

DEPENDENCIA DE LA DENSIDAD TOTAL DE OZONO CON LA ACTIVIDAD MAGNETICA

S. Duhau* y A. Favetto

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires,
Pabellón 1, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires*

Se investiga la posible influencia de la actividad geomagnética sobre la concentración total de ozono en la zona del óvalo auroral, dado que, como ya ha sido mostrado, la ocurrencia de muchas manifestaciones naturales aparentemente casuales dependen de procesos que a esas latitudes se ven influenciados por la radiación corpuscular. Entonces, los datos disponibles de valores promedios mensuales de concentración total de ozono medidos desde 1969 hasta 1985 en la estación Syowa (69° 39' S, 39° 00' E) son analizados estadísticamente. Se halla un alto índice de correlación positiva entre la concentración de ozono y el índice geomagnético A_p y se discute la brusca disminución de concentración de ozono observada en los últimos años.

1. INTRODUCCION

Las observaciones más recientes revelan una disminución remarcable del contenido total de ozono en la región Antártica. Esta disminución altamente pronunciada es observada solamente durante los meses de primavera y es llamada agujero de ozono Antártico.

Muchos autores han discutido los posibles mecanismos causantes de este fenómeno y sugerido que ambos tipos de comportamiento, tanto los dinámicos como los fotoquímicos pueden estar participando en la disminución del ozono en la Antártida.

Cambios en la concentración total de ozono (Ω) producidos año tras año han sido acompañados por cambios en la temperatura estratosférica con un alto índice de correlación entre los promedios mensuales de ozono y dicha temperatura, sugiriendo una relación clara entre la circulación estratosférica y la cantidad de ozono (Sekiguchi, 1986).

El hecho que la cantidad total de ozono desde los 44° S hasta el polo permanezca aproximadamente constante desde los meses de agosto hasta noviembre, aunque se observe que tanto la zona polar como las latitudes medias alcanzan valores extremos en este período, indicaría que las variaciones en la concentración de ozono en el Polo Sur en primavera fueran gobernadas por una redistribución dinámica más que química (Stolarski y Schoeberl, 1986). Las teorías dinámicas sugieren que cambios en las condiciones climáticas están alterando el movimiento de la capa de ozono en la Antártida.

La ocurrencia de muchas manifestaciones naturales aparentemente casuales, en general climáticas, dependen de procesos, que a esas latitudes, se ven influenciados por la radiación corpuscular. La actividad magnética es una de las variables que pueden influenciar al clima y que se halló correlacionada con la temperatura (Bucha, 1981). La explicación de este hecho es que esta variable da una medición indirecta de la energía depositada en la zona auroral por las partículas solares de alta energía precipitadas en esa zona, es por ello que es también esperable la existencia de una correlación entre la concentración de ozono y el índice geomagnético A_p , hecho que es objeto del presente trabajo.

2. CORRELACION ENTRE A_p Y CONCENTRACION TOTAL DE OZONO

Los datos utilizados son los promedios mensuales de concentración total de ozono medidos desde 1966 hasta 1985 en la estación japonesa Syowa, que está situada en el borde del óvalo auroral, siendo la más cercana al mismo de la que se disponen datos, y los promedios diarios del índice A_p para los meses de octubre a diciembre.

En primer lugar, se realizó un ajuste de los datos de ozono con una función exponencial pudiéndose observar que la tendencia de aproximadamente los primeros 10 años no muestra disminución, mientras los últimos años evidencian una caída de la concentración total de ozono (Ω) que para algunos meses llega a casi la mitad de su valor.

Con el objeto de implementar un análisis de los datos tal que nos permita separar parte de todos los posibles fenómenos presentes, se comenzó el estudio de los datos, correspondientes a los primeros 10 años, correlacionando linealmente las mediciones de ozono en ese período con el promedio en un mes

* Investigador CONICET

de A_p . Para considerar la posibilidad que esa correlación no sea necesariamente instantánea, se permitió un desfase temporal entre ambos fenómenos. Cuando correlacionamos los valores de Ω con los valores de A_p promediados en treinta días con un cierto retraso temporal, encontramos que la mejor correlación entre ambas series en el primer período se obtiene para un retraso de alrededor de un mes.

Los datos de A_p así obtenidos, dan un desfase de 30 días para diciembre y 24 días para noviembre asegurando un coeficiente de correlación lineal de 0.85 y 0.75 respectivamente.

Las series de datos anuales promedio para los meses de noviembre y diciembre se muestran en las figuras 1a y 2a respectivamente.

3. DESCRIPCION DE LA CAIDA BRUSCA DE OZONO

Considerando la complejidad del fenómeno en estudio los coeficientes de correlaciones encontra-

dos son altamente satisfactorios e indican la existencia de una dependencia lineal entre los valores de A_p y Ω . Esto nos permite en primera instancia eliminar esta dependencia para el resto del intervalo temporal con dicha correlación y así modelar la diferencia que contempla la brusca caída del ozono. En este contexto, es que se consiguió separar en esta primera instancia, la cantidad total de ozono en dos contribuciones:

$$\begin{aligned} \Omega(t) &= B(t) + A A_p \\ B(t) &= \alpha e^{\nu D} + \Omega_0 \end{aligned}$$

donde $B(t)$ da el nivel de ozono, en función del tiempo, que para $t = -\infty$ vale Ω_0 y $\alpha e^{\nu D}$ representa su caída temporal; mientras que A es la pendiente de la variación lineal con A_p medido respecto al nivel $B(t)$.

Si se elimina de todos los datos la fluctuación debida a la actividad magnética dada por $A A_p$, según lo hallado en la sección 2., pueden ser ajustados α , Ω_0 y D y encontrarse así $B(t)$.

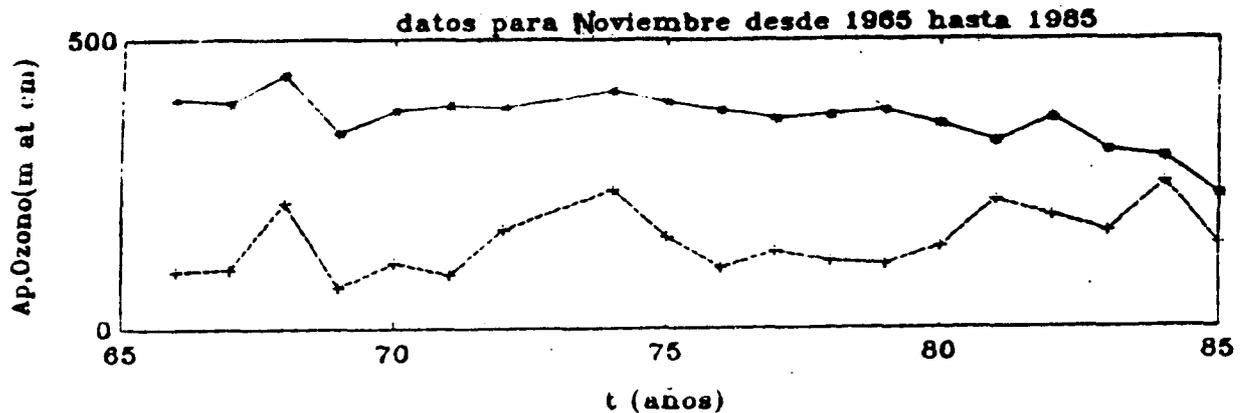


Figura 1a: datos para noviembre desde 1965 hasta 1985.

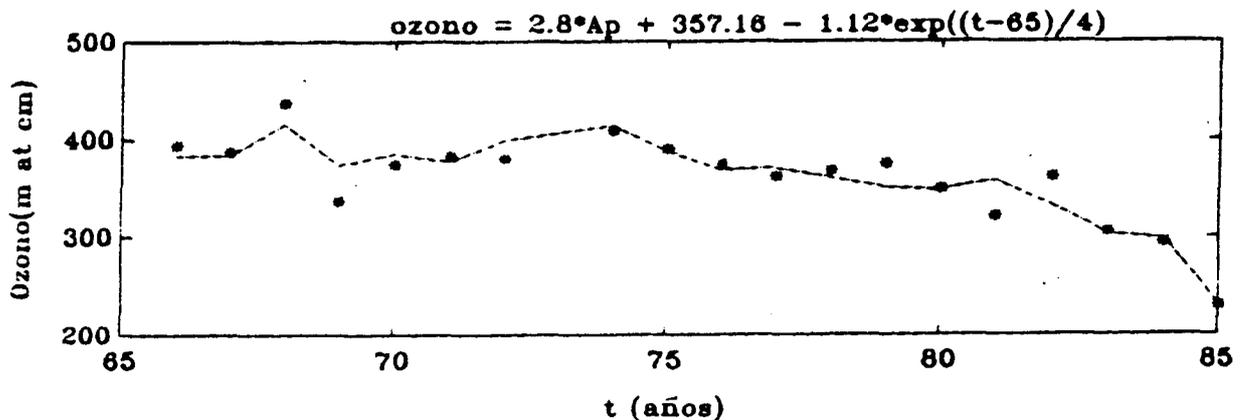


Figura 1b: $\text{ozono} = 2.8 \cdot A_p + 357.16 - 1.12 \cdot \exp((t - 65) / 4)$.

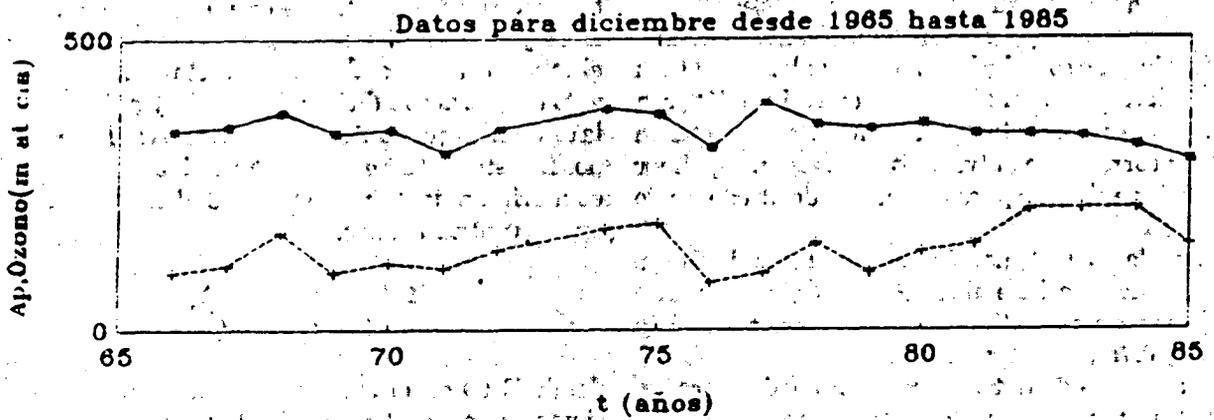


Figura 2a: Datos para diciembre desde 1965 hasta 1985.

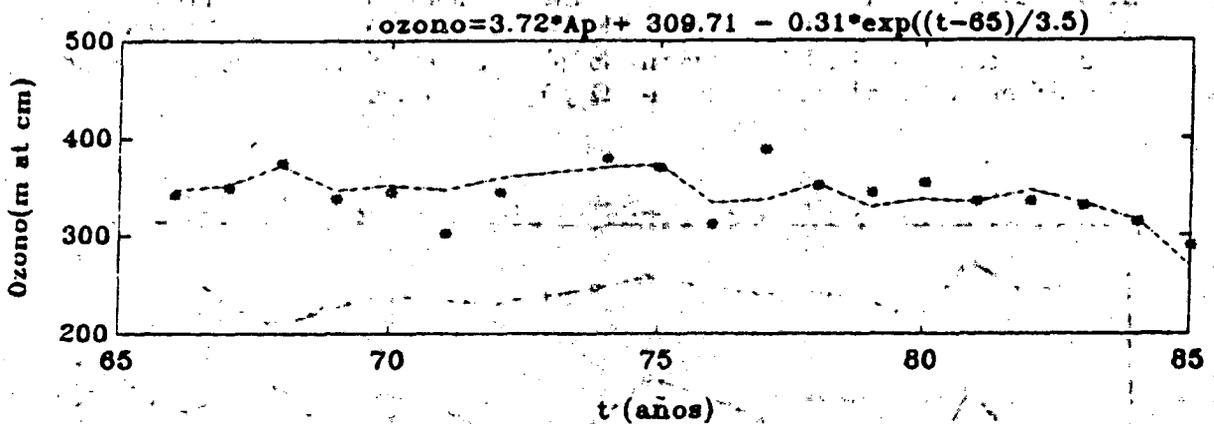


Figura 2b: $\text{ozono} = 3.72 \cdot \text{Ap} + 309.71 - 0.31 \cdot \exp((t - 65) / 3.5)$

Las curvas resultantes de estas dos contribuciones correspondientes a los meses de noviembre y diciembre se pueden observar en las figuras 1b y 2b.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fué parcialmente subvencionado por el CONICET (Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas).

REFERENCIAS

1. Bucha V., 1981. Associations between geomagnetic and meteorological processes mechanism of solar - terrestrial relations, Geophys. Synth. in Czechoslovakia, Veda, Bratislava.
2. Sekiguchi-Yoshiro, Geophys. Res. Lett., 13,12,1202 (1986).
3. Stolarski R. y Schoeberl M. Geophys. Res. Lett. 13,12, 1210. (1986).