

La Oscilación Casi Bienal

E. RODRÍGUEZ CAMINO, AEMET

Si dejamos aparte las variaciones periódicas asociadas al ciclo diario y a los cambios de las estaciones, la Oscilación Casi Bienal (QBO, de sus siglas en inglés) es probablemente el modo de variabilidad natural atmosférico que más se repite. Los primeros indicios de la QBO se remontan al año 1959, cuando en una discusión interna de la Met Office del Reino Unido se documentó por parte de Graystone la variación temporal y la fuerte cizalladura que experimentaba la componente zonal del viento en la estratosfera tropical (véase la transcripción de estas interesantes discusiones en (Graystone 1959)). El viento oscilaba en la baja estratosfera con un periodo medio de entre 28 y 29 meses, propagándose esta oscilación hacia la tropopausa a una velocidad aproximada de 1 km por mes. Este descubrimiento fue consecuencia del despliegue global de la red de radio-sondeos en los años 50's y 60's

Una representación histórica de la evolución de la QBO se actualiza en tiempo real por parte del Departamento de Ciencias de la Tierra del Instituto de Meteorología de la Universidad Libre de Berlín a partir de observaciones procedentes de radiosondeos (disponible en <http://www.geo.fu-berlin.de/en/met/ag/strat/produkte/qbo/>). La figura 1 nos muestra esta representación cuya descripción va a ser el principal objeto de esta entrega de la sección. La figura representa una sección tiempo-altitud de los vientos zonales mensuales medios sobre tres estaciones que se han ido relevando en las observaciones estando situadas todas ellas en las proximidades del ecuador (Isla de Cantón (3°S/172°O, enero 1953 - agosto 1967), Gan/Islands Maldivas (1°S/73°E, septiembre 1967 - diciembre 1975) y Singapur (1°N/104°E, desde enero 1976)).

Esta sección tiempo-altura es representativa del cinturón ecuatorial ya que todas observaciones muestran que las diferencias longitudinales en la fase de la QBO son muy pequeñas. La figura comienza la representación de la QBO en 1953 y se extiende hasta la actualidad, siendo la extensión vertical del corte desde 100 hasta 10 hPa (estratosfera inferior). La figura nos muestra muy claramente las siguientes características de la QBO sobre latitudes ecuatoriales. En primer lugar, el carácter alterno del régimen de vientos zonal, variando los vientos del este y del oeste con un periodo medio de 27 meses. Este régimen de oscilación se propaga hacia abajo con el tiempo. La oscilación no es simétrica: los vientos del este son generalmente más fuertes (30-35 m/s por encima de 30 hPa, negativos y no sombreados en la figura) que los vientos del oeste (15-20 m/s, positivos y sombreados). Además, los vientos del oeste se mueven hacia abajo más rápida y regularmente que los vientos del este. La transición hacia los vientos del este suele mostrar un cierto retraso (las isopletas se colocan prácticamente horizontales) entre los 30 y 50 hPa. Las máximas amplitudes se suelen alcanzar alrededor de los 20 hPa. Finalmente, hay que mencionar que tanto la periodicidad como la amplitud muestran una gran variabilidad entre ciclo y ciclo, oscilando

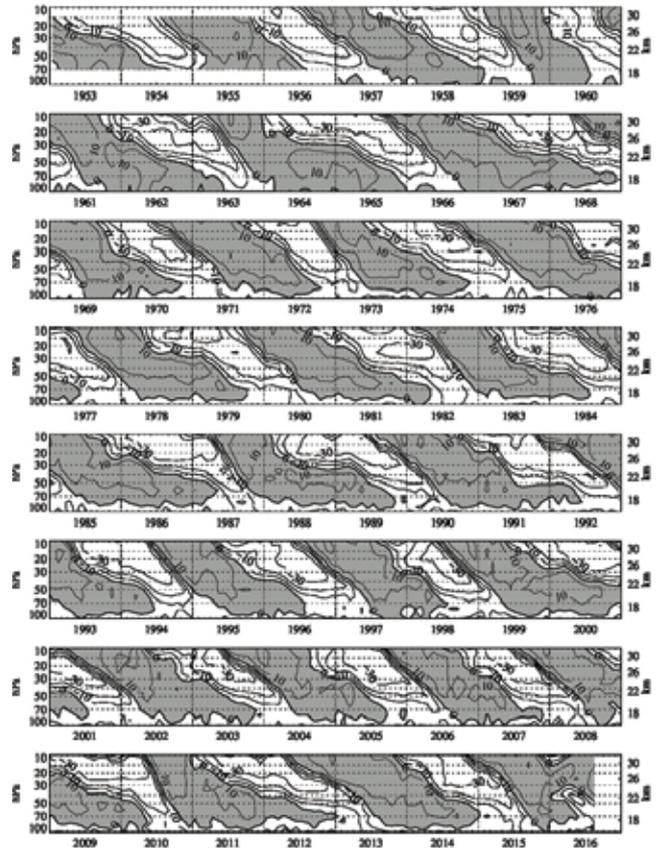


Fig 1. Sección tiempo-altitud de los vientos zonales mensuales medios (m/s) en las estaciones ecuatoriales mencionadas en el texto. Los vientos del oeste aparecen sombreados (fuente: Instituto de Meteorología, Universidad Libre de Berlín)

el periodo entre 22 y 36 meses. Todas estas características se reflejan muy bien en la figura 1.

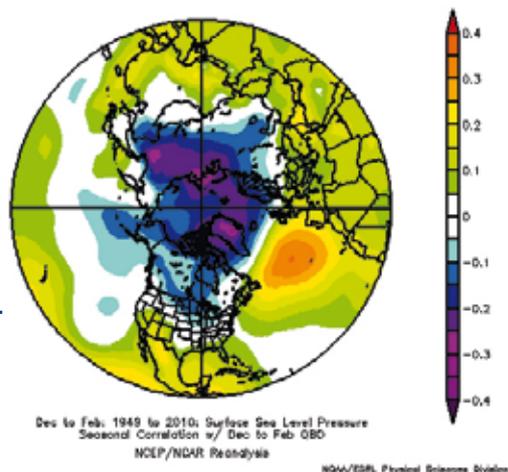
La teoría que explica la aparición de la QBO tuvo que esperar unos pocos años hasta que el recientemente controvertido -por sus intervenciones y opiniones en torno al consenso científico sobre el cambio climático -Richard Lindzen se enfrentara inicialmente con el problema en su tesis doctoral. Para una descripción histórica del mecanismo que se esconde tras la QBO y los primeros intentos infructuosos de Lindzen, se puede recurrir a sus mismas palabras autobiográficas (Lindzen 1987). En esencia, la convección en la troposfera tropical en diferentes escalas espaciales genera un amplio espectro de ondas que incluyen ondas gravitatorias, gravitatorio-inerciales, Kelvin y Rossby-gravitatorias. Estas ondas, con una gran variedad de longitudes de onda horizontales y verticales y velocidades de fase se propagan hacia la estratosfera transportando momento zonal del este y del oeste. La mayor parte de este momento se deposita en la estratosfera con la disipación de las ondas originando las anomalías del viento zo-

nal que caracterizan la QBO. Aunque las ondas transportan momento zonal del este y del oeste, el proceso de absorción extrae el momento a diferentes niveles, generando el patrón alternante de vientos del este y del oeste. Para una revisión en profundidad de los fundamentos teóricos que explican la QBO se puede consultar Baldwin et al., 2000).

Los modelos climáticos tienen todavía dificultades para reproducir la QBO. Baste decir que de todos los modelos utilizados en el último informe del IPCC (AR5) solamente 4 fueron capaces de reproducir una estructura algo similar a la QBO. El modelo del ECMWF posee una resolución vertical suficiente y la física necesaria para simular razonablemente la QBO.

Por supuesto, esta oscilación no dejaría de ser una curiosidad atmosférica si no fuese por los importantes efectos que tiene la QBO en la circulación del hemisferio norte, afectando a zonas tan remotas como Europa occidental. Se sabe (Baldwin et al. 2001) y se comprueba empíricamente que las fases del este de la QBO coinciden con una corriente en chorro más débil sobre el océano Atlántico que origina inviernos fríos en el norte de Europa, mientras que las fases del oeste de la QBO muestran una corriente en chorro sobre el Atlántico más intensa con inviernos más suaves y lluviosos sobre la Europa septentrional. De otra forma se puede expresar este efecto mediante la influencia de la QBO en la Oscilación del Atlántico Norte (NAO, de sus siglas en inglés). La figura 2 muestra la correlación entre la QBO invernal (diciembre-febrero) y la presión en superficie para la misma estación en el hemisferio Norte. Se observa un patrón recuerda muy aproximadamente a la NAO. Cuando la fase de la QBO se corresponde con vientos del oeste/este, la NAO tiende a ser positiva/negativa.

Fig 2.
Correlación entre la QBO invernal (diciembre-febrero) y la presión en superficie (diciembre-febrero). (fuente: NOAA/ESRL).



En el caso de la península ibérica, esta correlación entre la QBO y la NAO se traduce en términos de precipitación para la estación invernal - que es la que muestra una NAO más potente y definida - en que una fase de la QBO con vientos del oeste/este, tiende a dar menos/más precipitación. En consecuencia, el forzamiento de la QBO y su previsible evolución es uno de los elementos que se suele utilizar conjuntamente con las previsiones de los modelos y otros forzamientos relevantes para estimar la evolución atmosférica a escala estacional. La figura 3 muestra la correlación entre la QBO y la precipitación para los mismos meses invernales. Se ve claramente un patrón de correlación negativa apreciable entre la QBO y la precipitación para los meses inver-

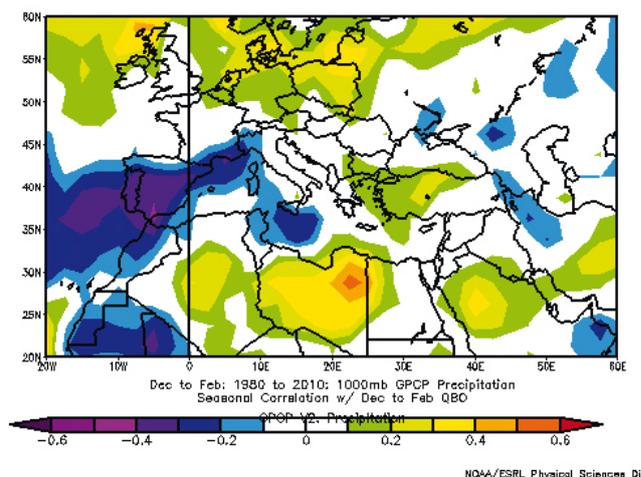


Fig 3. Correlación entre la QBO invernal (diciembre-febrero) y la precipitación (datos GPCP) (diciembre-febrero), (fuente: NOAA/ESRL).

nales. Una QBO positiva/negativa (vientos del oeste/este) tiende a generar una NAO positiva/negativa y en consecuencia menos/más precipitación sobre la península ibérica, tal y como hemos comentado más arriba.

Sin embargo, si nos fijamos de nuevo en la figura 1, vemos que alrededor de febrero de 2016 tuvo lugar una disrupción inesperada y singular de la QBO que ha dado lugar a diversas especulaciones sobre su origen (véase, por ejemplo, Osprey et al. 2016, Mason 2016). Esta disrupción de los vientos del oeste en el cinturón ecuatorial de la estratosfera inferior en febrero de 2016 causó que predominasen -contrariamente a la variación esperable de la QBO- los vientos del este en una capa entre 50 y 40 hPa, de forma que previsiblemente para el próximo invierno (diciembre 2016-febrero 2017) ya desde el invierno pasado se espera -si no hay otro comportamiento anómalo de la QBO- una prolongación de la fase del oeste que como hemos indicado más arriba iría asociado con una NAO positiva y, en consecuencia, con menos precipitación invernal sobre la península ibérica en ausencia de otros forzamientos relevantes.

Referencias y lecturas recomendadas:

- Baldwin, M.P., L.J. Gray, T.J. Dunkerton, K. Hamilton, P.H. Haynes, W.J. Randel, J.R. Holton, M.J. Alexander, I. Hirota, T. Horinouchi, D.B.A. Jones, J.S. Kinnerson, C. Marquardt, K. Sato y M. Takahashi (2001). "The Quasi-Biennial Oscillation". *Reviews of Geophysics*, 39, 2, 179-229.
- Graystone, P. (1959). "Meteorological office discussion on tropical meteorology". *Met. Mag.* 88: 117 (disponible en <https://digital.nmla.metoffice.gov.uk/>)
- Holton, J.R. y R.S. Lindzen (1972). "An Updated Theory for the Quasi-Biennial Cycle of the Tropical Stratosphere". *J. Atmos. Sci.* 29, 1076-1080 (1972). doi:10.1175/1520-0469(1972)029<1076:AUTFTQ>2.0.CO;2
- Lindzen, R.S. (1987). "On the development of the theory of the QBO", *Bull. Am. Meteor. Soc.*, 68 (4): 329-37, doi: 10.1175/1520-0477(1987)068<0329:OTDOTT>2.0.CO;2.
- Lindzen, R.S. y J.R. Holton (1968). "A Theory of the Quasi-Biennial Oscillation". *J. Atmos. Sci.* 25, 1095-1107. doi:10.1175/1520-0469(1968)025<1095:ATOTQB>2.0.CO;2
- Mason, B. (2016). "Unprecedented disruption to atmosphere's pace-maker foretells wet winter for Europe". *Science*: aah7277. doi:10.1126/science.aah7277.
- Osprey, S.M., N. Butchart, J.R. Knight, A.A. Scaife, K. Hamilton, J.A. Anstey, V. Schenzinger, C. Zhang (2016). "An unexpected disruption of the atmospheric quasi-biennial oscillation". *Science*: aah4156. doi:10.1126/science.aah4156. ISSN 0036-8075.