

EFEMÉRIDES

EL CENTENARIO DEL DESCUBRIMIENTO DE LA CAPA DE OZONO

Es conveniente comenzar este recordatorio sobre el centésimo cumpleaños del descubrimiento de la capa de ozono definiendo qué es la "Capa de Ozono". Este término se utiliza para hacer referencia a una región de la atmósfera terrestre situada en la estratosfera, entre los 20 y 50 km de altitud. Esta capa contiene (aproximadamente) el 90% del total del ozono presente en nuestra atmósfera. Su existencia es vital para el desarrollo de la vida en la Tierra al ser la responsable de la absorción de entre el 97% y el 99% de la radiación ultravioleta (UV), o radiación de alta frecuencia que llega a nuestro planeta procedente del Sol [1].

El descubrimiento de la capa se produjo en el año 1913 y se debe a dos físicos franceses: CHARLES FABRY y HENRI BUISSON. Ambos científicos son muy conocidos en el campo de la interferometría y, sin duda, el trabajo más relevante de ambos fue el desarrollado por Fabry con ALFRED PEROT, su predecesor en la Universidad de Marsella: el conocido *interferómetro de Fabry-Perot*. Utilizando tal interferómetro, Fabry y Buisson fueron capaces de corroborar la existencia de una capa atmosférica en la que las concentraciones de ozono eran bastante más elevadas que en el resto de la atmósfera. Capa sobre cuya existencia otros científicos habían debatido anteriormente, pero que no habían conseguido demostrar.

Posteriormente, el físico y meteorólogo británico GORDON DOBSON dedicó su vida al estudio y entendimiento de las propiedades de la capa de ozono. Dobson dedujo, mediante la observación de las trayectorias de caída de los meteoritos en la atmósfera, que el perfil de temperaturas existente en la troposfera no podía ser constante. De esta conclusión se deduce un descubrimiento especialmente relacionado con la existencia de la capa de ozono: a determinadas altitudes de la atmósfera terrestre, en la troposfera, la temperatura se eleva de forma considerable sin que, *a-priori*, exista razón alguna. Dobson dedujo que este efecto era debido

a que en esta zona la radiación UV era absorbida en mayor medida que en otras zonas de la atmósfera, y esto ocurriría solo si, además de moléculas de oxígeno, la concentración de moléculas de ozono era elevada [2]. Sus descubrimientos abrían la puerta a nuevas preguntas. ¿Por qué la cantidad de ozono era tan alta en esta región de la atmósfera y no a altitudes mayores o menores? La respuesta a esta pregunta viene dada por la naturaleza del proceso que tiene lugar. La formación del ozono a partir de oxígeno molecular y la recuperación del mismo a partir de las moléculas de ozono no son dos procesos aislados; son procesos que se dan al mismo tiempo y que conforman un equilibrio dinámico como casi todos los procesos que se dan en nuestra atmósfera. El que la concentración de una de las especies (oxígeno molecular u ozono) en una determinada parte de la atmósfera sea superior a la otra dependerá de las condiciones bajo las que se encuentre el equilibrio. En el rango de altitudes que hemos descrito al comienzo de este trabajo se dan unas condiciones tales que el equilibrio entre los dos procesos se encuentra desplazado hacia la formación de ozono. Esto es debido a dos razones: la concentración de átomos de oxígeno disponibles para la formación de moléculas y la concentración de rayos UV. Estas conclusiones nos permiten explicar también por qué ni por encima de la altitud de 50 km ni por debajo de la de 20 km podemos esperar encontrar nuevas capas de ozono alrededor de la corteza terrestre. En el primer caso, la concentración de átomos de oxígeno por unidad de volumen es muy pequeña. En el segundo, la dispersión atmosférica impide que exista la suficiente cantidad de radiación UV para mantener las condiciones de equilibrio que favorecen altas concentraciones de ozono.

Sin embargo, la importancia del trabajo desarrollado por Dobson no se reduce a sus explicaciones sobre el proceso de formación del ozono atmosférico. Este científico fue el primero en darse cuenta de la importancia que tiene el estudio y la comprensión de las propiedades de la capa para el mantenimiento de la vida en nuestro planeta. El proyecto más importante que desarrolló a lo largo de su vida consistió en el establecimiento de una red de estaciones de observación global que permitiese observar, en todo momento, las propiedades de esta

capa. La importancia del establecimiento de esta red de observatorios, que tuvo lugar entre los años 1928 y 1958, se comprende mejor si se tiene en cuenta que incluso hoy en día, 100 años después del descubrimiento de la capa, sigue siendo el mejor instrumento del que disponemos para obtener datos sobre ella. Otro indicio que tenemos de la gran labor de este científico se puede ver en el que, en su honor, se haya nombrado a la unidad de contenido de ozono en una determinada capa atmosférica. Esta unidad se conoce como “*unidad dobson*” y representa la cantidad de ozono contenida en una capa delgada (de 1 mm de espesor) y una amplitud superficial (que debe medir 5×10 grados) colocada sobre la Península de El Labrador. La equivalencia de la unidad dobson con unidades que nos son más afines es matm. cm^{-1} (milimátros/centímetro).

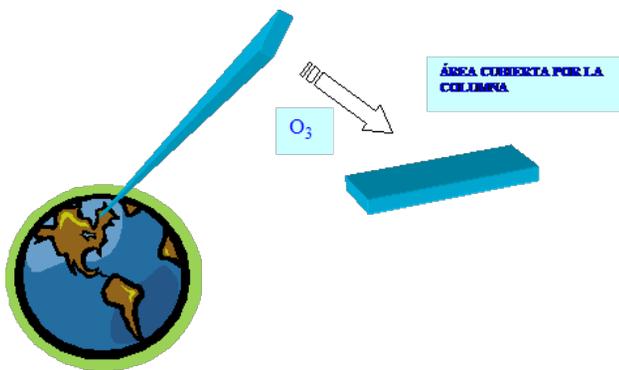


Figura 1: Esquema para la definición de la unidad Dobson (UD)..

En los años posteriores al establecimiento de la red de observación global de Dobson tuvieron lugar muchos descubrimientos importantes sobre la misma y se consiguió explicar muchas de las peculiaridades que una observación detallada de la misma revela. Así, entre los años 1949 y 1956 este científico, contando con la colaboración de otro meteorólogo, ALAN BREWER, fue capaz de explicar, mediante modelos de circulación, los pormenores referentes a los distintos espesores que presenta la capa a diferentes latitudes [2]. Esta red de estaciones de observación fue asimismo la que en la década de los años 80 proporcionó las evidencias de la aparición del denominado “*agujero de ozono*” sobre la Antártida [3]. Las consecuencias de la detección de este “*agujero*” hace 30 años en todos los ámbitos son bien conocidas. Una de ellas fue el establecimiento del día 16 de septiembre como el “*Día internacional de la preservación de la capa de ozono*”. En este día se conmemora el aniversario de la firma en Montreal en

el año 1987 el protocolo relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono [4]. La firma de este acuerdo incluye un compromiso de las partes firmantes a dedicar esfuerzos en ese día (16 de septiembre) a la promoción de actividades que se encuentren directamente relacionadas con los objetivos propuestos en el mismo. Entre los objetivos fundamentales propuestos se encuentra el de la eliminación del uso de sustancias que agotan el ozono con la finalidad de proteger la capa de ozono no solo para las generaciones actuales sino también para las venideras.

Para finalizar este pequeño repaso sobre los 100 años de “*historia del conocimiento de la capa de ozono*” me gustaría indicar aquí que incluso en las últimas etapas de esta breve historia se producen descubrimientos que nos hacen incrementar nuestro conocimiento sobre las peculiaridades de esta capa protectora de la vida. Así por ejemplo, en el año 1971 fue detectada una capa de ozono que rodea al planeta Marte [5]. Si bien su origen y características son sin duda diferentes al de la capa que rodea nuestra Tierra, su presencia permite deducir la importancia que tiene la presencia de este tipo de estructuras en cualquier planeta. Igualmente, en un momento mucho más reciente (año 2011), la sonda Venus Express ha sido capaz de determinar la existencia de una fina capa de ozono que rodea al planeta Venus. Las primeras observaciones indican que esta capa se encuentra situada a unos 100 km sobre la superficie del planeta y que su densidad es entre 100 y 1000 veces menor que la de la capa de ozono terrestre [5-6].

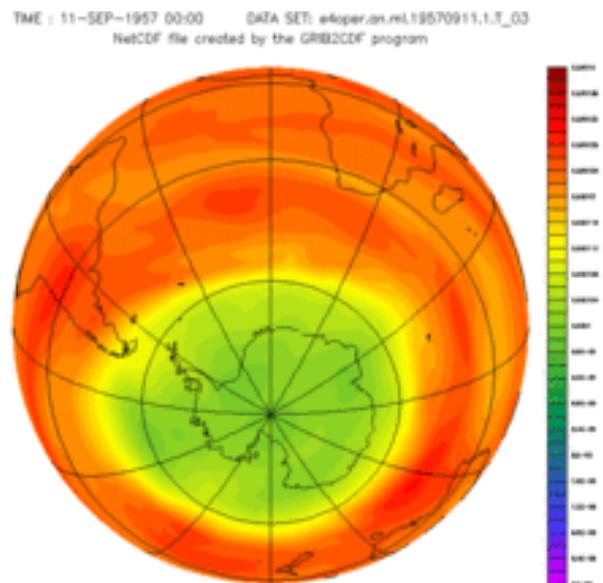


Figura 2: Agujero de ozono.

REFERENCIAS

1. E. Boyles, W. Chambers and M. Stanistreet: *Trainee Primery Teachers' Ideas about the Ozone layer*. Environmental Education Research, Vol. 1, Issue 2 (1995).
2. J.R. Holton: *On the global Exchange of mass between the stratosphere and troposphere*. J. Atmos. Sci., 47, 392 (1990).
3. J.C. Farman, B.G. Gardiner and J.D. Shanklin: *Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClOx/NOx interaction*. Nature, 315(6016), 207(1985).
4. <http://www.un.org/es/events/ozoneday/>
5. S. Lebonnois, E. Quémerais, F. Montmessin, F. Lefèvre, S. Perrier and J.L. Bertaux: *Vertical distribution of ozone on Mars as measured by SPICAM/Mars Express using stellar occultations*. J. Geophys. Research: Planets 1991:2011. Vol. 111(9) (2006).
6. F. Montessin, J.L. Bertaux, F. Lefèvre, E. Marcq, D. Belyaev, O. Korablev, A. Fedorova, V. Sarago and A.C. Vandaele: *A layer of ozone detected in the nightside upper atmosphere of Venus*. Icarus, Vol. 216(1), 82 (2011).

Julio J. Fernández Sánchez
Departamento de Física Fundamental
jjfernandez@fisfun.uned.es