

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS ASTRONÓMICAS Y GEOFÍSICAS



Prof. Eduardo Agosta Scarel

Docentes Auxiliares propuestos:
Lic. Alfredo Costa, Lic. Marisol Osman

CARRERA: Pos-Grado y Doctorado (Lic. en Meteorología y Ciencias de la Atmósfera)

SEMESTRE: Primero

AÑO: 2017

TÍTULO DE LA MATERIA: Circulación General de la Atmósfera

CARÁCTER DE LA MATERIA: Optativa de Pos grado y de Doctorado (en la Licenciatura es Optativa de grado).

DURACIÓN: SEMESTRAL

HORAS SEMANALES DE CLASE: Teóricas: 3 horas
Prácticas: 3 horas

Total de horas semanales: 6

CARGA HORARIA TOTAL: 96 horas

CONDICIONES DE INGRESO: 1) Licenciados en Meteorología, Ciencias de la Atmósfera.
2) Graduados en carreras afines.

FORMA DE EVALUACIÓN: 1) Examen final con aprobación de Trabajos Prácticos.

OBJETIVOS DE LA MATERIA:

El curso de posgrado tiene como fin que los alumnos obtengan conocimiento de los patrones del clima de la Tierra en la escala global, y comprensión del funcionamiento del sistema climático a través de los balances de energía, cantidad de movimiento y agua. En otras palabras, que conozcan cómo realmente se comporta la atmósfera global y porqué lo hace de esa manera.

A los alumnos de disciplinas afines a Ciencias de la Atmósfera y de los Océanos, tales como Geofísicos, entre otros, el curso ofrece la primera unidad (Unidad Cero) a fin de que alcancen un nivel similar al que poseen los de las disciplinas de Ciencias de la Atmósfera y de los Océanos, para hacer frente a los conocimientos que adquirirán en este curso. Asimismo, los alumnos que sin necesitarlo deseen cursar esta parte del programa podrán repasar y rever conceptos de la meteorología dinámica aplicados a particularmente a comprender la dinámica climática. Estos conceptos igualmente se retomarán en diversas oportunidades a través del programa.

PROGRAMA ANALÍTICO:

0. LAS REGLAS DE JUEGO.

Principios fundamentales de conservación en la atmósfera: de la masa (aire seco), de la humedad, de momento en una esfera rotante, del momento angular, de la energía cinética y potencial, de la energía total. Transporte y disipación de energía por movimiento de pequeña escala. Energía termodinámica, entalpía verticalmente integrada. Energías estáticas, entropía. Ecuaciones primitivas, vorticidad y vorticidad potencial. El sistema cuasi-geostrófico. Ecuaciones de aguas-poco-profundas.



1. **OBSERVACION DE LA CIRCULACIÓN GLOBAL DE LA ATMÓSFERA.** Promedios espacio-temporales de la atmósfera. Red de observación global. Sistemas de análisis y pronóstico de la atmósfera. Forzantes de la circulación general atmosférica: Balance de radiación global en la tropósfera: Calentamiento troposférico observado. Distribución global y vertical de la temperatura media. Distribución global y vertical de la circulación general en la tropósfera
2. **CIRCULACIÓN DEL OCÉANO: OBSERVACIÓN Y TEORÍAS.** Forzantes de la circulación general del océano: El campo de viento, flujos de flotabilidad (buoyancy). Corrientes en la capa superior del océano. Dinámica de la capa de Ekman: la solución general, efecto de la estratificación efecto del fondo, vientos transientes. Divergencia en la capa de Ekman, bomba de Ekman (Ekman pumping) Circulación en latitudes medias. Balance de Sverdrup. Los giros subtropicales del Atlántico Norte y Sur y la circulación termohalina.
3. **CIRCULACIÓN MERIDIONAL MEDIA DE LA ATMÓSFERA.** Base observacional. El modelo de Held-Hou de la circulación de Hadley. Modelos más realistas de la circulación de Hadley. Circulación media zonal en latitudes medias. Descomposición de los movimientos atmosféricos: perturbaciones estacionarias y transientes.
4. **ONDAS ESTACIONARIAS EN LA ATMÓSFERA.** Ondas estacionarias en el Hemisferio Norte: estructura meridional, ondas estacionarias del invierno y del verano. Ondas estacionarias en el Hemisferio Sur: estadísticas medias zonales, estructura tridimensional, variación anual. Discusión de los mecanismos asociados a las ondas estacionarias en ambos Hemisferios: forzantes orográficos y térmicos. Modelo barotrópico en un canal plano beta: propagación zonal de ondas de Rossby. Modelo barotrópico en una esfera: propagación meridional de ondas de Rossby. Teoría del rayo de onda. Propagación vertical de ondas de Rossby. Flujos de Plumb, y expansión de Takaya y Nakamura
5. **PERTURBACIONES TRANSIENTES ATMOSFÉRICAS.** Escalas de tiempo de los movimientos atmosféricos. Taxonomía de las perturbaciones transientes. La estructura de las perturbaciones transientes. Ciclo de vida de las perturbaciones: inestabilidad baroclínica. Modos principales de variabilidad de la circulación troposférica: Modo Anular del Sur (MAS), Patrones Pacífico-Sudamérica 1 y 2 (PSA1 y PSA2).
6. **BALANCES DE ENERGIA EN LA ATMÓSFERA Y EL OCÉANO.** Balance de energía en la atmósfera: distribución espacial de la energía y conversiones de energía. Balance global de energía en el océano: energía potencial disponible y energía cinética. Distribución global de energía cinética.
7. **ASPECTOS TRIDIMENSIONALES DE LA CIRCULACIÓN GLOBAL ATMOSFÉRICA.** Variaciones zonales en los trópicos. Circulaciones monzónicas. El transporte global del vapor de agua.
8. **VARIABILIDAD DE BAJA FRECUENCIA DE LA CIRCULACIÓN.** Perturbaciones transientes de baja frecuencia. Patrones de teleconexión. Discusión sobre diferentes metodologías: Análisis de correlación, análisis de componentes principales, funciones ortogonales empíricas. Los trópicos y la excitación de ondas de Rossby de baja frecuencia. Teoría y observaciones de las siguientes oscilaciones de baja frecuencia con énfasis en el sistema acoplado mar-atmósfera: Oscilación semianual en el Hemisferio Sur, Oscilación de 30-60 días (Madden-Julian), El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), onda circumpolar antártica (AAO), oscilación interdecadal del Pacífico (PDO), variaciones interanuales del Atlántico tropical (TSA).

9. **ESTRATOSFERA.** Ciclo estacional de la circulación estratosférica. Balance radiativo. Circulación de Brewer-Dobson. Propagación, frenado y ruptura de ondas; interacciones con el flujo medio. Producción y transporte de ozono. Intercambio de materia a través de la tropopausa.

PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

- I. Análisis estadísticos de series temporales de índices típicos de la atmósfera y el océano (ENOS, MAS, AAO, PDO, TSA, etc.).
- II. Estudio de ciclos, tendencias y cambios en las características de las series.
- III. Aplicaciones de metodologías comúnmente utilizadas para el análisis espacio-temporal multivariado campos atmosféricos y oceánicos (ACP, EOF).
- IV. Experimentos diseñados para comprender procesos hemisféricos y globales de la circulación troposférica mediante el uso del modelo de Circulación General de la Atmósfera (GCM) de complejidad intermedia PlaSim (Planet Simulator), de código libre, distribuido por el Instituto de Meteorología de la Universidad de Hamburgo, Alemania. El modelo permite correr simulaciones del clima presente en PC mediana y en un tiempo de procesamiento aceptable. PlaSim consiste de un núcleo dinámico de la atmósfera y una serie de parametrizaciones de procesos subgrilla y representación de otros subsistemas climáticos (un modelo de capa de mezcla para el océano y un modelo termodinámico para el hielo marino)
- V. Discusión y exposición de resultados y comparación con otras publicaciones relacionadas a los temas abordados.
- VI. Trabajo monográfico que integra los contenidos de los trabajos prácticos realizados, su presentación y discusión grupal.

MODALIDAD DE DICTADO

La materia está organizada en 1 clase semanal de 6 horas, durante 16 semanas. Las clases se desarrollarán de forma teórico-práctica. La parte teórica se desarrollará con material didáctico audiovisual, utilizando un proyector y pizarrón a fin de emplear una metodología deductiva que permita obtener las conclusiones a través de la permanente interacción con los alumnos. Los docentes pondrán a disposición de los alumnos las presentaciones expuestas y todo material utilizado en las clases, así como los trabajos prácticos y todo material adicional que consideren necesario (plataforma SIU Guaraní).

La parte práctica consistirá en la resolución de los ejercicios propuestos como Trabajos Prácticos conforme se avanza en el conocimiento teórico de las Unidades. Se emplearán campos observados de presión, vientos, temperatura, precipitación, vapor de agua, entre otras variables, provistas por los reanálisis atmosféricos globales disponibles (NCERP-NCAR R1 y R2, ERA-Interim, C20, MERRA, entre otros), y de índices atmosféricos y oceánicos. Se propone que la ejercitación práctica en el aula se desarrolle principalmente en forma grupal, trabajando en la resolución de los ejercicios y problemas específicos del área de Circulación General de la Atmósfera. Además, se propondrá la lectura y discusión en clase de trabajos científicos específicos por parte de cada alumno a modo de seminario práctico. Los temas específicos se acordarán de antemano según interés de los alumnos y en consulta con el docente.



RECURSOS

Para la realización de los ejercicios de los trabajos prácticos y de las distintas situaciones problemáticas, los alumnos tendrán a su disposición:

- Base de datos de información proveniente de estaciones meteorológicas (Servicio Meteorológico Nacional) y bases de datos globales de información de variables atmosféricas y Oceánicas climática, disponibles en forma gratuita a través de Internet.
- Herramientas de Análisis Climáticos online, con soporte web.
- Computadoras de la Sala Informatizada de la FCAG UNLP con recursos informáticos de análisis y visualización de la información.
- Material bibliográfico necesario para la aprobación de la materia (libros, trabajos científicos).
- Otros datos provistos por los alumnos según interés.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Para la aprobación de la materia, los alumnos deberán demostrar que conocen los conocimientos teóricos brindados en el transcurso de la materia, que conocen las estructuras que componen la circulación general de la atmósfera, que pueden resolver situaciones problemáticas en relación a la Circulación Global de la Atmósfera y su impacto en la variabilidad climática de la región del cono sur de Sudamérica, a través del análisis, e interpretación de la observación climática como de las salidas de modelo.

Para ello se tendrá en cuenta:

- El desempeño de los alumnos durante el trabajo práctico y su discusión en clase.
- La aprobación del trabajo monográfico de los Trabajos Prácticos, además de la presentación en tiempo y forma y discusión oral de trabajos científicos sobre temas específicos, definidos entre el alumno y el docente. La aprobación de un examen integrador escrito de los trabajos prácticos.
- La aprobación de un examen final. La evaluación del examen final será con fecha posterior a la finalización de la materia.

BIBLIOGRAFÍA:

- Andrews, D.G., J.R. Holton, and C.B. Leovy, 1987: Middle Atmosphere Dynamics. Academic Press, 489 pp.
- Berger, A. (1981): *Climatic Variations and Variability: Facts and Theories*. Redil Publishing Company, pp.795.
- Burroughs, W.J. (1992): *Weather Cycles: Real or Imaginary?* Cambridge University Press, pp. 201.
- Burroughs, W.J. (1997): *Dose the Weather really matter? The social implications of climate change*. Cambridge University Press, pp. 230.
- Díaz, H.F. and V. Markgraf (2000): *El Niño and the Southern Oscillation. Multiscale variability and global and regional impacts*. Cambridge University Press, pp. 496.
- Hartmann, D. L. (2015). Global physical climatology (Vol. 103). Newnes.
- Plumb, R. A. (1985). On the three-dimensional propagation of stationary waves. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 42(3), 217-229
- Randall, D. (2015). *An Introduction to the Global Circulation of the Atmosphere*. Princeton University Press.
- Satoh, M. (2013). *Atmospheric circulation dynamics and general circulation models*. Springer Science & Business Media.



Salby, M. L. (2012). *Physics of the Atmosphere and Climate*. Cambridge University Press.

Takaya, Koutarou, Hisashi Nakamura, 2001: A Formulation of a Phase-Independent Wave-Activity Flux for Stationary and Migratory Quasigeostrophic Eddies on a Zonally Varying Basic Flow. *J. Atmos. Sci.*, 58, 608-627.

Trenberth, K. E., 1986. An assessment of the impact of transient eddies on the zonal flow during a blocking episode using localized Eliassen-Palm flux diagnosis. *J. Atmos. Sci.*, vol. 43, pp. 2070-2087.

Vallis, G. K. (2006). *Atmospheric and oceanic fluid dynamics: fundamentals and large-scale circulation*. Cambridge University Press. 773 pp.

Von Storch, H. and Navarra, A. (1995): *Analysis and Climate Variability*. Springer Verlag, pp.334.

Wallace, J. and P. Hobbs (2006): *Atmospheric Science, Second Edition: An Introductory Survey (International Geophysics)*. Elsevier Inc. pp 621.

Wilks, D. S.: *Statistical methods in the Atmospheric Sciences*. International Geophysics series. Vol 72, Academic Press, 2006

Separatas en PDF de diversas publicaciones científicas.

Firma Profesor

EDUARDO AGOSTA SCAREL

Aclaración