

METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA.
3° CIENCIAS AMBIENTALES
DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA

OBJETIVOS

- A. Comprender los conceptos básicos de Meteorología y Climatología, en particular los aspectos relativos a Meteorología Física, Dinámica Atmosférica, Clima y Cambio Climático.
- B. Comprender y saber explicar los procesos Meteorológicos y Climatológicos a través de los Principios de la Física.
- C. Ser capaz de integrar la interpretación meteorológica y climatológica en los estudios ambientales.
- D. Saber aplicar las técnicas de trabajo de la Meteorología y la Climatología a la evaluación de problemas reales.
- E. Saber localizar, elaborar y manejar la información meteorológica y climatológica.
- F. Ser capaz de comunicar los resultados de su trabajo en forma de informes.
- G. Tener espíritu crítico e iniciativa para mantenerse informado de los últimos avances en su campo de trabajo.

PROGRAMA TEÓRICO

TEMA 1 INTRODUCCIÓN.

- 1.1 **Introducción.**
- 1.2 **Tiempo y Clima. Meteorología y Climatología.**
- 1.3 **Atmósfera:**
 - 1.3.1 **Composición y estructura.**
 - 1.3.2 **Clasificación de las capas atmosféricas.**
- 1.4 **Observaciones meteorológicas.**

TEMA 2 RADIACIÓN. BALANCE RADIATIVO.

- 2.1 **Introducción.**
- 2.2 **Absorción, emisión y dispersión.**
- 2.3 **Transporte radiativo.**
- 2.4 **Radiación solar.**
 - 2.4.1 **El Sol. Espectro solar.**
 - 2.4.2 **Geometría Solar.**
 - 2.4.3 **Radiación solar en la atmósfera.**
- 2.5 **Radiación térmica.**
 - 2.5.1 **Absorción por gases atmosféricos.**
 - 2.5.2 **Efecto invernadero.**
- 2.6 **Balance de radiación.**
- 2.7 **Instrumentos radiométricos.**
- 2.8 **Teledetección.**

TEMA 3 AIRE SECO. AIRE HÚMEDO.

- 3.1 **Aire seco.**
 - 3.1.1 **Ecuación de estado.**
 - 3.1.2 **Expansión adiabática. Temperatura Potencial.**
- 3.2 **Aire Húmedo.**
 - 3.2.1 **Agua en la atmósfera. Cambios de fase.**
 - 3.2.2 **Vapor de agua en la atmósfera. Ecuación de estado.**
 - 3.2.3 **Índices de humedad.**
 - 3.2.4 **Ecuación de estado. Temperatura virtual.**
 - 3.2.5 **Expansión adiabática del aire no saturado**
- 3.3 **Diagramas termodinámicos.**
- 3.4 **Procesos isobáricos**
- 3.5 **Expansión adiabática del aire saturado. Proceso pseudoadiabático.**
- 3.6 **Mezcla de masas de aire**
 - 3.6.1 **Mezcla horizontal**
 - 3.6.2 **Mezcla vertical**

TEMA 4 EQUILIBRIO VERTICAL EN LA ATMÓSFERA. ESTABILIDAD.

- 4.1 Equilibrio hidrostático.
- 4.2 Gradiente vertical de temperatura.
- 4.3 Gradiente adiabático seco y saturado.
- 4.4 Estabilidad vertical.
 - 4.4.1 Método de la burbuja.
 - 4.4.2 Criterios de estabilidad en función de las temperaturas potenciales.
- 4.5 Desarrollo vertical.
 - 4.5.1 Desplazamiento vertical de una columna sin saturar.
 - 4.5.2 Desplazamiento vertical de una columna hasta saturación. Inestabilidad potencial.
- 4.6 Inestabilidad latente.
- 4.7 Método de la lámina o de los estratos para el análisis de la estabilidad.

TEMA 5 CONDENSACIÓN EN LA ATMÓSFERA. NUBES. PRECIPITACIÓN.

- 5.1 Mecanismos de condensación.
- 5.2 Nucleación Homogénea y Heterogénea.
- 5.3 Nubes.
 - 5.3.1 Formación.
 - 5.3.2 Clasificación.
 - 5.3.3 Efectos radiativos.
- 5.4 Nieblas.
- 5.5 Precipitación desde nubes de agua. Colisión y coalescencia.
- 5.6 Precipitación desde nubes mixtas. Crecimiento por Difusión, Agregación y Acreción.
- 5.7 Tipos de precipitación.
- 5.8 Acción del hombre.

TEMA 6 DINÁMICA ATMOSFÉRICA.

- 6.1 Ecuación de Movimiento.
- 6.2 Campo horizontal de presiones.
- 6.3 Flujo horizontal sin rozamiento.
 - 6.3.1 Viento geostrófico
 - 6.3.2 Viento del gradiente
- 6.4 Viento térmico. Advección térmica.
- 6.5 Regímenes de vientos locales y de pequeña escala.
- 6.6 Medidas de presión y viento.

TEMA 7 METEOROLOGÍA SINÓPTICA.

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Sistemas Béricos.
- 7.3 Masas de aire.
 - 7.3.1 Regiones Fuente
 - 7.3.2 Características de las masas de aire.
- 7.4 Superficies frontales. Frentes.
 - 7.4.1 Frente estacionario.
 - 7.4.2 Frentes cálidos.
 - 7.4.3 Frentes Fríos.
 - 7.4.4 Frentes ocluidos.
- 7.5 Depresiones frontales.
- 7.6 Depresiones de tipo no frontal.
- 7.7 Anticiclones

TEMA 8 DESARROLLO SINÓPTICO.

- 8.1 Convergencia. Divergencia.
 - 8.1.1 Conexión entre los movimientos horizontales y verticales del aire.
- 8.2 Convergencia y vorticidad
 - 8.2.1 Vorticidad relativa y absoluta.
 - 8.2.2 Ecuación de vorticidad.
 - 8.2.3 Vorticidad potencial.
 - 8.2.4 Ondas de Rossby.
- 8.3 Predicción meteorológica.
 - 8.3.1 Análisis y Predicción del tiempo.
 - 8.3.2 Herramientas en la predicción meteorológica.

TEMA 9 CIRCULACIÓN GENERAL.

- 9.5 Introducción.**
- 9.6 Observaciones.**
- 9.7 Características generales de la Circulación General.**
 - 9.7.1 Principios de conservación.**
 - 9.7.2 Ciclo de la energía.**
 - 9.7.3 Ciclo del momento angular.**
- 9.8 Modelos celulares.**
- 9.9 Teleconexiones**
 - 9.9.1 El Niño-La oscilación Austral.**
 - 9.9.2 La Oscilación del Atlántico Norte**
- 9.10 Distribución global de la precipitación.**
- 9.11 Observación global. Teledetección.**

TEMA 10 SISTEMA CLIMÁTICO.

- 10.1 Sistema climático.**
- 10.2 Componentes del sistema climático.**
- 10.3 Mecanismos de acoplamiento. Tiempos de respuesta.**
- 10.4 Realimentaciones.**
- 10.5 Modelos climáticos.**

TEMA 11 CAMBIO CLIMÁTICO.

- 11.1 La variabilidad temporal del clima y la noción de cambio climático.**
- 11.2 Causas de los cambios climáticos.**
 - 11.2.1 Causas externas.**
 - 11.2.2 Causas internas.**
 - 11.2.3 Acción del hombre.**
- 11.3 Predicciones de los modelos climáticos.**
 - 11.3.1 Simulaciones con el modelo de balance de energía.**
 - 11.3.2 Resultados de Modelos de Circulación General. IPCC 2001.**

TEMA 12 LOS CLIMAS DE LA TIERRA.

- 12.1 Elementos y factores del clima.**
- 12.2 Índices climáticos y clasificaciones climáticas.**
- 12.3 Climas regionales.**
- 12.4 Climas locales. Clima urbano.**

PROGRAMA DE PRÁCTICAS.

PRÁCTICA. El diagrama oblicuo.

- Propiedades de los diagramas termodinámicos.
- El diagrama oblicuo. Familias de curvas.
- El sondeo aerológico.
- Cálculo de la humedad relativa.
- Determinación del nivel de condensación por elevación (NCE).
- Cálculo de temperaturas
 - Temperatura potencial
 - Temperatura pseudoadiabática potencial del termómetro húmedo
 - Pseudotemperatura del termómetro húmedo.
 - Temperatura pseudopotencial del termómetro húmedo.
 - Temperatura pseudoequivalente.
 - Temperatura pseudopotencial equivalente.
 - Propiedades conservativas.

PRÁCTICA. Análisis de un sondeo aerológico I: Estabilidad.

- Estabilidad para el aire seco.
- Estabilidad para el aire saturado.
- Estabilidad condicional.
- Estabilidad potencial.
- Estabilidad latente. Nivel de convección libre (NCL).
- Índices de estabilidad.

PRÁCTICA. Análisis de un sondeo aerológico II: Nivel de condensación por convección. (1)

- Determinación del nivel de condensación por convección (NCC).
 - Probabilidad de formación de cúmulos.

PRÁCTICA. Análisis de mapas sinópticos de superficie.

- Criterios generales para elaborar mapas de superficie.
- Identificación de sistemas béricos y tipos de frente.
- Cálculo del viento geostrófico.

PRÁCTICA. Análisis de mapas sinópticos de altura.

- Concepto de isohipsas.
- Mapa de 500 hPa.
- Mapa de 300 hPa.
- Corriente en chorro.
- Zonas de convergencia y divergencia.

PRÁCTICA. Modelo de balance de energía.

- Introducción. Manejo del programa.
- Sensibilidad. Cambios en la constante solar.
- Variaciones en el albedo superficial.
- Variaciones en el transporte latitudinal.
- Variaciones en el balance de radiación de onda larga. Aumento de la concentración de los gases invernadero.
- Realimentaciones.

PRÁCTICA. Análisis de datos climáticos.

- Diagramas ombrotérmicos.
- Obtención de la rosa de los vientos.
- Clasificación climática de Köppen.
 - Clima continental.
 - Clima mediterráneo.
 - Clima húmedo.

PRÁCTICA. Medida de variables meteorológicas.

- Medidas de variables radiativas.
- Medida de la temperatura.
- Medida de la humedad. Psicrómetros.
- Medida de la precipitación. Pluviómetros.
- Medida de la presión. Correcciones. Reducción al nivel del mar.
- Medida del viento. Anemómetro.

EVALUACIÓN

EVALUACIÓN DE CLASES TEÓRICAS Y PROBLEMAS

La evaluación de esta parte representará un 70% de la nota global. Así, con el fin de evaluar los conocimientos de los alumnos y en relación a los objetivos A y B se desarrollará una prueba escrita en la que además se cubrirán aspectos relativos a destrezas incluidos en los objetivos C y D. Por ello esta prueba, cuyos contenidos corresponderán a lo desarrollado en clases de teoría y problemas, incluirá:

- Un conjunto de preguntas tipo *test*, preguntas con varias opciones.
- Un conjunto de preguntas cortas, en las que se expliquen conceptos o se razone sobre ellos para resolver cuestiones de tipo práctico.
- Preguntas en las que el alumno desarrolle un tema concreto, con una extensión más amplia aunque limitada.
- Problemas o ejercicios de tipo práctico en los que se haga una aplicación numérica.

EVALUACIÓN PRÁCTICAS

La calificación global de prácticas representa un 30% de la nota global del curso. En esta parte la evolución cubre fundamentalmente los objetivos C, D, E, F y G. En definitiva se trata de evaluar destrezas y actitudes.

Los informes de prácticas junto con la presentación oral y debate de los resultados de la práctica de simulación con el modelo de cambio climático contribuirán con un 10% a la nota global del curso, mientras que la prueba a realizar sobre el conjunto de las restantes prácticas contribuirá con el 20% a la nota global del curso.

EXAMENES

SONDEO + BLOQUE METEOROLOGÍA FÍSICA. Final del trimestre, antes de Navidad. Pruebas eliminatorias para aquellos que superan la calificación de 6.5 en cada una de ellas.

**GLOBAL. Fecha programada por la Comisión Docente.
TUTORIAS**

Despacho Profesor/a. Departamento de Física Aplicada. Primera Planta Edificio de Físicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, E y Burt J.E. *Understanding weather and climate*, Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- **Barry, R.G. and Chorley, R.J. *Atmósfera, tiempo y clima*. Omega S.A., Barcelona, 1999.**
- Ahrens, C.D., *Meteorology today: an introduction to weather, climate and the environment*. 5ª edición, West, Minnesota, 1994.
- **Casas, M.C. y Alarcón M., *Meteorología y Clima*. Ediciones UPC. Barcelona. 1999.**
- **Cuadrat, J.M. y Pita, M.F . *Climatología*, Cátedra, 1997.**
- **Elias Castillo, F, y Castellvi Sentis, F., *Agrometeorología*, Mundi Prensa, 2001.**
- García de Pedraza et al. *Diez Temas sobre Meteorología*, MAPA, Madrid, 1990.
- Guyot, G., *Physics of the environment and climate*, Willey Praxis, 1998.
- **Haltiner, G.J. y Martin, F.L., *Meteorología Dinámica y Física*, I. N. Meteorología, Madrid, 1990.**
- Henderson-Sellers, A. and McGuffie, K., *Introducción a los Modelos Climáticos*, Omega, 1990.
- Houghton, J.T. *Global Warming*. Lion Publishing, Oxford, 1994.
- IPCC, 2001. *Climate Change 2001. The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Iribarne, J.V. y Godson, W.L., *Termodinámica de la atmósfera*, 1996, INM, 1996
- Lutgens, F.K. y Tarbuck, E.J., *The atmosphere*, 7ª edición, Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- Lockwood, J.G. *World climatology. An environmental approach*. Edward Arnold, Londres, 1974.
- McIlven, R., *Fundamentals of Weather and Climate*, Chapman and Hall, London, 1986.
- **McIntosh, D.H. y Thom, A.S., *Meteorología básica*, Alhambra, Madrid, 1983.**
- Peinado, A. *Lecciones de climatología. Conceptos y técnicas*. I.N. M., Madrid, 1985.
- Peixoto, J.P. and Oort, A.H. *Physics of climate*. American Institute of Physics, New York, 1992.
- Ramis, C., 1996. *Prácticas de meteorología*. Servei de Publicacions i Intercanvi Científic, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
- **Retallack, B.J., 1974. *Compendio de meteorología. Meteorología Física*. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra.**
- Salby, M., *Fundamentals of Atmospheric Physics*. Academic Press, San Diego, 1996.
- Wallace, J.M. y Hobbs. *Atmospheric Science an Introductory Survey*, Academic Press, San Diego, 1977.