

## Modelación del Sistema Terrestre

AMAZALERT está usando algunos de los modelos más complejos del mundo para entender cómo puede estarse manifestando el cambio climático en la Amazonia. Estos modelos se están usando para mejorar el entendimiento científico del sistema terrestre y, crucialmente, cómo podría responder a la actividad humana.

### DE UN VISTAZO

- Los modelos del sistema terrestre representan matemáticamente los procesos que describen los componentes del sistema terrestre y las interacciones entre ellos.
- Las retroalimentaciones del sistema terrestre tienen el potencial de causar impactos significativos sobre el cambio climático global y regional.
- Los modelos del sistema terrestre producen proyecciones de climas futuros. También permiten la evaluación del rol de las retroalimentaciones en los cambios que se observan.
- Los modelos del sistema terrestre están en continuo desarrollo, y las observaciones juegan un papel central en este trabajo.

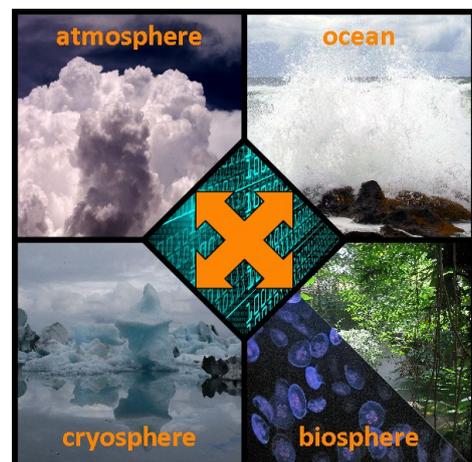
Esta ficha técnica describe qué son los modelos del sistema terrestre, qué beneficios brindan en el desarrollo del entendimiento del sistema terrestre y su respuesta a los cambios.

### ¿Qué es un modelo del sistema terrestre?

Los primeros modelos climáticos simulaban la atmósfera únicamente. Estaban compuestos de ecuaciones matemáticas basadas en leyes físicas establecidas que describían, por ejemplo, cambios en la presión, el movimiento del aire, la temperatura y la formación de la lluvia. En otras palabras, el tiempo atmosférico y el clima. A lo largo de los años, como el entendimiento científico ha avanzado junto al desarrollo tecnológico en capacidad computacional, estos modelos se han vuelto más complejos. Se han incorporado más procesos y componentes del sistema terrestre, y por tanto a algunos se les denomina como modelos del sistema terrestre.

Estos representan matemáticamente los procesos físicos, químicos y biológicos que describen la atmósfera, los océanos, la criósfera y la biósfera, y las interacciones entre ellas.

*Figura 1. Los modelos del sistema terrestre simulan procesos que describen las componentes del sistema terrestre y las interacciones entre ellas.*





©Dreaming in the deep South

*Figura 2 (derecha): Un ejemplo de una retroalimentación positiva en el ciclo clima-carbono. Este ciclo interactúa con otros del sistema terrestre.*

### Beneficios de los modelos del sistema terrestre

No son sólo los elementos físicos tales como las nubes, los océanos, y el hielo afectan el clima. Para dar algunos ejemplos, la vegetación, los suelos y el plancton pueden modificar concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a través de la absorción o liberación de carbono. Las partículas de aerosoles pueden absorber o reflejar la luz solar, lo cual tiene un efecto de calentamiento o enfriamiento, respectivamente, en la atmósfera. Las reacciones químicas determinan las concentraciones de algunos aerosoles y gases de invernadero no-CO<sub>2</sub> (ejemplo: metano, ozono). Debido a que todos esos procesos están ocurriendo dentro del mismo modelo, esto provee una consistencia interna de la manera de evaluación de los impactos del cambio climático en nuestra atmósfera, ecosistemas y océanos.

Además, muchas de los componentes del sistema terrestre que afectan el clima son ellas mismas afectadas por el clima. Las 'retroalimentaciones' entre las diferentes componentes del sistema terrestre pueden actuar para amplificar (retroalimentación positiva) o amortiguar (retroalimentación negativa) los efectos originales. Por ejemplo, temperaturas más cálidas aceleran la descomposición del suelo y la liberación de CO<sub>2</sub>. El resultado del incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera conduce a un mayor calentamiento. Esto es una retroalimentación positiva clima-carbono (Fig.2). Sin embargo, también hay que señalar que los diferentes



ciclos interactúan y pueden tener efectos opuestos en la misma cantidad. Por ejemplo, bajo altas concentraciones de CO<sub>2</sub> la vegetación toma más CO<sub>2</sub>, lo cual tiene un efecto de productividad en la vegetación y una retroalimentación negativa en el nivel de CO<sub>2</sub> atmosférico.

Los efectos combinados de las retroalimentaciones del sistema terrestre tienen el potencial para impactos significativos en el cambio climático global y regional.

### Usando modelos del sistema terrestre

Los modelos representan pasado, presente y futuro del clima simulando el subyacente sistema climático junto con factores de forzamiento 'externos' tales como la energía solar, las concentraciones de gases de efecto invernadero e incluso aerosoles expulsados a la atmósfera por los volcanes. Al ejecutar el modelo según el forzamiento del siglo XX, por ejemplo, genera el clima de los últimos cien años.



©NASA Goddard Photo and Video

Conduciendo los modelos con escenarios de diferentes combinaciones de factores de forzamiento, incluyendo cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero y usos del suelo, se producen las proyecciones del clima en el futuro. Los modelos del sistema terrestre también permiten evaluar el rol de las interacciones y las retroalimentaciones en los cambios que son vistos.

Hay un continuo esfuerzo por incluir procesos más importantes en los modelos para así mejorar la representación de los existentes, algunos de los cuales no son tan bien entendidos como los otros. Las observaciones son esenciales para ayudarnos desarrollando conocimiento de estos procesos y como estos son incorporados a los modelos. Cabe señalar, sin embargo, que los registros observacionales no son tan completos como el ideal, ya sea en el espacio - en lugares del mundo - o en el tiempo - algunos registros se remontan más tiempo que otros, o son intermitentes. Esto es particularmente cierto para algunos de los 'procesos del sistema terrestre' que son mucho más escasamente medidos en comparación con cantidades relativamente bien observadas como la lluvia, y la temperatura superficial. Las observaciones son fundamentales para mejorar en la modelación, y es un reto científico continuo para mantener, incrementar y poner en servicio los datos observacionales.

Uno de los resultados de las incertidumbres científicas que existen en nuestro conocimiento de los propios procesos y en su representación es que existe una mayor dispersión de los resultados dados por los modelos que cuando se omiten. Pero mediante la inclusión de estos nuevos procesos que estamos empezando a caracterizar mejora nuestra comprensión de cómo el cambio climático puede evolucionar en un sistema terrestre que interactúa.

#### **Referencias**

*Collins, W. J. et al. 2011: Development and evaluation of an Earth-System model – HadGEM2, Geosci. Model Dev., 4, 1051-1075, doi:10.5194/gmd-4-1051-2011.*

*Jones, C. D. et al. 2011: The HadGEM2-ES implementation of CMIP5 centennial simulations, Geosci. Model Dev., 4, 543-570, doi:10.5194/gmd-4-543-2011.*

*The HadGEM2 Development Team 2011: The HadGEM2 family of Met Office Unified Model climate configurations, Geosci. Model Dev., 4, 723-757, doi:10.5194/gmd-4-723-2011.*

#### **Autor**

**Gillian Kay**

and all AMAZALERT  
Work Package 3 partners  
E-mail:

[gillian.kay@metoffice.gov.uk](mailto:gillian.kay@metoffice.gov.uk)

#### **Project Coordinator AMAZALERT**

**Dr. Bart Kruijt**

Alterra, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands

[Bart.Kruijt@wur.nl](mailto:Bart.Kruijt@wur.nl)

AMAZALERT (2011-2014) is co-funded by

