

 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	 EFis Escuela de Física	EFis Escuela de Física	Universidad de Costa Rica Facultad de Ciencias
--	---	-------------------------------	---

Programa de Curso

Nombre del curso: Dinámica de la Atmósfera	Requisitos: FS-0511 Dinámica de Fluidos, FS-4501 Mecánica Teórica para Meteorología o FS-0619 Mecánica Teórica II
Sigla: FS-4602	Correquisitos: Ninguno
Horas: 6 teórico-prácticos	Ciclo: VI
Créditos: 4	Clasificación: Propio

1. DESCRIPCIÓN

El curso de dinámica de la atmósfera ofrece una introducción esencial a la dinámica de flujos atmosféricos en diversas escalas, estableciendo las bases para un estudio avanzado en la carrera de meteorología. Mediante el análisis de problemas lineales y no lineales y el uso de técnicas para resolver ecuaciones diferenciales, las personas estudiantes adquirirán herramientas fundamentales en física aplicada a la atmósfera. Este curso actúa como un puente entre los conocimientos previos y los temas especializados futuros, integrándose armónicamente con el plan de estudios de meteorología.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Comprender y aplicar las técnicas de análisis de la dinámica de flujos atmosféricos, preparando al estudiantado para abordar problemas complejos en meteorología y servir como base para estudios avanzados en la disciplina.

Objetivos específicos

- Aplicar las principales ecuaciones del balance energético y entender su impacto en la estructura vertical y meridional de la atmósfera, para modelar y predecir cambios atmosféricos complejos.
- Evaluar las ecuaciones de movimiento atmosférico en el contexto de la circulación general de la atmósfera, desarrollando habilidades analíticas para interpretar la dinámica atmosférica en diferentes escalas.
- Analizar en profundidad la dinámica de las ondas atmosféricas y su propagación, incluyendo fenómenos avanzados como turbulencia y arrastre por ondas, para prever su impacto en los sistemas meteorológicos.
- Sintetizar la información sobre masas de aire, frentes atmosféricos y la dinámica de frentes, incluyendo inestabilidades asociadas, para elaborar predicciones meteorológicas precisas y entender la evolución de eventos extremos.
- Investigar y presentar casos de estudio sobre la fenomenología de huracanes, aplicando conceptos como la teoría de Eddy e inestabilidad baroclínica, para avanzar en el entendimiento científico y la capacidad de análisis crítico sobre estos fenómenos intensos.

3. CONTENIDOS DEL CURSO

Estructura vertical de la atmósfera

- Balance hidrostático y su influencia en fenómenos meteorológicos.
- Estructura vertical de presión y densidad y su implicación en la meteorología.

Convección

- Modelos de convección seca y húmeda: impacto en el clima y fenómenos meteorológicos.
- Equilibrio radiativo-convectivo y su papel en la estabilidad atmosférica.

Circulación y vorticidad

- Aplicación de teoremas de circulación y vorticidad en la modelización de sistemas meteorológicos.
- Análisis de ondas Inerciogravitacionales, de montaña, y arrastre orográfico: impacto en eventos extremos.
- Estudio de las calles de Von Kármán y su efecto en patrones climáticos.

Revisión de las ecuaciones de conservación en la atmósfera

- Diferenciación y aplicación de la ecuación del movimiento para predecir patrones de viento y fenómenos atmosféricos.
- Conservación de masa y su relevancia en meteorología.
- Ecuación termodinámica y su aplicación en la predicción de eventos meteorológicos.

Ecuaciones del movimiento para un fluido en rotación

- Aplicaciones de la aproximación cuasigeostrófica y Teorema de Taylor-Proudman en el análisis atmosférico.
- Ecuación del viento térmico, capa de Ekman, y su importancia en la circulación atmosférica.
- Utilización de la ecuación Omega y vectores Q en la modelización y predicción de fenómenos atmosféricos.

Teoría lineal de frentes atmosféricos

- Análisis de inestabilidad condicional, circulación transfrontal, y su efecto en la formación de eventos extremos.
- El papel de los chorros atmosféricos en el clima global: inestabilidad y fenómenos asociados.

Si el tiempo lo permite: Fenomenología de huracanes

- Dinámica avanzada de huracanes, aplicación de la teoría de Eddy e inestabilidad baroclínica en la predicción de huracanes.

4. METODOLOGÍA

Se adoptará una metodología de enseñanza que integra aspectos teóricos y prácticos con el objetivo de proporcionar una comprensión profunda y aplicada de la dinámica de flujos atmosféricos, donde se emplea un enfoque interactivo y participativo, promoviendo el aprendizaje activo.

Las clases se llevarán con exposiciones magistrales y métodos de enseñanza activa específicos del curso, como discusiones dirigidas, resolución de problemas, trabajo en grupo, o uso de simulaciones. Se hará énfasis en la aplicación de conceptos teóricos a través de actividades

prácticas y simulaciones que permitan a las y los estudiantes explorar y analizar fenómenos específicos, modelos y datos relevantes para el campo de la Meteorología.

Para reforzar la comprensión de los temas abordados, se integrarán herramientas tecnológicas y recursos digitales como software de modelado climático, herramientas de visualización de datos atmosféricos, y bases de datos en línea de fenómenos meteorológicos, facilitando la experimentación virtual y el análisis de datos reales. Este enfoque no solo busca mejorar la comprensión teórica, sino también desarrollar habilidades prácticas cruciales para la investigación y práctica profesional en Meteorología.

Además, de ser posible se planificarán giras a estaciones meteorológicas y centros de investigación, así como la participación en proyectos de investigación en colaboración con profesionales del campo, lo que proporcionará a las personas estudiantes experiencias de aprendizaje valiosas en entornos reales. Estas actividades complementarán el aprendizaje en el aula y permitirán a las personas estudiantes aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos, fomentando una comprensión integral de la dinámica atmosférica y sus aplicaciones en la meteorología moderna.

Esta metodología promueve la horizontalidad y la interacción activa entre docentes y estudiantes, donde se valora la indagación y la construcción colaborativa del conocimiento, en línea con los lineamientos de ETR de la OMM.

5. EVALUACIÓN

Se recomienda que se empleen al menos dos de los siguientes tipos de evaluación:

- **Trabajo en Clase:** Evaluaciones basadas en la participación activa y el compromiso con las actividades en clase. Se incluirán discusiones sobre estudios de caso, resolución de problemas en equipo, y ejercicios prácticos que simulan fenómenos atmosféricos reales.
- **Pruebas Cortas y Exámenes:** Cuestionarios y exámenes que incluyen preguntas teóricas y problemas prácticos. Estos evaluarán la comprensión y aplicación de los

conceptos fundamentales relacionados con la dinámica de la atmósfera en contextos relevantes a la meteorología.

- **Tareas y Proyectos:** Asignaciones que requieren la resolución analítica de problemas complejos, desarrollo de modelos en software especializado, y la realización de proyectos de investigación o diseño experimental. Estas tareas promueven la aplicación práctica de conocimientos y fomentan tanto el trabajo independiente como en grupo.

- **Exposiciones e Informes:** Presentaciones orales y elaboración de informes escritos, que pueden adoptar el formato de artículo científico para algunos proyectos. Esta actividad evalúa la capacidad de los estudiantes para comunicar efectivamente sus hallazgos y análisis, destacando la importancia de la claridad y precisión en la comunicación científica.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Pedlosky, J. (1987). Geophysical fluid dynamics (2nd ed.). Springer-Verlag.
2. Pedlosky, J. (2003). Waves in the ocean and atmosphere: Introduction to wave dynamics. Springer-Verlag.
3. McWilliams, J. C. (2006). Fundamentals of geophysical fluid dynamics. Cambridge University Press.
4. Marshall, J., & Plumb, R. A. (2008). Atmosphere, ocean and climate dynamics: an introductory text. International Geophysics, Elsevier, Academic Press. ISBN: 0125586914
5. Mak, M. (2011). Atmospheric dynamics. Cambridge University Press. ISBN: 052119573X
6. Achatz, U. (2022). Atmospheric Dynamics. Springer Spektrum. ISBN: 9783662639405
7. Holton, J. R., & Hakim, G. J. (2013). An introduction to dynamic meteorology. International Geophysics, Academic Press. ISBN: 0123848660
8. Lynch, A. H. & Cassano, J. J. (2006). Applied atmospheric dynamics. J. Wiley. ISBN: 9780470861738
9. Lin, Y.-L. (2008). Mesoscale Dynamics. Cambridge Atmospheric and Space Science, Cambridge University Press. ISBN: 0521808758
10. Martin, J. E. (2006). Mid-Latitude Atmospheric Dynamics: A First Course. Wiley. ISBN: 9780470864654

11. Vallis, G. K. (2006). Atmospheric and oceanic fluid dynamics. Fundamentals and large-scale circulation. Cambridge University Press. ISBN: 9780521849692
12. Lindzen, R. A. (1990). Dynamics in Atmospheric Physics. Cambridge University Press. ISBN: 9780511608285,052136101X
13. Green, J. (2004). Atmospheric Dynamics. Cambridge Atmospheric and Space Science Series, Cambridge University Press. ISBN: 9780511524950
14. Hsu, P.-C. & Li, T. (2018). Fundamentals of tropical climate dynamics. Springer atmospheric sciences, Springer. ISBN: 978-3-319-59597-9
15. Vallis, G. K. (2018). Essentials of Atmospheric and Oceanic Dynamics. Cambridge University Press. ISBN: 978-1107692794
16. Mankin, M. (2018). Atmospheric frontal dynamics. Cambridge University Press. ISBN: 9781107133204
17. Keshavamurthy, R. N. (2022). Basics of Atmospheric Dynamics. CRC Press. ISBN: 9781032140087

7. Revisiones finales

Dr. Rodrigo Castillo Rodríguez

Aprobado en Resolución Vicerrectoría de Docencia VD-13132-2024 y rige a partir del I ciclo 2025.