



## **Resolución Consejo Directivo**

**Número:**

**Referencia:** EX-2023-02007399- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión  
08/05/2023

---

**VISTO:**

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado Procesos Atmosféricos y Oceánicos de Gran Escala para el año 2023,

**CONSIDERANDO:**

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 8 de mayo de 2023,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

## **R E S U E L V E:**

**ARTÍCULO 1º:** Aprobar el nuevo curso de posgrado **Procesos Atmosféricos y Oceánicos de Gran Escala** de 160 horas de duración, que será dictado por los Dres. Claudio Menéndez y Alberto Piola con la colaboración de los Dres. Daniela Risaro y Leandro Díaz.

**ARTÍCULO 2º:** Aprobar el programa del curso de posgrado **Procesos Atmosféricos y Oceánicos de Gran Escala** que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en el segundo cuatrimestre de 2023.

**ARTÍCULO 3º:** Aprobar un puntaje máximo de cinco (5) puntos para la Carrera del Doctorado.

**ARTÍCULO 4º:** Establecer un arancel de **CATEGORÍA 4** estableciendo que dicho arancel estará sujeto a los descuentos y exenciones estipulados mediante la Resolución CD N° 1072/19. Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

**ARTÍCULO 5º:** Disponer que, de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

**ARTÍCULO 6º:** Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Dirección de Movimiento de Fondos, a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase a ATMOSFERA#FCEN y resérvese.

## **ANEXO**

### **PROGRAMA:**

#### **Propósitos:**

- Proveer a los estudiantes elementos teóricos para comprender los procesos físicos que controlan el comportamiento en gran escala de la atmósfera y del océano
- Promover el análisis crítico de resultados obtenidos en simulaciones numéricas idealizadas de la circulación de la atmósfera y del océano realizadas por los alumnos empleando modelos simples
- Generar experiencias de trabajo en grupo
- Fomentar la discusión científica y el análisis crítico

#### **Objetivos:**

- Conocer las características de la circulación general de la atmósfera y el océano, así como los procesos que las determinan
- Adquirir herramientas computacionales para ejecutar modelos numéricos y para realizar diferentes tipos de diagnósticos
- Analizar las variaciones de la circulación general de la atmósfera y el océano en simulaciones numéricas simples en respuesta a distintos forzantes

#### **Contenidos**

1. OBSERVACION DE LA CIRCULACION GLOBAL DE LA ATMOSFERA  
Promedios 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 atmósfera: Calentamiento atmosférico observado. Distribución global y vertical de la temperatura media. Distribución global y vertical de la circulación general.

2. CIRCULACION DEL OCEANO: OBSERVACION Y TEORIAS 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. La teoría clásica de Stommel. Los giros subtropicales del Atlántico Norte y Sur y la circulación termohalina.

3. CIRCULACION MERIDIONAL MEDIA DE LA ATMOSFERA 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. CORRIENTE CIRCUMPOLAR ANTARTICA El problema del balance de cantidad de movimiento zonal en un canal zonal. El modelo conceptual de Stommel. Papel de la fricción lateral turbulenta y de la topografía, modelo de Gill y Bryan. Fuerza de arrastre de fondo. Modelos cuasi-geostróficos. El papel de los eddies en la disipación de cantidad de movimiento zonal, inestabilidad baroclínica y flujo meridional de calor eddy. La hipótesis de Warren.

5. CORRIENTE DE MALVINAS El problema del transporte de la Corriente de Malvinas. Teoría y observaciones. El efecto del viento y las variaciones de transporte de la Corriente Circumpolar Antártica. Confluencia Brasil/Malvinas.

6. CIRCULACION TERMOHALINA Circulación media meridional y el efecto del viento en altas latitudes del hemisferio sur.

7. ONDAS ESTACIONARIAS EN LA ATMOSFERA 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 orográfico y térmico. 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.

8. PERTURBACIONES TRANSIENTES ATMOSFERICAS Escalas de tiempo de los movimientos atmosféricos. La estructura de las perturbaciones transientes. Ciclo de vida de las perturbaciones: inestabilidad baroclínica

9. BALANCES DE ENERGIA EN LA ATMOSFERA Y EL OCEANO 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.

10. ASPECTOS TRIDIMENSIONALES DE LA CIRCULACION GLOBAL ATMOSFERICA Variaciones zonales en los trópicos. Circulaciones monzónicas. El transporte global del vapor de agua.

11. VARIABILIDAD DE BAJA FRECUENCIA DE LA CIRCULACION Perturbaciones transientes de baja frecuencia. Patrones de teleconexión. Discusión sobre diferentes metodologías: Análisis de correlación, análisis de funciones ortogonales empíricas. Los trópicos y la excitación de ondas de Rossby de baja frecuencia. Teoría y observaciones de las diferentes oscilaciones de baja frecuencia con énfasis en el sistema acoplado mar-atmósfera: Oscilación de 30-60 días (Madden-Julian), El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), Modo Anular Antártico, Oscilación del Atlántico Norte, variaciones interanuales del Atlántico tropical

## **Bibliografía**

Emanuel, K. 2020: The Relevance of Theory for Contemporary Research in Atmospheres, Oceans, and Climate. *AGU Advances*, 1, e2019AV000129. <https://doi.org/10.1029/2019AV000129>.

Frierson, D., Hwang, Y.T., Fučkar, N. et al., 2013: Contribution of ocean overturning circulation to tropical rainfall peak in the Northern Hemisphere. *Nature Geosci* **6**, 940–944. <https://doi.org/10.1038/ngeo1987>

Hoskins, B. J. y R. P. Pearce, 1983: Large-Scale Dynamical Processes in the Atmosphere. Academic Press  
IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, doi:10.1017/9781009157896.

James, I. N., 1994: Introduction to Circulating Atmospheres. Cambridge Atmospheric and Space Science Series.

Trenberth, K. E., 1992: Climate System Modelling. Cambridge University Press.

Li X et al, 2015: A Rossby Wave Bridge from the Tropical Atlantic to West Antarctica. *Journal of Climate*, 28, 2256-2273.

Li Y. et al., 2019: Equatorial Windows and Barriers for Stationary Rossby Wave Propagation. *Journal of Climate* 32, 18; 10.1175/JCLI-D-18-0722.1

Lorenz, E. N., 1967: The Nature and Theory of the General Circulation of the Atmosphere. World Meteorological Organization.

Pedlosky, 1996, *Ocean Circulation Theory*, Springer-Verlag.

Peixoto, José, y Abraham H. Oort, 1992: *Physics of Climate*. American Institute of Physics.

Huang, R.X., 2009, *Ocean Circulation, Wind-Driven and Thermohaline Processes*, Cambridge University Press, 806pp.

Oort, Anderson y Peixoto, 1994, Estimates of the energy cycle of the oceans, *Jour. Geophys. Res.*, 99, 7665-7688.

Wallace J.M. and Hobbs P.V., 2006: *Atmospheric Science*. 2nd edition. Academic Press.

Wang C., 2018: A review of ENSO theories. *National Science Review*. doi: 10.1093/nsr/nwy104.

Wheeler et al., 2000: Large-Scale Dynamical Fields Associated with Convectively Coupled Equatorial Waves. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 57, 613-640.

Wunsch, C. y R. Ferrari, 2004, Vertical mixing, energy and the general circulation of the oceans, *Annu. Rev. Fluid Mech.*, 36, 281-314.

Yang H, Lohmann G, Shi X, Müller J., 2023: Evaluating the Mechanism of Tropical

Expansion Using Idealized Numerical Experiments. *Ocean-Land-Atmos. Res.* 2023;2:Article 0004.  
<https://doi.org/10.34133/olar.0004>

Zanin P., Satyamurty P., 2020: Hydrological processes interconnecting the two largest watersheds of South America from multi-decadal to inter-annual time scales: A critical review. *Int J Climatol.* 40,4006–4038. DOI: 10.1002/joc.6442