

INTERACCIONES DE ONDAS DE ROSSBY CON ONDAS DE GRAVEDAD DURANTE EL CALENTAMIENTO ESTRATOSFÉRICO REPENTINO DE 2002

Claudio J. F. RODAS ², Manuel A. PULIDO ^{1,2}, Guillermo SCHEFFLER ^{1,3,4}
rodas@exa.unne.edu.ar

¹Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (CONICET, UNNE)

²Departamento de Física (FACENA, UNNE)

³Departamento de Matemática (FACENA, UNNE)

⁴Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET, UBA)

RESUMEN

En este trabajo se analiza el calentamiento repentino estratosférico (SSW) antártico ocurrido en 2002. Se analiza el flujo de Eliassen-Palm, y su divergencia y el gradiente de vorticidad potencial, derivados a partir de reanálisis de MERRA y de dos integraciones de un modelo de media atmósfera. Las integraciones utilizan diferentes configuraciones en los parámetros de ondas de gravedad y, aunque ambas utilizan el mismo forzante ondulatorio troposférico, sólo una de ellas muestra una generación de ondas de Rossby-2 consistente con los datos de reanálisis. Se demuestra que estas ondas se generan internamente en la alta estratosfera y luego se propagan hacia el Ecuador.

ABSTRACT

The Antarctic sudden stratospheric warming (SSW) occurred in 2002 in the Southern Hemisphere is examined. The Eliassen-Palm flux, and its divergence, and the gradient of potential vorticity derived from MERRA reanalysis and two integrations of a middle-atmosphere model are analyzed. The integrations use different configurations in the gravity wave parameters and, although both use the same tropospheric wave forcing, only one of them shows a generation of Rossby-2 waves consistent with the reanalysis data. It is shown that these waves are generated internally in the upper stratosphere and then are propagated to the Equator.

Palabras clave: Ondas de Rossby, Ondas de Gravedad, EPFD, EP flux, SSW.

1) INTRODUCCIÓN

Un calentamiento repentino estratosférico (SSW por sus siglas en inglés: sudden stratospheric warming) es un evento invernal durante el cual ocurre un rápido incremento en la temperatura polar estratosférica y una disminución en la velocidad del viento zonal. Un SSW puede manifestarse como “displacement” (el vórtice se desplaza desde el polo hacia latitudes más bajas) y “split” (el vórtice se divide en dos vórtices más pequeños). La dinámica previa y durante el rompimiento del vórtice es diferente en cada caso (Charlton and Polvani, 2007).

El único SSW registrado en el hemisferio Sur, ocurrido en 2002, corresponde al tipo split. Scheffler et al (2018) analizaron los efectos del arrastre de las ondas de gravedad en este escenario. Utilizando un modelo de media atmósfera encontraron que, bajo idénticos forzados troposféricos, la ocurrencia de un evento SSW del tipo split o del tipo displacement depende de la configuración de parámetros utilizada en la parametrización de ondas de gravedad. Estas diferencias significativas en el rompimiento del vórtice responden a cambios en la geometría del vórtice debido a la modificación de los parámetros de ondas de gravedad. En el presente trabajo se analizan, a través del flujo de Eliassen-Palm (FEP) y de su divergencia (DFEP), las diferencias en la actividad ondulatoria planetaria de onda 2 que aparecen durante el SSW y, a través del gradiente de vorticidad potencial, sus posibles causas.

2) METODOLOGÍA

Se analiza la dinámica estratosférica a partir de los datos de reanálisis de MERRA y de dos integraciones libres (i.e., sin asimilación de observaciones) de un modelo de media atmósfera (Scheffler et al, 2018). Tanto la amplitud de ondas planetarias como el FEP y la DFEP, se calculan a partir de los campos que se obtienen de la descomposición zonal en Fourier de las desviaciones zonales de las variables de análisis.

3) RESULTADOS

Se analiza la actividad ondulatoria planetaria durante la semana centrada en el día 24/09/2002, el cual se considera la fecha del SSW (Charlton et al, 2005). La figura 1 muestra el FEP y la DFEP para la onda de Rossby 2 de los datos de MERRA y de las dos integraciones. Los 3 casos muestran una DFEP negativa en la baja estratósfera, lo cual evidencia un rompimiento de las ondas de Rossby con FEP ascendente desde la tropósfera. Las diferencias entre las dos integraciones aparecen a mayor altura, donde la integración con parámetros óptimos (IPO), en coherencia con los datos de MERRA, muestra un FEP hacia el norte generado por una región con DFEP positiva. Esta DFEP positiva está asociada a la generación de ondas de Rossby (Rodas and Pulido, 2017). Esta región de fuerte DFEP positiva no se encuentra en la integración de control (IC). Estas diferencias también se manifiestan en la energía cinética y potencial de la onda 2. El análisis muestra que gran parte de la actividad de onda 2 que se encuentra en la alta estratósfera es generada internamente y luego se propaga hacia el Ecuador. Los resultados son coherentes con el mecanismo de resonancia sugerido en Matthewman and Esler (2011). Análisis de las causas de esta generación serán dados en la presentación.

REFERENCIAS

Charlton, A.J., and Polvani, L.M., 2007: A new look at stratospheric sudden warmings. Part I: Climatology and modeling benchmarks. *J. Climate*, 20, 449-469.

Charlton, A.J., O'Neill, A., Lahoz, W.A. and Berrisford, P., 2005: The Splitting of the Stratospheric Polar Vortex in the Southern Hemisphere, September 2002: Dynamical Evolution. *J. Atmos. Sci.*, 62, 590-602

Matthewman, N.J. and Esler, J., 2011: Stratospheric sudden warmings as self-tuning resonances. Part I: Vortex splitting events. *J. Atmos. Sci.*, 68, 2481-2504

Rodas, C. and Pulido, M., 2017: A climatology of Rossby wave generation in the middle atmosphere of the Southern hemisphere from MERRA reanalysis. *J. Geophys. Res.*, 122, 8982-8997

Scheffler, G., Pulido, M. and Rodas, C., 2018: The role of gravity wave drag optimization in the splitting of the Antarctic vortex in the 2002 sudden stratospheric warming. *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2018GL077993

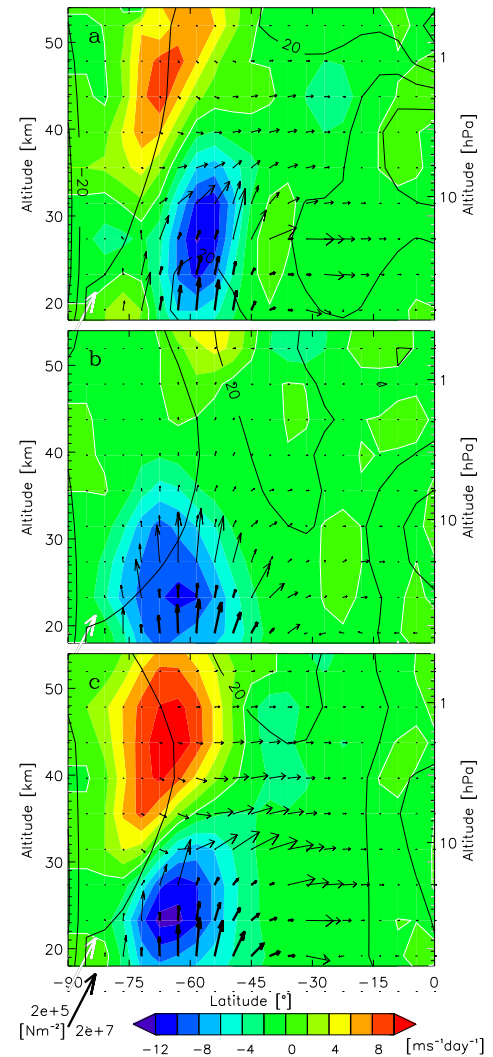


Figura 1: DFEP (colores) y FEP (vectores) de la onda de Rossby-2. Promedio zonal del viento zonal (contornos oscuros). (a) MERRA, (b) IC y (c) IPO