

## The impact of the 11 year cycle in WACCM simulations

### Investigadores:

- **Gabriel Chiodo** del [Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II](#) [1] de la [Facultad de Ciencias Físicas](#) [2] de la [Universidad Complutense de Madrid](#) [3].
- **Natalia Calvo** de la [Universidad Complutense de Madrid](#) [3], **José Agustín García** de la [Universidad de Extremadura](#) [4], **Katja Matthes** de Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel - [GEOMAR](#) [5] (Kiel, Alemania) y **Daniel R. Marsh** del [National Center for Atmospheric Research](#) [6], Boulder (CO, EEUU).

Idioma Sin definir

### Objetivos:

- Realizar integraciones climáticas con el modelo **WACCM-3.1.9** (Whole Atmosphere Community Climate Model). El modelo **WACCM-3.1.9** es capaz de simular reacciones químicas (como las del ozono estratosférico), y el transporte de una multitud de especies químicas. La capacidad de incluir las interacciones entre la dinámica atmosférica y la química es una característica muy novedosa de este modelo, lo que le convierte en una de las herramientas más válidas con respecto a otros modelos publicados en el informe IPCC. Sin embargo, este modelo tiene un elevado coste computacional que requiere del uso de técnicas de supercomputación.
- Se acometerán modelizaciones climáticas a través de integraciones de modelos de circulación general (**WACCM**) e integración numérica de ecuaciones diferenciales.

### Objetivos alcanzados:

- Se ha investigado la influencia del ciclo de 11 años de la radiación solar sobre el clima a través de simulaciones con el modelo climático Whole Atmosphere Community Climate Model (WACCM). La mayoría de los resultados previos en este tema ha sido resumida en Gray et al. (2010).
- Debido a la limitada duración temporal de las observaciones, como los re-análisis (1960-2005) y satélites (1979-2005), la detección de la señal del ciclo de 11 años en la atmósfera es complicada.
- Aparte de la incertidumbre en la detección en la señal en sí, las medidas satélites de la irradiancia solar han demostrado también que hay incertidumbre en la magnitud de la variabilidad de la irradiancia solar en ciertas bandas, como en la ultravioleta (200-300 nm) y ultravioleta cercana (300-400 nm), sobre todo en el último ciclo solar (Lockwood, 2011).
- En este contexto, el uso de modelos climáticos de circulación general resulta provechoso para investigar la señal del ciclo solar, y los mecanismos físicos que dan lugar a ella.
- Estudios previos han demostrado que el modelo WACCM reproduce la señal en observaciones, y ha confirmado la presencia de mecanismos dinámicos a través de los cuales la influencia del ciclo de 11 años se propaga desde la alta estratosfera (50 km) hasta las capas más bajas de la atmósfera (Chiodo et al., 2012). Hay incertidumbre instrumental en las variaciones espectrales del flujo de radiación solar entre máximos y mínimos del ciclo solar de 11 años, sobre todo en bandas como la UV-A [300-400 nm] y la UV-C [240-270 nm]. Por otro lado, también se está debatiendo la posibilidad de que la variabilidad climática a escala decadal en la baja estratosfera tropical no esté forzada por el ciclo solar, sino por otras fuentes como El-Niño y los volcanes.
- El modelo WACCM es una herramienta adecuada para el desarrollo de la actividad, pero tiene un elevado coste computacional debido a la inclusión en su código de la química estratosférica. Gracias a la ayuda técnica por parte del equipo de Cénits, y a colaboración con científicos de EEUU que han desarrollado el código WACCM, y de varias instituciones en Europa y en España (entre ellas, la [UEX](#) [4]), hemos podido aprovechar el [supercomputador LUSITANIA](#) [7] para hacer integraciones.
- Se han realizado experimentos de sensibilidad forzando el modelo WACCM con la distribución espectral típica de la irradiancia solar en máximos y mínimos del ciclo de 11 años de la actividad solar. Además, se han realizado experimentos con un aumento artificial de 1% en la UV cercana (300-400 nm), que representa la incertidumbre instrumental en esta banda espectral. El aumento aplicado es pequeño en comparación con la variabilidad en las bandas de la UV, que se ha estimado en 4-8% (siendo % la variación relativa entre mínimo y máximo de actividad). En WACCM, la respuesta dinámica a este forzamiento en la circulación estratosférica durante el invierno boreal es distinta al caso típico de máximo y mínimo solar. Esto indica que la sensibilidad del modelo a la incertidumbre instrumental en el forzamiento solar es grande, y que el experimento de sensibilidad da resultados más cercanos a las observaciones en ciertos meses (p.j. Diciembre y enero). Se plantea realizar una serie de experimentos de sensibilidad con la radiación en la UV (200-300 nm), para investigar 1) la sensibilidad del modelo a estas bandas, y 2) la contribución de estas mismas bandas a la respuesta en la atmósfera al ciclo solar de 11 años.
- Se ha encontrado que la circulación estratosférica en altas latitudes es sensible a la amplitud del ciclo solar en la UV, y que simulaciones con un aumento idealizado en las bandas de la UV-A y UV-C dan respuestas distintas en el vórtice polar. La sensibilidad se debe a que la altura de máxima absorción de la UV varía según la longitud de onda, y que anomalías térmicas en diferentes alturas estratosféricas afectan a su vez de diferente manera a la propagación de las ondas planetarias. Por otro lado, simulaciones de WACCM con inclusión de todos los forzamientos observados (gases a efecto invernadero, volcanes, ciclo solar) demuestran que parte de la variabilidad decadal que se observa en la baja estratosfera tropical y que hasta ahora se creía estar relacionada con el ciclo solar de 11 años se debe en realidad a dos erupciones volcánicas (El Chichon en 1982 y Pinatubo en 1991). Estas erupciones han tenido lugar durante picos de actividad solar, lo cual dificulta la separación de los efectos del ciclo solar y de los volcanes.

### Publicaciones y congresos:

- Chiodo G., D.Marsh, N.Calvo, and K.Matthes: The impact of volcanic events and ENSO on the detection of the solar

- cycle signal in the tropical lower stratosphere. European Geophysical Assembly 2012. Viena (Austria).
- Chiodo G., K. Matthes, K. Kodera, N. Calvo and R. Garcia-Herrera: Sensitivity of the atmospheric response to idealized UV solar-cycle variations in WACCM. 3rd international conference on Earth-System-Modeling. Hamburgo, Alemania.
  - G. Chiodo, N. Calvo, D. Marsh and R. Garcia-Herrera (2012): The 11 year solar cycle signal in transient simulations from the Whole Atmosphere Community Climate Model. Journal of Geophysical Research, Volumen 117, D06109, Numero: doi:10.1029/2011JD016393.
  - G. Chiodo, D. Marsh, N. Calvo and K. Matthes. The impact of volcanic events and ENSO on the detection of the solar cycle signal in the tropical lower stratosphere. European Geosciences Union General Assembly 2012. Abril de 2012.
  - G. Chiodo, K. Matthes, K. Kodera, and N. Calvo. SPARC SOLARIS & HEPPA Intercomparison Activities: Sensitivity of the atmospheric response to idealized spectrally resolved solar forcing in WACCM3.5. WCRP Open Science Conference 2011.
  - Ponencia de poster en la WCRP - Denver (EEUU) 24/10 - 28/10 de 2011 titulado "Impact of idealized spectral solar forcing in the WACCM-3.5 model", y con agradecimientos al CENITS. G. Chiodo, K. Matthes, K. Kodera and N. Calvo.
  - Exposición oral en el congreso Space Climate 4 en Goa (India) Enero 2011. titulada "11-yr solar cycle effects in two coupled chemistry-climate models". G. Chiodo, N. Calvo, H. Schmidt and R. Garcia-Herrera.
  - Exposición oral en el congreso SCOSTEP 2010 en Berlin (Alemania) Julio 2010. intitulada "The 11-y solar cycle in transient WACCM-3.5 simulations". G. Chiodo, N. Calvo and R. Garcia-Herrera

**URL del envío:** <http://www.cenits.es/proyectos/impact-11-year-cycle-waccm-simulations>

#### Enlaces

- [1] <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/Astrof/departamento.html>
- [2] <http://fisicas.ucm.es/>
- [3] <https://www.ucm.es/>
- [4] <http://www.unex.es/>
- [5] <http://www.geomar.de/>
- [6] <http://ncar.ucar.edu/>
- [7] <http://www.cenits.es/cenits/lusitania>