

**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
*Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos*

CARRERAS: Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera, Licenciatura en Oceanografía

CODIGO DE CARRERA: 20/23

CUATRIMESTRE Segundo

AÑO: 2015

MATERIA: CAMBIO CLIMÁTICO

CODIGO MATERIA: 9171

PLAN DE ESTUDIO:

CARACTER DE LA MATERIA: Optativa

DURACION: Cuatrimestral

HORAS DE CLASE SEMANAL: Teóricas: 4

Seminarios: 2

Problemas: --

Teórico-Problemas: 2

Laboratorio: 2

TOTAL DE HORAS SEMANALES: 10

CARGA HORARIA TOTAL: 160 horas

ASIGNATURAS CORRELATIVAS: Climatología

FORMA DE EVALUACIÓN:

Evaluación teórico-práctica periódica y evaluación final presencial, individual y escrita.

PROGRAMA ANALITICO:

**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.

BIBLIOGRAFIA::

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.

Archer, C. L., and K. Caldeira, 2008: Historical trends in the jet streams, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L08803, doi:10.1029/2008GL033614.

Barros V. Apuntes del curso internacional de variabilidad climática. 1989.

Burroughs, W. *Climate Change: A Multidisciplinary Approach.* Cambridge Univ. Press. 2001.

Dai, A., T. Qian, K. E. Trenberth, and J. D. Milliman, 2009: Changes in continental freshwater discharge from 1948-2004. *J. Climate*, 22, 2773-2791

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.

Donat, M. G., et al., 2013: Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 2098–2118, doi:10.1002/jgrd.50150

Groisman, P. et al. 2005. Trends in Intense Precipitation in the Climate Record. *J. Climate* 18, 1326-1350.

Guo, H., M. Xu and Q. Hub, 2010: Changes in near-surface wind speed in China: 1969–2005. *Int. J. Climatol.* DOI: 10.1002/joc.2091

Hansen, J., R. Ruedy, M. Sato, and K. Lo 2010: Global surface temperature change, *Rev. Geophys.*, 48, RG4004, doi:10.1029/2010RG000345.

Hansen, J., M. Sato and R. Ruedy, 2012: Perception of climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 109, pp. E2415-E2423, 2012. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1205276109>

Hu, Y. Y., C. Zhou, and J. P. Liu, 2011: Observational evidence for the poleward expansion of the Hadley circulation. *Adv. Atmos. Sci.*, 28(1), 33–44, doi: 10.1007/s00376-010-0032-1.

Jones, J. M., R. L. Fogt, M. Widmann, G. J. Marshall, P. D. Jones, and M. Visbeck, 2009: Historical SAM Variability. Part I: Century length seasonal reconstructions. *J. Climate* 22, 5319-5345.

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.*, 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 2013: The Scientific Basis*. Disponible en [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

IPCC. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Disponible en [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

Jones, R.; 1975: Estimating the variance of time averages. *J.Appl.Meteorol.* 14, 157-163.

Jung, M., et al., 2010: Recent decline in the global land evapotranspiration trend due to limited moisture supply. *Nature*, 41 467, 951-954.

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.

K-K Tung and J.Zhou, 2013: Using data to attribute episodes of warming and cooling in instrumental records. *PNAS* 110, 2058-2063.

Lamb, H.H., 1982: *Climate history and the modern world*. Methuen. New York. 387 pp.

Lee, T., and M. J. McPhaden, 2010: Increasing intensity of El Niño in the

central-equatorial Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L14603,

doi:10.1029/2010GL044007.

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 N° 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; Alvesa, 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.

Matthews, J.L., Mannshardt, E. and P. Gremaud, 2013: Uncertainty quantification for climate observations, *BAMS* 94, ES21-ES25.

Mc Guffie, K and Henderson-Sellers, A.: Climate Modelling Premier. Wiley, 2005.

Muller, R. A., J. Curry, D. Groom, R. Jacobsen, S. Perlmutter, R. Rohde, A. Rosenfeld, C. Wickham, and J. Wurtele, 2013: Decadal variations in the global atmospheric land temperatures, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 5280–5286, doi:10.1002/jgrd.50458.

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.

Polvani, L.M.; D.W. Waugh, G.J.P. Correa and S.-W. Son, 2011: Stratospheric ozone depletion: the main driver of 20th Century atmospheric circulation changes in the Southern Hemisphere, *J. Climate*, 24, 795-812.

Pryor, S. C., R. J. Barthelmie, D. T. Young, E. S. Takle, R. W. Arritt, D. Flory, W. J. Gutowski Jr., A. Nunes, and J. Roads, 2009: Wind speed trends over the contiguous United States, *J. Geophys. Res.*, 114, D14105, doi:10.1029/2008JD011416.

Rohde R, Muller RA, Jacobsen R, Muller E, Perlmutter S, et al. 2013: A new estimate of the average Earth surface land temperature spanning 1753 to 2011. *Geoinfor Geostat: An Overview* 1:1.

Sheffield, J. et al. , 2012: Little change in global drought over the past 60 years. *Nature* 491, 435-438 doi:10.1038/nature11575

Trenberth K. 1979: Some effects of finite sample size end 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.

Vautard, R., Cattiaux, J., Yiou, P., Thépaut, J.-N. & Ciais, P., 2010: Northern Hemisphere atmospheric stilling partly attributed to an increase in surface roughness. *Nature Geosci.* doi:10.1038/NGEO979

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., P. D. Jones, N. P. Gillett, and P. W. Thorne, 2008: Recent Changes in Surface Humidity: Development of the HadCRUH Dataset. *J. Climate*, 21, 5364-5383.

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 CO<sub>2</sub> rampdown. *Geophys. Res. Lett.*, 37, L12705, doi:10.1029/2010GL043730