



CARRERAS: Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera, Licenciatura en Oceanografía, Doctorado de la UBA,  
Especialidad Ciencias de la Atmósfera y los Océanos

ASIGNATURA: **Cambio Climático**

Año: 2011

Cuatrimestre: **Segundo**

### 1) Fundamentos:

El cambio climático es reconocido como uno de los problemas ambientales globales más complejos y que mayores desafíos presenta a la sociedad, a la comunidad científica y técnica y a las autoridades políticas. Los impactos del cambio climático en ámbitos como salud de la población, recursos hídricos y biodiversidad, y en distintos sectores como agricultura, generación de energía, infraestructura y transporte, entre otros, hacen necesaria la evaluación continua de los impactos en dichos ámbitos y sectores para contribuir con el diseño de estrategias para hacerles frente y mitigar sus efectos negativos. Este curso tiene como finalidad que los alumnos accedan al conocimiento científico actualizado acerca de los cambios ya documentados así como de las perspectivas climáticas futuras a partir de la comprensión de las bases físicas del cambio climático.

### 2) Propósitos:

- Proveer a los estudiantes elementos teóricos para comprender los procesos físicos vinculados al cambio climático en sus diferentes escalas espacio-temporales.
- Presentar las relaciones complejas entre una diversidad de variables vinculadas al proceso de cambio climático cuya importancia resulta de la interpretación dada a los valores hallados a través del procesamiento de diferentes registros.
- Estimular el análisis crítico de la información del tema disponible a través de diferentes fuentes.
- Acercar a los alumnos al conocimiento de las incertidumbres existentes en el tema y las diferentes metodologías disponibles para su tratamiento.

### 3) Objetivos:

- Desarrollar herramientas conceptuales referidas a la variabilidad y el cambio climáticos y sus forzantes.
- Identificar impactos sobre sistemas humanos y naturales.
- Establecer relaciones entre los aspectos físicos y políticos de la variabilidad y el cambio climático.

### 4) Contenidos

#### 1. INTRODUCCIÓN

Introducción general al Cambio Climático. Aspectos físicos, económicos y políticos Impactos del cambio climático. Necesidad de Mitigación. Vulnerabilidad y adaptación. La negociación internacional, contexto y marco institucional.

#### 2. CAUSAS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Variaciones de la órbita terrestre. Variación de la radiación del Sol. Movimientos orogénicos y desplazamientos continentales. Vulcanismo. Composición química de la atmósfera. Aerosoles. Cambio de uso del suelo. Variabilidad interna.

#### 3. VARIABILIDAD INTERNA Y CONCEPTO DE CLIMA

Forzantes externos y variabilidad interna. Predictabilidad y no linealidad. Impredictibilidad y aleatoriedad de los promedios Concepto de Clima Condiciones externas y definición de escala Transitividad e intransitividad

#### 4. FORZANTE RADIATIVO DEL CLIMA

Concepto de forzante radiativo en Cambio Global. Potencial de calentamiento. Interacciones químicas. Tiempo de reciclado y residencia. Gases de efecto invernadero. Ciclo natural, emisiones



antropogénicas. Espectrometría: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, Halocarbonos, O<sub>3</sub> y precursores. Otros gases. Aerosoles troposféricos y estratosféricos.

#### **5. LA VARIABILIDAD DEL CLIMA EN EL PASADO**

La variabilidad del clima en diferentes escalas de tiempo. Impactos ecológicos, históricos, económicos y sociales de los cambios climáticos.

#### **6. EL CLIMA OBSERVADO EN EL PERIODO INSTRUMENTAL**

Tendencias en la temperatura de superficie, hemisféricas, de la temperatura del mar y del aire sobre continentes y océanos. Las tendencias de la temperatura troposférica y estratosférica. El ciclo hidrológico y la variabilidad de la circulación atmosférica.

#### **7. SIMULACIÓN DEL CLIMA**

Distintas jerarquías de modelos físico-matemáticos. Modelos de circulación general de la atmósfera, características y limitaciones. Acoples con modelos del océano y de la biosfera. Evaluación de los modelos climáticos globales. Modelos regionales. Downscaling dinámico y estadístico.

#### **8. DETECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO Y ATRIBUCIÓN**

Métodos de análisis de los cambios climáticos del período instrumental. Análisis de tendencias. Caracterización de señal y ruido climático. El problema de la atribución de las señales climáticas. Discusión de las contribuciones relativas de la variabilidad solar, los volcanes, los efectos antropogénicos de los aerosoles y los gases de efecto invernadero. Acotación de la variabilidad interna.

#### **9. ESCENARIOS CLIMÁTICOS Y PRINCIPALES IMPACTOS GLOBALES**

Construcción y tipos de escenarios climáticos. Uso de los modelos de simulación climática. Escenarios climáticos del siglo XXI. Impactos hidrológicos y en el nivel del mar.

#### **10. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ARGENTINA.**

Aspectos institucionales y políticas. Inventario de emisiones y posibilidad de mitigación. Variabilidad y cambio climático observado: campos medios de precipitación y temperatura y eventos extremos. Impactos hidrológicos. Escenarios climáticos del siglo XXI. Vulnerabilidad de los sistemas regionales y sectoriales. Necesidades de adaptación.

#### **5) Modalidad de evaluación:**

La evaluación de los aprendizajes será teórico-práctica y periódica, teniendo como finalidad evaluar la comprensión de los conceptos fundamentales, el conocimiento de las herramientas matemáticas o de otro tipo que resulten adecuadas para la resolución de problemas y la capacidad de interpretación de los resultados obtenidos. La evaluación final tendrá un carácter integrador de los contenidos del programa y será presencial, individual y escrita.

#### **6) Recursos:**

Los objetivos pueden ser alcanzados haciendo uso en la enseñanza de las siguientes herramientas disponibles:

- Base de datos de información proveniente de estaciones meteorológicas argentinas provista por el Servicio Meteorológico Nacional
- Bases de datos globales de información actualizada correspondiente a una gran variedad de variables atmosféricas y oceánicas disponibles en forma gratuita a través de Internet
- Páginas WEB interactivas de procesamiento y visualización de información
- Recursos informáticos de análisis y visualización de la información como STATISTICA, MATLAB, GRADS, etc.
- Bibliografía actualizada (libros, revistas científicas)



## 7) Bibliografía:

- Alexander, L. et al., 2006: Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res.* 111, 1-22.
- Allan, R.P. and Liepert, B.G., 2010: Anticipated changes in the global atmospheric water cycle. *Environ. Res. Lett.*, 5, 025201, doi: 10.1088/1748-9326/5/2/025201.
- Alves, L and Marengo, J. 2009: Assessment of regional seasonal predictability using the PRECIS regional climate modeling system over South America. *Theor. Appl. Climatol.* DOI 10.1007/s00704-009-0165-2
- Andrews, T., 2009: Forcing and response in simulated 20th and 21st century surface energy and precipitation trends. *J. Geophys. Res.*, 114, D17110, doi:10.1029/2009JD011749.
- Andrews, T., and P.M. Forster, 2010: The transient response of global-mean precipitation to increasing carbon dioxide levels. *Environ. Res. Lett.*, 5, doi:10.1088/1748-9326/5/2/025212.
- Barros V. Apuntes del curso internacional de variabilidad climática. 1989.
- Burroughs, W. Climate Change: A Multidisciplinary Approach. Cambridge Univ. Press. 2001.
- Del Genio, A. D., M.-S. Yao, and J. Jonas, 2007: Will moist convection be stronger in a warmer climate?, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L16703, doi:10.1029/2007GL030525
- Deser, C, Phillips, A. Bourdette, V. and Teng, H. 2010: Uncertainty in climate change projections: The role of internal variability. *Clim. Dyn.* doi 10.1007/s00382-010-0977-x.
- Groisman, P. et al. 2005. Trends in Intense Precipitation in the Climate Record. *J. Climate* 18, 1326-1350.
- Hardy, T. Climate Change: Causes, Effects and Solutions. Wiley. 2004.
- Hawkins E. and Sutton R, 2011: The potential to narrow uncertainty in projections of regional precipitation change. *Clim. Dyn.*, in press, doi: 10.1007/s00382-010-0810-6.
- Hayashi Y.; 1982: Confidence intervals of climatic signal. *J. Atmos. Sci.* 39, 1985-1905.
- Helm, K. P., N. L. Bindoff, and J. A. Church, 2010: Changes in the global hydrological-cycle inferred from ocean salinity. *Geophys. Res. Lett.*, 37, L18701, doi:10.1029/2010GL044222.
- Held, I.M., and B.J. Soden, 2006: Robust responses of the hydrological cycle to global warming. *J. Climate*, 19, 5686-5699.
- Henderson- Sellers, A. and Robinson, P. Contemporary Climatology. Longman. 1996.
- Houghton, J.(ed.). The Global Climate. Cambridge University Press. 1984.
- Huntington, T., 2006: Evidence for intensification of the global water cycle: review and synthesis. *J. Hydrology* 319, 83-95.
- IPCC. Climatic Change 2007: The Scientific Basis. Disponible en [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- IPCC. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Disponible en [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- IPCC. 2007: General Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment. Version 2. Prepared by T.R. Carter on behalf of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Assessment, IPCC-TGICA, 66pp
- Jones, R.; 1975: Estimating the variance of time averages. *J. Appl. Meteorol.* 14, 157-163.
- Kharin, V.V., F. W. Zwiers, X. Zhang, and G. C. Hegerl, 2007: Changes in temperature and precipitation extremes in the IPCC ensemble of global coupled model simulations. *J. Climate* 20, 1419-1444
- Karl, T. and K. Trenberth. 2003: Modern global climate change. *Science* 302, 1719-1723.
- Lamb, H.H., 1982: Climate history and the modern world. Methuen. New York. 387 pp.
- Leith, C., 1973: The standard error of time averages. *J. Appl. Meteorol.* 12, 1066-1069.
- Leith, C. 1978: Predictability of Climate. *Nature* 276, 352 – 355.
- Lorentz, E. The Nature and the Theory of the General Circulation of the Atmosphere. WMO Nº 218. 1967.
- Macadam, I., A. J. Pitman, P. H. Whetton, and G. Abramowitz, 2010: Ranking climate models by performance using actual values and anomalies: Implications for climate change impact assessments, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L16704, doi:10.1029/2010GL043877.
- Marengo, J; Jones, R; Alves, L and Valverde, M. 2009: Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *Int. J. Climatol.* DOI: 10.1002/joc.1863.
- Mc Guffie, K and Henderson-Sellers, A.: Climate Modelling Premier. Wiley, 2005.



- Nohara, D. et al. 2006: Impact of Climate Change on River Discharge Projected By Multimodel Ensemble. *J. Hydrometeorol.* 7, 1076-1089.
- Peixoto, J. and A. Oort, The Physics of Climate. AIP, New York. 1992.
- Trenberth K. 1979: Some effects of finite sample size and persistence on meteorological statistics Part. I, Part. II. *Mon. Wea. Rev.* 112, 2369-2379.
- Trenberth, K., 1999: Conceptual framework for changes of extremes of the hydrological cycle with climate change. *Clim. Change* 42, 327-339.
- Trenberth, K., 2004: Manifestations of global climate change on accelerating the hydrological cycle: prospects for increases in extremes. Proceedings of the 2nd International CAHMDA Workshop on The Terrestrial Water Cycle: Modelling and Data Assimilation Across Catchment Scales, 37-39.
- Trenberth, K., J. Fasullo, and L. Smith, 2005: Trends and variability in column integrated atmospheric water vapor. *Climate Dyn.* 24, 741-758.
- Trenberth, K., L. Smith, T. Qian, A. Dai and J. Fasullo. 2007: Estimates of the global water budget and its annual cycle using observational and model data. *J. Hydrometeorol.* 8, 758-769.
- Warren, S.; R. Eastman and C. Hahn. 2007: A Survey of Changes in Cloud Cover and Cloud Types over Land from Surface Observations 1971-96. *J. Climate* 20, 717-738.
- Wentz FJ, Ricciardulli L, Hilburn K, Mears C. 2007: How much more rain will global warming bring? *Science* 317, 233-235.
- Willett K.M., Jones P.D., Thorne P.W. and Gillett N.P., 2010: A comparison of large scale changes in surface humidity over land in observations and CMIP3 general circulation models. *Environ. Res. Lett.*, 5, 025210, doi: 10.1088/1748-9326/5/2/025210.
- Wu, P., R. Wood, J. Ridley, and J. Lowe 2010: Temporary acceleration of the hydrological cycle in response to a CO2 rampdown. *Geophys. Res. Lett.*, 37, L12705, doi:10.1029/2010GL043730

Dra. Inés Camilloni

Dr. Vicente Barros