de 3,2 mm por año registrada anteriormente, desde 1993. La contribución de la fusión de los hielos continentales de los glaciares y de la cubierta de hielo al aumento del nivel del mar es cada vez mayor y actualmente esa fusión, y no la expansión térmica, es el elemento dominante en el presupuesto del nivel del mar.

**- Calentamiento y acidificación de los océanos**

**- Se aprecia una significativa influencia antropógena en la génesis de precipitaciones extremas**

- La concentración sin precedentes de gases de efecto invernadero causará un mayor calentamiento del planeta

e) Entre 2015 y 2019 se ha acelerado el cambio climático y éste no se ha frenado por la COVID-19, según un nuevo informe de la ONU

Se necesitan más medidas para proteger el Ártico, y nuestro planeta. “Necesitamos ciencia, solidaridad y soluciones”. ¿Qué les sugiere el siguiente dibujo?



f) Para seguir profundizando en el tema abordado, quien lo desee puede descargarse desde Internet el libro cuya portada mostramos a continuación. Todavía estamos a tiempo de evitar un calentamiento global peligroso. Difícil, pero no imposible

ESPECIAL

**CAMBIO  
CLIMÁTICO**  
¿CÓMO COMBATIRLO?

**GRATUITO**

SCIENTIFIC  
AMERICAN

CIENCIA