

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA  
**INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DE LA  
ATMÓSFERA**

CARRERA: LICENCIATURA EN METEOROLOGÍA Y CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

CARGA HORARIA: 2 HORAS DE TEORÍA Y 2 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL

PROFESOR A CARGO: DRA. VANESA PÁNTANO

### OBJETIVOS

Adquirir conocimientos básicos acerca de la mecánica de los fluidos aplicados a la atmósfera, a partir de las fuerzas fundamentales y los principios de conservación.

**Objetivos Específicos:**

Que los alumnos logren:

- La comprensión adecuada de las ecuaciones de movimiento, de conservación de energía termodinámica y de masa, y su aplicación en diversas escalas espacio-temporales.
- La adquisición de elementos teóricos conceptuales suficientes para comprender los procesos físicos elementales de la dinámica de la atmósfera en diferentes escalas espacio temporales.
- El desarrollo progresivo de un pensamiento crítico a partir de las leyes físicas para la resolución de problemas específicos y la interpretación de resultados respecto al comportamiento de la atmósfera.

### CONTENIDO TEMÁTICO

**Unidad 0: Introducción**

La dinámica de fluidos y la magneto-hidrodinámica. Herramientas matemáticas útiles: elementos del cálculo vectorial, expansión en series de Taylor, derivadas y aproximación a derivadas en diferencias finitas, laplaciano de una función. Repaso de conceptos básicos de ciencias atmosféricas.

**Unidad 1. Cinemática del fluido continuo**

Unidades y dimensiones físicas. Análisis de escala. Idealización del campo de presión. Cinemática del campo de presión (desplazamiento de cuñas y vaguadas, campo isalobárico). Cinemática del campo de viento (Vorticidad pura, Divergencia pura, Deformación pura por estiramiento, Deformación pura por fuerza de corte). Cambios temporales de una variable continua.

**Unidad 2: Fuerzas fundamentales y aparentes**

La fuerza gradiente de presión. Fuerza viscosa. Fuerza gravitacional. Marcos no inerciales de referencia: aceleración centrípeta y fuerza centrífuga. La gravedad modificada. Fuerza de Coriolis y el efecto de curvatura. Fuerzas fundamentales. Oscilaciones de momento angular constante. Estructura de la atmósfera estática: la ecuación hidrostática, la presión como coordenada vertical.

**Unidad 3. Leyes básicas de conservación.**

Diferenciación total de un vector en un sistema rotante. Forma vectorial de la ecuación de movimiento en un sistema rotante. Las ecuaciones en coordenadas esféricas. Análisis de escala de las ecuaciones de movimiento: la aproximación geostrófica y el viento geostrófico, la aproximación hidrostática. Ecuación

de continuidad: derivación euleriana y derivación lagrangiana. Análisis de escala de la ecuación de continuidad. La ecuación de energía termodinámica. Termodinámica de la atmósfera seca: temperatura potencial, el gradiente vertical (“lapse rate”) adiabático seco, estabilidad estática, análisis de escala de la ecuación de energía termodinámica.

#### **Unidad 4: Aplicaciones elementales de las ecuaciones básicas**

Ecuaciones básicas (momento horizontal, continuidad y energía termodinámica) en coordenadas isobáricas. Flujo balanceado: coordenadas naturales, flujo geostrófico, flujo inercial, flujo ciclostrófico, aproximación del viento gradiente. Trayectorias y líneas de corriente. El balance de viento térmico. Barotropía y baroclinicidad. Tendencia de presión en superficie.

#### **Unidad 5. Circulación, vorticidad y vorticidad potencial**

El teorema de circulación. La vorticidad: vorticidad en coordenadas naturales. La ecuación de vorticidad: forma cartesiana, en coordenadas isobáricas, análisis de escala de la ecuación de vorticidad. Vorticidad potencial. Vorticidad potencial barotrópica. La ecuación baroclínica (de Ertel) de vorticidad potencial (coordenadas isentrópicas).

#### **Unidad 6. El análisis cuasi-geostrófico (CG) del flujo extratropical de gran escala**

La estructura observada de las circulaciones extratropicales. Componentes ageostróficas del viento. Derivación de las ecuaciones de CG (o Teorema de desarrollo de Stulliffe). Derivación de la vorticidad potencial de las ecuaciones CG. El pensamiento de vorticidad potencial (PV). Introducción a la predicción CG: Derivación de la ecuación omega cuasi-geostrófica. El vector Q. El pensamiento del movimiento vertical.

#### **Unidad 7: Oscilaciones atmosféricas**

El método de las perturbaciones aplicado al sistema de ecuaciones de movimiento. Ondas como estrategia de solución del sistema. Propiedades de las ondas. Series de Fourier. Dispersión y velocidad de grupo. Propiedades de onda en dos y tres dimensiones. Ejemplo en la atmósfera: ondas de Rossby, presentación.

#### **Unidad 8: Aspectos dinámicos básicos en otras escalas meteorológicas y atmosféricas**

Nociones sobre la capa límite planetaria. Naturaleza de las circulaciones de mesoescala. Naturaleza de la circulación general de la atmósfera. Estructuras de gran escala de la circulación tropical. Nociones de la dinámica de la atmósfera media.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bluestein, H.B. *Synoptic-dynamic meteorology in midlatitudes: Volume 1, principles of kinematics and dynamics*. Oxford University Press, 1992, 602 pp.
- Holton J. and Hakim G. *Introduction to Dynamic Meteorology*. Ed. Elsevier, 5ta edición, 2013, 532 pp.
- Martin J. *Mid-latitude Atmospheric Dynamics*. Ed. Wiley, 2006, 324 pp.
- Necco G. *Curso de Cinemática y Dinámica de la Atmósfera*. Ed. EUDEBA, 1980, 287 pp.

#### **Bibliografía complementaria**

- Brown, R.A. *Fluid Mechanics of the Atmosphere, Volume 47 (International Geophysics) 1st Edition*. Academic Press, 1991, 512 pp.
- Gill, A.E. *Atmosphere-Ocean Dynamics, Volume 30 (International Geophysics) 1st Edition*. Academic Press, 1982, 662 pp.
- Vallis, G.K. *Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics. Fundamentals and Large-Scale Circulation*. Cambridge University Press, 2006, 745 pp.