

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

Programa de Curso

Nombre del curso: Física de Nubes	Requisitos: FS-4602 Dinámica de la Atmósfera, QU-0102 Química II y FS- 4601 Electromagnetismo para meteorología.
Sigla: FS-4703	Correquisitos: Ninguno
Horas: 4 horas teórico-prácticas	Ciclo: VII
Créditos: 3	Clasificación: Propio

1. DESCRIPCIÓN

Este curso presenta los aspectos teóricos de los procesos físicos asociados al desarrollo de las nubes, su evolución en la atmósfera y procesos asociados con la precipitación. El curso se estructura para que enlazar los conceptos adquiridos en cursos previos con los procesos termodinámicos que controlan la formación de las nubes. De forma complementaria, se presentará información sobre diferentes métodos para la observación e identificación de características relevantes de la nubosidad en las regiones tropicales, así como los fundamentos de la interpretación de procesos de desarrollo convectivo en los trópicos. El curso corresponde a la profundización de conceptos básicos de Termodinámica y Física Estadística aplicados a la Termodinámica de la Atmósfera y la Microfísica de Nubes.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Proporcionar una comprensión integral del ambiente atmosférico al presentar su marco físico y termodinámico, explicar los procesos clave que contribuyen a la formación de nubes y la generación de precipitación, y abordar los factores naturales y artificiales que provocan cambios en la atmósfera.

Objetivos específicos

- Identificar las características de los diferentes tipos de nubes.
- Comprender los principios fundamentales de la termodinámica del equilibrio asociados procesos atmosféricos.
- Explicar los principales procesos de la microfísica de nubes.
- Interpretar información que permite identificar características de la nubosidad asociada con fenómenos atmosféricos más relevantes para las regiones tropicales.
- Comprender el papel de la composición química de la atmósfera en los procesos de retroalimentación climática y su relevancia en el contexto del cambio climático antropogénico.

3. CONTENIDOS DEL CURSO

Introducción a las nubes: clasificación y métodos de observación

- Introducción a las nubes
- Introducción a química atmosférica

Introducción a la química atmosférica

- Aerosoles
- Emisiones y retroalimentación climática: interacción aerosol-nube
- Retroalimentación climática de GEI y aerosoles

Estructura y termodinámica del agua

- Estructura del agua
- Termodinámica de agua: equilibrio
- Termodinámica de agua: cambios de fase
- Propiedades del agua

Introducción a la microfísica de nubes

- Microfísica de nubes: conceptos de nubes cálidas y nubes frías
- Nucleación homogénea
- Nucleación heterogénea

Hidrodinámica de partículas de nube y precipitación

- Hidrodinámica de partículas de nubes y precipitación: turbulencia
- Enfriamiento y saturación
- Hidrodinámica de partículas de nubes y precipitación: procesos de difusión y evaporación
- Hidrodinámica de partículas de nubes y precipitación: procesos de coalición y coalescencia
- Procesos de agregación
- Electrificación de nubes

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 física de nubes, 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 física de nubes 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 física de nubes 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. Lamb, D. & Verlinde, J. (2011). *Physics and Chemistry of Clouds*. Cambridge University Press. ISBN: 0521899109
2. Pruppacher, H. R. & Klett, J. D. (2010). *Microphysics of Clouds and Precipitation*. Atmospheric and Oceanographic Sciences Library, Vol. 18, Springer Netherlands. ISBN: 978-0-7923-4211-3
3. Selvam, A. M. (2015). *Rain Formation in Warm Clouds: General Systems Theory*. SpringerBriefs in Meteorology, Springer International Publishing. ISBN: 978-3-319-13268-6
4. Wang, P. K. (2013). *Physics and Dynamics of Clouds and Precipitation*. Cambridge University Press. ISBN: 9781107308510

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