

Programa de Curso

Nombre del curso: Métodos Matemáticos para Meteorología	Requisitos: MA-1003 Cálculo III, MA-1005 Ecuaciones diferenciales
Sigla: FS-4401	Correquisitos: Ninguno
Horas: 4 horas teórica-prácticas	Ciclo: IV
Créditos: 4	Clasificación: Propio

1. DESCRIPCIÓN

En este curso se revisan los métodos matemáticos necesarios para desarrollar y comprender los contenidos de cursos más avanzados en el plan de estudios de Bachillerato y Licenciatura en Meteorología. La persona estudiante adquirirá herramientas matemáticas sofisticadas utilizadas para resolver problemas avanzados en meteorología.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar habilidades en métodos matemáticos para su aplicación efectiva en la resolución de problemas complejos en meteorología y física atmosférica, así como en sus aplicaciones.

Objetivos específicos

- Desarrollar una sólida comprensión de los principios del análisis vectorial y matricial.
- Ampliar el dominio de las herramientas matemáticas asociadas a las técnicas del análisis complejo, incluyendo funciones analíticas, integrales y series en variable compleja.
- Comprender las series de Fourier para el análisis de espectros de frecuencia en datos meteorológicos.
- Implementar expansiones por funciones ortogonales y transformadas integrales, incluyendo las transformadas de Fourier y de Laplace.
- Comprender las ecuaciones diferenciales parciales y su utilidad en la meteorología.

3. CONTENIDOS DEL CURSO

- **Análisis Vectorial:** Estudio de coordenadas cartesianas, escalares y vectores en espacios vectoriales, leyes del álgebra vectorial, productos escalar y vectorial, campos escalares y vectoriales, diferenciación vectorial, operadores diferenciales como el gradiente, divergencia, rotacional y laplaciano, integración vectorial, teorema de la divergencia o de Gauss, teorema del rotacional o de Stokes, teoremas de Green, coordenadas curvilíneas, transformación de coordenadas, y operadores diferenciales vectoriales en coordenadas curvilíneas.
- **Análisis Matricial:** Uso de métodos matriciales para resolver sistemas de ecuaciones lineales, diagonalización de matrices con autovalores y autovectores, teoremas relacionados con autovalores y autovectores, teorema de Cayley-Hamilton, forma canónica de Jordan, ortogonalización de Gram-Schmidt, funciones de matrices.
- **Análisis en Variable Compleja:** Operaciones con números complejos, propiedades del plano complejo y sus subconjuntos, funciones con variable compleja, fórmula de Euler, funciones trigonométricas e hiperbólicas, funciones multivaluadas, condiciones de Cauchy-Riemann, derivadas de funciones de variable compleja, integrales y series en variable compleja, integrales de contorno en el plano complejo, teorema de Integral de Cauchy, de Cauchy-Goursat y de Morera, dominios simplemente conexos y múltiplemente conexos, series de Taylor y Laurent, convergencia de series y sucesiones, teorema de Picard, cota superior al valor absoluto de una integral de contorno (fórmula M-L).
- **Series de Fourier y Funciones Periódicas:** Coeficientes de Fourier, funciones pares, impares y complejas, base ortogonal en un espacio de funciones, espectros de frecuencia, identidad de Parseval, expansiones por funciones ortogonales y transformadas integrales.
- **Transformadas Integrales:** Transformada de Fourier, transformada inversa de Fourier, transformada de Laplace, transformada inversa de Laplace, integral de Bromwich.
- **Ecuaciones Diferenciales Parciales:** Estudio de ecuaciones de primer y segundo orden, método de separación de variables, solución mediante transformada integrales,

problemas con valores de frontera y condiciones iniciales, ecuación de onda y operador de d'Alembert, ecuación de difusión, ecuaciones de Laplace, Poisson, Helmholtz y otras ecuaciones diferenciales parciales.

4. METODOLOGÍA

Se adoptará una metodología de enseñanza que fusiona aspectos teóricos y prácticos para desarrollar habilidades integrales en métodos matemáticos, especialmente enfocada en la meteorología. Este enfoque interactivo y participativo fomenta el aprendizaje activo y comprometido del estudiantado. Las clases se estructurarán alrededor de exposiciones magistrales para introducir y desarrollar los fundamentos teóricos de los métodos matemáticos. Estas se complementarán con discusiones dirigidas, donde se analizarán ejemplos reales y actuales de aplicaciones de métodos matemáticos en meteorología, talleres prácticos de aplicación de los métodos, y ejercicios que permitan a los estudiantes practicar.

Para enriquecer la experiencia educativa, se integrará herramientas digitales avanzadas de análisis espectral que permitan comprender la información más allá de las ecuaciones y plasmar las múltiples aplicaciones en las diferentes áreas de meteorología de los métodos aprendidos. Este método no solo apunta a mejorar la comprensión y aplicación de los principios teóricos, sino que también busca desarrollar habilidades prácticas esenciales para utilizar apropiadamente las herramientas y métodos matemáticos cubiertos en este curso.

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:

Evaluaciones Continuas

- **Pruebas y Tareas Cortas:** Evaluaciones periódicas que cubren los conceptos teóricos recientes para asegurar una comprensión continua del material del curso. Estos quices pueden ser tanto individuales como en pequeños grupos para fomentar la discusión y el aprendizaje colaborativo.
- **Participación en Clase y Foros de Discusión:** Valorar la participación en las clases interactivas, incluyendo preguntas, discusiones y la contribución en foros online. Esta participación promueve la curiosidad y el intercambio de ideas, vital para la comprensión profunda de temas complejos.

Proyectos Prácticos y Laboratorios

- **Laboratorios de Simulación y Modelado:** Trabajos prácticos utilizando software de simulación para modelar fenómenos meteorológicos, analizando e interpretando los resultados. Estos laboratorios fomentan la aplicación directa de teorías matemáticas a problemas meteorológicos reales.
- **Proyecto de Investigación en Grupo:** Diseño y ejecución de un proyecto que aplique conceptos del curso para resolver un problema específico en meteorología. Este proyecto culmina con una presentación oral y un informe escrito, evaluando tanto el proceso de investigación como las habilidades de comunicación de los estudiantes.

Exámenes

- **Examen Parcial:** Un examen a mitad de semestre que evalúa la comprensión de los conceptos cubiertos hasta ese momento, con preguntas teóricas y problemas aplicados.
- **Examen Final:** Un examen comprensivo al final del semestre que evalúa todo el contenido del curso, incluyendo una sección práctica que requiere la aplicación de conceptos en la meteorología.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Arfken G. B., Weber H. J., Harris, F. E. (2013). *Mathematical Methods for Physicists*. Elsevier Academic Press. 7ª edición. EE. UU. ISBN: 0123846544

2. Burd, A. (2019). *Mathematical Methods in the Earth and Environmental Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Bak, J & Newman, D. J. (2010). *Complex Analysis*, (3rd ed.). USA: Springer. ISBN: 9781441972873
4. Duchon, C., & Hale, R. (2012). *Time Series Analysis in Meteorology and Climatology: An Introduction*. Wiley-Blackwell. ISBN: 9780470971994
5. Boas, M. L. (2005). *Methods in the Physical Sciences*. John Wiley & Sons. 3^{ra} edición. EE. UU. ISBN: 0471198269
6. Hassani, S. (2013). *Mathematical Physics. A Modern Introduction to its Foundations*. Springer Science & Business Media. 2^{da} edición. EE. UU. ISBN: 9783319011950
7. Spiegel, M. R., Lipschutz, S., Liu, J. (2018). *Mathematical Handbook of Formulas and Tables*. McGraw-Hill Book Company. 5^{ta} edición. EE. UU.
8. Strauss, W. A. (2009). *Partial Differential Equations: An Introduction*, (2nd ed.) Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. ISBN: 9780470054567
9. Zill, D. (2011) *Introducción al Análisis Complejo Con Aplicaciones*. 2^{da} edición. México: CENGAGE Learning. ISBN: 6074815968

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