

Temario de proyectos finales de Sistema Climático, Primavera 2009

RR

5 de octubre de 2009

Proyecto Final

El proyecto final del curso consiste en la elaboración de un pequeño proyecto de investigación sobre algunos de los problemas relacionados con la materia vista en el curso. Se espera un informe de unas 10 a 20 páginas y una presentación final de 20 min durante la semana del 16 de Noviembre. El proyecto de investigación consistirá profundizar en alguno de los temas vistos en clase. Esto se logrará a través de la evaluación crítica de la literatura de entender el problema, las hipótesis que han sido propuestas y sus limitaciones. Además, se espera también que hagan uso de alguno de los modelos vistos durante el curso (u otros de su propia elaboración) para ilustrar el problema o para discutir alguna hipótesis. Los profesores del curso actuaremos como guías del proyecto, ayudándolos a definir el problema y las herramientas a utilizar para discutirlo.

El tema del proyecto final es libre, pero abajo se detallan algunos temas propuestos que ustedes pueden usar como ejemplo para comenzar a elaborar su propio tema (o pueden tomar como tema). Más de un grupo puede trabajar en el mismo tema, provisto que estén trabajando en distintos aspectos.

Temas

- **La paradoja del sol débil (Faint Young Sun Paradox)** todavía parece no estar resuelta. Hemos discutido en clase la evidencia geológica que muestra que las concentraciones de gases invernadero no parecen estar de acuerdo con lo necesario para una tierra sin congelamiento durante los primeros 2 Ga de la existencia del planeta. Se han propuesto una serie de soluciones que no involucran gases invernadero. Por ejemplo, aumentos en la inclinación del eje de rotación terrestre, mayor duración del día, diferencias en el transporte meridional de calor, realimentaciones controladas por la nubosidad, distribución de los continentes etc. Los modelos simples (u otros de complejidad intermedia como PLASIM) pueden ser usados para cuantificar la plausibilidad de alguna de estas soluciones. [*Catling and Kasting, 2007; Kasting and Catling, 2003; Endal and Schatten, 1982; Jenkins, 2000*]
- Existe evidencia de que durante el Neoproterozoico la tierra experimentó al menos dos periodos en donde las glaciaciones fueron tan profundas que alcanzaron incluso las latitudes tropicales. Si tomamos la evidencia de estas glaciaciones tropicales de manera seria, estamos ante una serie de preguntas. Cuál fue el mecanismo que nos llevo a estas **glaciaciones bola de nieve (Snowball Earth)**?. Otro aspecto interesante de este problema es si habiendo la

tierra entrado en uno de estos episodios, cómo fue posible salir y volver a la situación sin glaciaciones, típica del registro geológico. [Pierrehumbert, 2005; Hoffman and Schrag, 2002]

- Aun cuando los modelos simples como el modelo convectivo radiativo usado en clases hacen suposiciones respecto de como aumenta la cantidad de vapor de agua en un clima más cálido (siendo la suposición más simple el que la humedad relativa permanezca constante en toda la tropósfera), lo cierto es que física de la **realimentación de vapor de agua** todavía no está bien estudiada y por lo tanto la justificación para usar humedad relativa constante no ha sido establecida. Usando modelos simples, uno puede cuantificar distintas suposiciones respecto de esta realimentación y su impacto en las estimaciones del calentamiento global futuro debido a la emisión de gases invernadero antropogénicos. [Held and Soden, 2000]
- Existe evidencia que las glaciaciones ocurridas durante los últimos 800000 años han sido de escala global, esto es, han ocurrido con periodicidades similares tanto en el hemisferio norte como en antártica. Si la insolación durante el verano está principalmente controlada por la precesión de los equinoccios (con periodos de 21000 años), como se explica **el carácter global de las glaciaciones** si la precesión de los equinoccios produce respuestas opuestas en la insolación de verano en ambos hemisferios? [Huybers, 2009]

Recursos

- Raymond Pierrehumbert de la Universidad de Chicago cuenta con un sitio web de su libro [Pierrehumbert, 2009] en donde incluye código en python de muchos modelos simples y algunos más complicados.
<http://geosci.uchicago.edu/~rtp1/ClimateBook/ClimateBook.html>
El primer capítulo de su libro es una excelente referencia para encontrar un tema interesante y ponerlo en su debido contexto.
- La literatura citada para los temas propuestos va a estar disponible en <http://www.dgf.uchile.cl/~ronda/GF3004> Por otro lado, si luego de intentarlo se encontrarán con dificultades obteniendo papers que encuentren relevantes no duden en escribirme (ronda@dgf.uchile.cl) o postear en U-Cursos y trataremos de conseguírselos.
- Un modelo simple acoplado entre la atmósfera y el océano es PLASIM (desarrollado por el Instituto de Meteorología de la Universidad de Hamburgo).
En la página <http://www.dgf.uchile.cl/~rene/PLASIM/> encontrarán una descripción del modelo así como instrucciones para instalar y correr el modelo.

Referencias

- Catling, D., and J. Kasting, *Planets and Life: The emerging science of astrobiology*, chap. Planetary atmospheres and life, pp. 91–116, Cambridge University Press, 2007.
- Endal, A., and K. Schatten, The faint young sun-climate paradox- Continental influences, *Journal of Geophysical Research*, 87, 7295–7302, 1982.
- Held, I., and B. Soden, Water vapor feedback and global warming, *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 441–475, 2000.

- Hoffman, P., and D. Schrag, The snowball Earth hypothesis: testing the limits of global change, *Terra Nova*, *14*(3), 129–155, 2002.
- Huybers, P., Antarctica's Orbital Beat, *Science*, *325*(5944), 1085, 2009.
- Jenkins, G., Global climate model high-obliquity solutions to the ancient climate puzzles of the Faint-Young Sun Paradox and low-altitude Proterozoic Glaciation, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, *105*(D6), 2000.
- Kasting, J., and D. Catling, Evolution of a Habitable Planet, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, *41*, 429–463, 2003.
- Pierrehumbert, R., Climate dynamics of a hard snowball Earth, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, *110*(D1), D01,111, 2005.
- Pierrehumbert, R. T., Principles of planetary climate, 2009.