



**FACULTAD DE CIENCIAS
NATURALES
UNPSJB**

Curso de Posgrado:

“Sistema Climático”

Docentes responsables:

Dr. Oscar A. Frumento
(UNPSJB, CONICET-CENPAT-CESIMAR)

Dra. Natalia Pessacq
(UNPSJB – CONICET-CENPAT-IPEEC)

Objetivos

El objetivo de esta asignatura es lograr que los alumnos adquieran la capacidad para comprender las interacciones que ocurren dentro del Sistema Climático Terrestre, a partir del conocimiento fundado del estado del clima pasado y presente, sus

variaciones naturales y los cambios inducidos por el hombre. Además, se propone brindar información sobre los métodos actuales de medición, procesamiento y análisis de datos climáticos y sobre las principales bases de datos disponibles.

Contenidos mínimos:

Sistema climático. Observaciones y modelado del clima. Fundamentos físicos del clima. Formación de nubes y precipitación. Circulación planetaria. La influencia de la escala planetaria en el clima. Circulaciones regionales y locales. Interacción mar-atmósfera y variabilidad climática. Reconstrucción del clima pasado. Tendencias climáticas correspondientes a la era instrumental. Agentes naturales y antrópicos responsables del cambio climático. Clasificaciones climáticas. Adaptación y mitigación al cambio climático. Aspectos políticos y sociales del cambio climático.

Descripción:

A lo largo de la historia el clima de la tierra ha estado variando reflejando las complejas interacciones y dependencias entre los sistemas solar, oceánico, terrestre, atmosférico y aquellas componentes ecológicas que forman el sistema planetario terrestre. Durante el último millón de años, el planeta ha experimentado ciclos de aproximadamente 10000 años de

enfriamientos y calentamientos. En el transcurso de cada ciclo, las temperaturas medias globales se incrementaron y se redujeron en el orden de los 5°C causando eras de glaciaciones y calentamientos alternativos. Estos cambios han estado asociados principalmente a los cambios regulares de la órbita terrestre que alteran la intensidad de la energía solar que recibe el planeta. El clima terrestre ha estado además influenciado por cambios en la circulación oceánica con motivo de los movimientos tectónicos. También, cambios abruptos del clima han estado asociados a procesos naturales como masivas erupciones volcánicas y desvíos de corrientes oceánicas. Las especies y ecosistemas se han ido adaptando y persistiendo a los cambios experimentados por el clima

Mientras el clima global ha estado relativamente estable durante los últimos 10000 años, la expansión de la civilización humana, patrones regionales climáticos han influenciado la historia de la humanidad de manera profunda jugando un rol preponderante en el éxito o el fracaso del desarrollo de la sociedad. También se conoce el efecto opuesto: las actividades humanas, uso de combustibles fósiles, la deforestación de grandes áreas, por ejemplo, han tenido y tienen una profunda influencia en el clima de la tierra. En el quinto documento del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013) se establece con una seguridad del 95 por ciento que la actividad humana es la causa dominante del

calentamiento observado desde mediados del siglo XX. En el informe se confirma que el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y que muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios: la atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado. Cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la Tierra que cualquier decenio anterior desde 1850.

El curso describe los principios y conceptos fundamentales asociados al calentamiento global y a la ocurrencia de eventos extremos climáticos y de tiempo de tal manera que se pueda comprender como ha sido y es en la actualidad el funcionamiento del sistema climático. Los participantes adquieren tanto el conocimiento como las herramientas necesarios para analizar los potenciales impactos del cambio climático y el calentamiento global en los ecosistemas.

Programa analítico:

Primer módulo: *La ciencia del clima en la actualidad*

Definición de clima. Clima y sociedad. El sistema climático. Interacciones de los

subsistemas: ciclos biogeoclimáticos. El paradigma del clima.

Segundo módulo: *Monitoreo del sistema climático terrestre*

Escalas especiales del clima. Variabilidad climática y cambio climático. Observaciones en el sistema climático. Cooperación internacional en el estudio y la comprensión del sistema climático. Modelando el sistema climático terrestre.

Tercer módulo: *Balance de energía del sistema climático terrestre*

Formas de la radiación electromagnética. Leyes de la radiación. Radiación solar entrante. La atmósfera y la radiación solar. Capa protectora de ozono estratosférico. La superficie terrestre y la radiación solar. Balance de radiación solar global. Radiación de onda larga saliente. Equilibrio radiativo global y cambio climático.

Cuarto módulo: *Respuesta térmica del sistema climático*

Diferencias entre la temperatura y el calor. Procesos de transferencia de calor. Respuesta térmica y calor específico. Balance de calor: la atmósfera *versus* la superficie terrestre. Balance de calor: los trópicos *versus* las latitudes medias y altas. Control de la temperatura del aire.

Quinto módulo: *El agua en el sistema climático terrestre*

El ciclo global del agua. El vapor de agua en la atmósfera. Monitoreo del vapor de agua. Saturación del aire. Nubes. Precipitación. Mediciones de la precipitación.

Sexto módulo: *Circulación global atmosférica*

El viento: fuerzas. El viento: fuerzas conjuntas. Continuidad del viento. Como se mide el viento. Escalas de la circulación atmosférica. Circulación planetaria. El clima y las variaciones estacionales. Los oestes de latitudes medias. Circulación oceánica debida al viento.

Séptimo módulo: *Circulación atmosférica y climas regionales*

Frentes. Ciclones extratropicales. Anticiclones. Clima monzónico. Sistemas de circulación regional y local. Clima de Sudamérica, de Argentina, de la Patagonia.

Octavo módulo: *Clima e interacción mar-atmósfera*

Interacción mar-atmósfera. Estado medio de la circulación oceánica. El Niño, la Niña y la Oscilación del Sur. Teleconexiones. Otros índices climáticos: la oscilación del Atlántico Norte; la oscilación Ártica; la oscilación Antártica; la oscilación *decádica* del Pacífico. Otros índices climáticos.

Noveno módulo: *Paleoclimas: registros del clima pasado*

Reconstrucción de climas pasados: ¿Por qué? y ¿Cómo? Fuentes de datos climáticos: *proxis*. Tiempo geológico y clima. El clima en el pleistoceno: edad de hielo. El clima en el holoceno. Clima del milenio más reciente.

Décimo módulo: *Registros climáticos de la era instrumental y climatología del tiempo severo*

Los patrones globales del clima. Tendencias de la temperatura media. Cambios en el ciclo del agua. Aprendizaje de los registros climáticos. Climatología del tiempo severo: tormentas, tornados, tormenta tropical, huracán.

Decimoprimer módulo: *Causas naturales del cambio climático*

Equilibrio radiativo global y cambio climático. Variabilidad solar y cambio climático. Órbita terrestre y cambio climático. Placas tectónicas y cambio climático. Vulcanismo y cambio climático. Composición atmosférica y cambio climático. Propiedades de la superficie terrestre y cambio climático.

Decimosegundo módulo: *Futuro y cambio climático antropogénico*

Actividades humanas y cambio climático. Forzante natural *versus* forzante antropogénico. El clima futuro. Impactos potenciales del cambio climático global. Acidificación oceánica.

Decimotercer módulo: *Clasificación climática*

Métodos de la clasificación climática. Clasificación de Koeppen. Respuesta de los ecosistemas al cambio climático. Otras clasificaciones climáticas.

Decimocuarto módulo: *Respuesta al cambio climático*

Mitigación. Adaptación. Geoingeniería del sistema climático. Arquitectura asociada al clima.

Decimoquinto módulo: *Cambio climático y políticas públicas*

El ejemplo del ozono estratosférico. Respuesta internacional al cambio climático global. Políticas del cambio climático. Cambio climático: perspectiva económica.

Bibliografía:

Libros:

Atmospheric science: An introductory survey; Wallace, J. M., & Hobbs, P. V., Elsevier Academic Press, 2006.

Earth's Climate: past and future; W.F. Ruddiman; Macmillan, 2001.

Essentials of meteorology: An invitation to the atmosphere. Ahrens, C. D.; Brooks/Cole, 2011.

Global Climatology and Ecodynamics: Anthropogenic Changes to Planet Earth; Arthur P. Cracknell, Vladimir F. Krapivin, Costas A. Varotsos; Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 2009.

Global Warming, The Complete Briefing; Sir John Houghton; Cambridge University Press, 2009.

Human Impacts on Weather and Climate; W. R. Cotton and R. A. Pielke; Cambridge University Press, 2007.

Observed Global Climate Editor; M. Hantel (Ed.) Landolt-Börnstein Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology New Series / Editor in Chief: W. Martienssen; Group V: Geophysics Volume 6-Springer-Verlag, 2005.

Principles of Planetary Climate; R. T. Pierrehumbert, Cambridge University Press, 2010.

The Blue Planet: An Introduction to Earth System Science; Skinner, B.J. and Porter, S.C., John Wiley, 1995.

The Global Climate System: Patterns, Processes and Teleconnections; H. A.

Bridgman and J. E. Oliver, Cambridge University Press, 2006.

Artículos:

A comparative analysis of projected impacts of climate change on river runoff from global and catchment-scale hydrological models; S. N. Gosling , R. G. Taylor , N. W. Arnell , and M. C. Todd; Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 279–294, 2011; doi:10.5194/hess-15-279-2011.

An Evaluation of Reproducibility of the Pacific Decadal Oscillation in the CMIP3 Simulations; Kazuhiro Oshima and Youichi Tanimoto; Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 87, No. 4, pp. 755–770, 2009. DOI:10.2151/jmsj.87.755

A permafrost warming in a cooling Antarctica? Mauro Guglielmin & Nicoletta Cannone; Climatic Change; DOI 10.1007/s10584-011-0137-2.

Atmospheric Warming and the Amplification of Precipitation Extremes; Richard P. Allan, et al. Science 321, 1481-1484 (2008); DOI: 10.1126/science.1160787.

Changes in severe thunderstorm environment frequency during the 21st century caused by anthropogenically enhanced global radiative forcing; Robert J. Trapp, Noah S. Diffenbaugh, Harold E. Brooks, Michael E. Baldwin, Eric D. Robinson, and Jeremy S. Pal; PNAS December 11, 2007, vol. 104 no. 50 19719–19723.

CMIP3 projected changes in the annual cycle of the South American Monsoon; Anji Seth, Maisa Rojas and Sara A. Rauscher; Climatic Change (2010) 98:331–357, DOI 10.1007/s10584-009-9736-6.

Drought under global warming: a review; Aiguo Dai; Clim Change 2011 2 45–65 DOI: 10.1002/wcc.81.

Effects of Mount Pinatubo volcanic eruption on the hydrological cycle as an analog of geoengineering; Kevin E. Trenberth and Aiguo Dai; Geophysical Research Letters, Vol. 34, L15702, doi:10.1029/2007GL030524, 2007.

Estimating Dynamics of CO2 Flux in Agro-Ecosystems based on Synergy of Remote Sensing and Process Modeling —A Methodological Study; Yoshio Inoue And Albert Olioso, Global Environmental Change in the Ocean and on Land, Eds., M. Shiyomi et al., pp. 375–390. © by TERRAPUB, 2004.

Global and regional climate changes due to black carbon; V. Ramanathan and G. Carmichael | ADVANCE ONLINE PUBLICATION
www.nature.com/naturegeoscience#
© 2008 Nature Publishing Group 221-227.

Gross CO2 fluxes from land-use change: implications for reducing global

emissions and increasing sinks; Daniel deB Richter Jr & RA Houghton; Carbon Management (2011) 2(1), 41–47.

Response of global lightning activity to air temperature variation; Ma Ming, Tao Shanchang, Zhu Baoyou, Lü Weitao & Tan Yongbo; University of Science, Chinese Science Bulletin 2005 Vol. 50 No. 22, 2640-2644.

Separating the Dynamical Effects of Climate Change and Ozone Depletion. Part I: Southern Hemisphere stratosphere; Charles McLandress, Andreas I. Jonsson, David a. Plummer, M. Catherine, John F. Scinocca and Theodore G. Shepherd; Journal of Climate 23, 5002 -5020.

Supporting Online Material for Atmospheric Warming and the Amplification of Precipitation Extremes; Richard P. Allan and Brian J. Soden; August 2008 on Science Express; DOI: 10.1126/science.1160787.

The impact of global warming on the Southern Oscillation Index; Scott B. Power and Greg Kociuba; Clim Dyn, DOI 10.1007/s00382-010-0951-7.

Requisitos del cursado:

Alumnos de grado y posgrado de Ciencias Biológicas y carreras afines.

Modalidad del dictado:

Carga horaria total: 100 horas.

Teorico práctica	
Presencial	No-presen.
100 %	-

Modalidad de evaluación y requisitos de aprobación:

Se requerirá a los efectos de la aprobación del Curso al menos el 80% de asistencia.

Como evaluación final, cada estudiante de posgrado elaborará en forma individual un trabajo monográfico relacionado con los artículos más relevantes que se presentan a lo largo del curso y que se indican en la bibliografía.

Numero de vacantes:

20 alumnos.

Frecuencia de dictado:

Anual.

Matrícula:

A establecer cada vez que se ofrezca.