

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

**CARRERA:** Licenciatura en Oceanografía

**CUATRIMESTRE:** Segundo

**AÑO:** 2014

**CÓDIGO DE CARRERA:** 23

**MATERIA:** Meteorología y Oceanografía Teórica

**CÓDIGO:** 9072

**PLAN DE ESTUDIO AÑO:** 1993

**CARÁCTER DE LA MATERIA:** De grado, obligatoria

**DURACIÓN:** cuatrimestral

**HORAS DE CLASE SEMANAL:** Teóricas: 6

Problemas y Laboratorio: 5

Total de horas: 11

**CARGA HORARIA TOTAL:** 128

**ASIGNATURAS CORRELATIVAS:** TP Física III, TP Oceanografía General

**FORMA DE EVALUACIÓN:** Examen final

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**1. Introducción, Objetivos y Aproximación, Datos**

Presentación del curso ¿Por qué estudiar la física de los océanos?

Objetivos. La aproximación conceptual. El rol de las observaciones en oceanografía. El error de muestreo. La selección de bases de datos. El diseño de experimentos de campo. Exactitud, precisión y linealidad. Sensibilidad a otras variables.

**2. El balance de radiación de la Tierra**

La energía del Sol. El Sol y su energía. La física de la transferencia radiativa de calor. La transferencia de radiación del Sol a la Tierra. La energía de la Tierra y la temperatura de la Tierra: El albedo de la Tierra; Temperatura efectiva; El efecto invernadero. El balance de calor en la Tierra.

**3. Convección**

Naturaleza de la convección. Inestabilidad. Convección en el agua. Flotabilidad. Estabilidad. Relaciones de energía

#### **4. La circulación general de la atmósfera**

Estructura meridional de la atmósfera. El balance de energía. La conservación del momento angular y la celda de Hadley. Celda Polar y celda de Ferrel. El efecto de los continentes y de la inclinación del eje de rotación terrestre. Los sistemas de viento en la atmósfera. La capa límite planetaria. El esfuerzo del viento.

#### **5. Leyes básicas de la física utilizadas en oceanografía y clasificación de fuerzas y movimientos en el océano**

Leyes básicas. Clasificación de fuerzas. Tipos de flujo en el océano.

#### **6. Ecuaciones básicas**

Derivadas Lagrangianas y derivadas Eulerianas. Ecuación de continuidad o de conservación de volumen. Caso de fluidos incompresibles. Notación vectorial. Operador gradiente. Determinación de la velocidad vertical a partir de la Ecuación de Continuidad. La ecuación de movimiento. Derivación de los términos de la ecuación de movimiento: El término del gradiente de presión; Transformación de ejes fijos en el espacio a ejes fijos sobre la Tierra rotante; Los términos no lineales. Sistemas de coordenadas.

La Tierra esférica y el Plano  $\beta$ . La aproximación de Boussinesq. Soluciones de la ecuación de movimiento y continuidad. Condiciones de contorno. Líneas de corriente, trayectorias y función corriente.

#### **7. El rol de los términos no lineales en la ecuación de movimiento**

Los términos no lineales en la ecuación de movimiento: El término de fricción para la velocidad instantánea; Ordenes de magnitud y el número de Reynolds; Las tensiones de Reynolds. Ecuaciones para el movimiento medio o promedio. Las tensiones de Reynolds y la viscosidad eddy. La mezcla en el océano: Mezcla vertical promedio; La mezcla vertical observada; La mezcla horizontal observada. Estabilidad: Estabilidad estática y la frecuencia de estabilidad; La estabilidad dinámica y el número de Richardson; Doble difusión y salt fingers

#### **8. Análisis de escalas de las ecuaciones de movimiento**

Análisis de los diferentes términos escalas de las ecuaciones de movimiento. Equilibrios fundamentales para grandes escalas.

#### **9. Corrientes geostróficas y ecuación del viento térmico**

El equilibrio hidrostático. Las ecuaciones geostróficas. Flujo barotrópico y baroclínico. Las corrientes geostróficas medias a partir de datos de altimetría. La topografía del océano. Las corrientes geostróficas calculadas de datos hidrográficos: Superficies geopotenciales dentro del océano; Ecuaciones para las corrientes geostróficas dentro del océano. Limitaciones de las ecuaciones geostróficas. Frentes: Ecuación de Margules. Teorema de Taylor-Proudman.

#### **10. La respuesta de la capa superior del océano a los vientos**

Movimiento inercial. La capa de Ekman en la superficie del mar: Los argumentos cuantitativos de Nansen; Las ecuaciones de movimiento con fricción; La solución de Ekman; Valores de las constantes de Ekman; La profundidad de la capa de Ekman; La capa de Ekman de fondo. Análisis de los supuestos de Ekman. Observaciones del flujo cerca de la superficie. El transporte de Ekman. Aplicaciones de la Teoría de Ekman: Upwelling en las costas; El bombeo de Ekman.

#### **11. La circulación oceánica forzada por el viento**

Los grandes giros anticiclónicos: Teoría de Sverdrup de la circulación oceánica. Las Corrientes de Contorno Oeste: la teoría de Stommel. La solución de Munk. La circulación observada en el Atlántico: La circulación en el Atlántico Norte; La región de la Recirculación de la Corriente del Golfo.

#### **12. La vorticidad en el océano**

Definición de vorticidad relativa. Convenciones vectoriales, identidades y teoremas. La vorticidad planetaria. La vorticidad en coordenadas naturales. Ecuación de vorticidad para flujos barotrópicos. Conservación de la vorticidad potencial. Consecuencias de la conservación de la vorticidad potencial. Vorticidad y bombeo de Ekman. La dinámica de los fluidos en el plano  $f$ : el teorema de Taylor-Proudman en una esfera. La dinámica de los fluidos en el plano  $\beta$ : el bombeo de Ekman.

#### **13. Corrientes de Gradiente.**

Corrientes de gradiente: Equilibrio geostrófico; Equilibrio Inercial; Equilibrio ciclostrófico; Las corrientes de gradiente. La ecuación de Margules en eddies estacionarios.

#### **14. La circulación profunda en los océanos**

Flujos océano-atmósfera y distribución de las propiedades en la superficie. Flujo de flotabilidad. La circulación termohalina observada. Escalas de la circulación profunda. Modelos dinámicos de la circulación termohalina. Esquema de la circulación abisal deducido del teorema de

T-P en la esfera. La teoría de la circulación profunda: Stommel, Arons y Faller (1958); El modelo teórico (Stommel y Arons, 1960); Coordenadas esféricas: Stommel y Arons (1960); Las corrientes de contorno. El balance de calor y su transporte en el océano. La gran cinta transportadora y su rol en el clima. El océano como reservorio de dióxido de carbono.

### **15. Modelos numéricos**

Los modelos numéricos en oceanografía. Modelos de simulación. Modelos en ecuaciones primitivas. Modelos costeros. Modelos de asimilación. Modelos acoplados océano-atmósfera.

### **Bibliografía**

1. *Introduction to Physical Oceanography*. Robert Stewart. Department of Oceanography, Texas A & M University. 344 pp.
2. *Introduction to Physical Oceanography*. George Mellor. Springer. 260 pp.
3. *Introductory Dynamical Oceanography*. Stephen Pond and George Pickard. Pergamon Press, 241 pp.
4. *Regional Oceanography, An Introduction*. Matthias Tomczac, y Stuart Godfrey. Pergamon Press. 382 pp.  
<http://gaea.es.flinders.edu.au/~mattom/IntroOc/>.
5. *Physical Oceanography*. Douglas R. MacAyeal. Department of Geophysical Sciences. University of Chicago, Chicago, Illinois, 158 pp.
6. *Descriptive physical oceanography*. Pickard and Emery. Pergamon Press.
7. *An Introduction to Dynamic Meteorology*. James Holton. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 535 pp.
8. *Atmosphere, ocean, and climate dynamics: an introductory text*. Marshall, J. y A. Plumb. Elsevier Academic Press January 28, 2007. 519 pp.