

# Laboratorio 03: Equilibrio Convectivo-Radiativo II: El rol de las nubes y un océano simple

GF3004-2014

1 de octubre de 2015

## Duplicación de $CO_2$ desde la situación pre-industrial

En este ejercicio Ud. configurará el modelo convectivo-radiativo para simular una duplicación abrupta de la cantidad de  $CO_2$  en la atmósfera desde la situación pre-industrial. La idea de hacer esta simulación es explorar el efecto que tiene una capa oceánica en el tiempo que toma al modelo equilibrarse. Modificando el archivo `datarc` que contiene los parámetros de entrada para el modelo de equilibrio convectivo radiativo, es posible realizar un cambio abrupto en la cantidad de  $CO_2$  haciendo variar las variables que determinan el tiempo total de la simulación (run length) y también las variables que determinan los tiempos en que las concentraciones de los gases invernadero cambian abruptamente (en el caso de  $CO_2$  C20 es la concentración inicial de la simulación, C21 es la concentración final y tm2 el tiempo en el que se produce el cambio).

1. Prepare una simulación usando la concentración pre-industrial de  $CO_2$  y que luego de alcanzar el equilibrio a una temperatura de 15 C, abruptamente aumente al doble de la concentración de  $CO_2$ . Para esto, asegúrese también que los valores del resto de los parámetros del modelo sean razonables. En particular, Ud. puede utilizar una concentración preindustrial de  $CO_2$  de 280 ppm. Se sugiere usar una atmósfera adiabática húmeda y fijarse en que sólo el  $CO_2$  cambie de manera abrupta.
2. Estudie la convergencia del modelo respecto de las condiciones iniciales, cuál es el tiempo que toma el modelo en equilibrarse cuando la profundidad del océano es cero, cuando es 2 m, cuando es 20 m? Modifique el largo de la simulación y el tamaño de paso de tiempo de simulación de manera de conseguir equilibrio.
3. Grafique el valor de la radiación infrarroja emergente al tope de la atmósfera ( $F_{out}$ ) y de la temperatura durante el desarrollo de la simulación en función del tiempo. Estime el forzamiento radiativo de la duplicación de  $CO_2$  observando el salto de  $F_{out}$  inmediatamente después de ocurrir la duplicación (para esto puede ser necesario cambiar el tamaño de paso en que se escribe la salida del modelo). ¿Depende el forzamiento radiativo y la respuesta final de la profundidad del océano?

## Efecto de las nubes en el valor de la temperatura de equilibrio, en el forzamiento y en el tiempo de ajuste

El modelo de equilibrio convectivo radiativo permite prescribir una única nube que cubre toda la columna atmosférica. La nube está caracterizada por su fracción de cobertura nubosa  $A_c$  y por

su espesor óptico que es un parámetro que caracteriza la capacidad que tiene la radiación de onda corta de atravesar la nube.

1. Imponga una cobertura nubosa de 0.5 y un espesor óptico de 10. ¿Cuál es el nuevo valor de la constante solar de manera que la temperatura superficial es 288 K con la concentración preindustrial de  $CO_2$ ?
2. Estudie las variaciones de la temperatura de equilibrio respecto de variaciones en la cobertura nubosa y el espesor óptico de la nube, entre valores entre 0.1 y 100 para el espesor óptico, y variaciones de la cobertura nubosa entre 0 y 1.
3. Elija una simulación control que le permita estudiar como varía la radiación infrarroja emergente con el nivel en que se encuentra la nube. ¿Qué sucede con la temperatura de equilibrio cuando la nube es ópticamente delgada y se mueve desde cerca de la superficie hasta la tropopausa?
4. ¿Cambia el valor del forzamiento radiativo de la duplicación del  $CO_2$  en presencia de nubosidad?

En un informe conciso, explique brevemente lo que aprendió en cada pregunta, pueden desarrollar cierta libertad en elegir los experimentos y hacer algunos adicionales para clarificar lo que se pregunta. Es recomendable agregar gráficos siempre y cuando aporten a su explicación.