

Escuela de Matemática y Ciencias de la Computación Departamento de Matemática Aplicada



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS



Programación Didáctica de la Asignatura:

Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales

Código:

MMM-690

Período Académico:

II 2025

Profesor:

Fredy Vides



Universidad Nacional Autónoma De Honduras UNAH

Facultad de Ciencias - Centro Regional Universitario Ciudad Universitaria

Departamento: Matemática Aplicada

Carrera: Maestría en Matemática

PROGRAMACION DIDÁCTICA POR COMPETENCIAS

Datos generales del Espacio de Aprendizaje			
Código y Nombre del Espacio de Aprendizaje:	MMM 690 Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales	Período Académico:	II 2025
Requisitos:	Obligatorios: MMM-640	Nombre del docente:	Fredy Vides
C.A:	4	Horario de tutoría:	18:00-19:00
Horas Semanales:	4: 3 Horas de discusión y 1 Hora de Trabajo Supervisado	Horario de consulta:	Lunes-Viernes 17:00-20:00: vía correo electrónico
Sección:	1800	Modalidad:	Presencial

Presentación del Espacio de Aprendizaje:

El curso de Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales es un curso de posgrado de nivel avanzado en el que se estudian técnicas computacionales y fundamentos teóricos para la aproximación numérica de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales, con énfasis en problemas provenientes de la física, la ingeniería y las ciencias aplicadas. Se desarrolla bajo la supervisión del Catedrático Titular de la Asignatura, combinando el análisis funcional necesario con la implementación práctica de algoritmos en lenguajes de alto nivel.

Contenido

Contenido.....	3
Introducción.....	4
Medios de Comunicación.....	5
Normas de Conducta.....	5
Contenidos.....	6
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	8
MÉTODOS Y RECURSOS DE APRENDIZAJE.....	9
EVALUACIÓN DE PROCESOS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	10
Bibliografía.....	11

Introducción

Reciban un cordial saludo de bienvenida al curso de **Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales**. Mi nombre es **Fredy Vides**, y estaré apoyándoles como docente y tutor en este espacio de aprendizaje. Me especialicé a nivel doctoral en teoría de aproximación de operadores y funciones matriciales estructurados, así como en modelación matemática y computacional aplicada a sistemas dinámicos. Actualmente soy miembro de la **Federación Internacional de Control Automático (IFAC)** y del **Comité Científico Internacional de la Revista Matemática: Teoría y Aplicaciones** de la Universidad de Costa Rica.

En este curso, abordaremos de forma estructurada los métodos computacionales fundamentales para la resolución aproximada de ecuaciones diferenciales parciales (EDPs), con énfasis en los métodos de diferencias finitas y elementos finitos clásicos. Estudiaremos tanto los aspectos teóricos que sustentan la estabilidad y convergencia de los métodos, como sus aplicaciones a través de ejercicios prácticos implementados en **GNU Octave** y otras herramientas computacionales.

El producto final del curso consiste en evaluaciones intermedias y un proyecto técnico computacional, donde se documentarán resultados de simulaciones aplicadas a problemas representativos en ingeniería, física u otras disciplinas afines. El curso está orientado al desarrollo de competencias analíticas, computacionales y de documentación rigurosa bajo la supervisión del Catedrático Titular de la Asignatura.

Medios de Comunicación

En este curso contaremos con las siguientes vías de comunicación y/o publicación de materiales didácticos:

- Correo electrónico: fredy.vides@unah.edu.hn
- Repositorio de archivos y materiales didácticos complementarios: <https://fredyvides.github.io/Teaching.html>

Normas de Conducta

Durante el desarrollo de este curso se mantendrá un estándar de trabajo académico riguroso, fundamentado en principios éticos, responsabilidad y respeto mutuo. Las siguientes normas aplican a todos los participantes:

- Se desarrollará el trabajo académico y computacional con los estándares éticos y de rigor científico que corresponden a un curso de posgrado.
- Se fomentará una actitud de respeto y apertura al diálogo académico en todas las interacciones del curso.
- Toda comunicación deberá canalizarse por los medios oficiales indicados en la sección anterior.
- En caso de dificultades técnicas que afecten evaluaciones, el estudiante debe notificar al docente lo antes posible, preferiblemente dentro de la primera hora posterior a la fecha límite de entrega.

Contenidos

Semana 1: Fundamentos funcionales y estructura de EDPs

- Breve repaso de espacios de Hilbert y subespacios funcionales relevantes
- Normas, proyecciones y operadores lineales continuos
- Motivación y ejemplos de EDPs con aplicaciones

Semana 2: Teoría de aproximación y errores

- Proyecciones ortogonales y teoría de interpolación
- Estimados de error y nociones de mejor aproximación
- Ejercicios prácticos en Octave sobre interpolación y proyección

Semana 3: Introducción a diferencias finitas

- Discretización de derivadas mediante series de Taylor
- Esquemas centrados, hacia adelante y hacia atrás
- Implementación básica de diferencias finitas en 1D

Semana 4: Análisis de consistencia, estabilidad y convergencia

- Definiciones formales y teorema de equivalencia de Lax
- Estudio del análisis de Von Neumann
- Simulaciones numéricas en Octave con análisis de estabilidad

Semana 5: Disipación y dispersión numérica

- Error numérico de fase y amplitud
- Aplicación a ecuaciones de transporte y onda
- Análisis computacional de efectos de malla y paso temporal

Semana 6: Problemas elípticos: formulación variacional

- EDPs elípticas clásicas: Laplace y Poisson
- Introducción a la formulación débil
- Elementos del Teorema de Lax-Milgram

Semana 7: Introducción al método de elementos finitos (MEF)

- Motivación y principio de Galerkin

- Espacios funcionales de prueba y peso
- Ejercicios básicos de MEF en 1D

Semana 8: Implementación computacional del MEF en 1D

- Discretización mediante elementos lineales
- Construcción de matrices de rigidez y vectores de carga
- Ensamblaje y condiciones de frontera en Octave

Semana 9: MEF en 2D: mallas triangulares y formulación clásica

- Mallado y geometría computacional básica
- Elementos triangulares lineales y cuadráticos
- Análisis de convergencia para versiones h y h_p

Semana 10: Ejercicios prácticos en 2D y extensión a 3D

- Simulación de problemas tipo Poisson en 2D
- Herramientas computacionales complementarias: FreeFEM / CalculiX
- Introducción a conceptos tridimensionales

Semana 11: Comparación entre métodos (diferencias vs. elementos)

- Análisis crítico de ventajas y limitaciones
- Problemas comparativos en diferentes geometrías
- Discusión abierta de estrategias numéricas híbridas

Semana 12: Desarrollo de proyecto final

- Asignación de temas
- Organización de equipos de trabajo y primeros avances
- Validación de metodología y esquema de documentación

Semana 13: Presentación de resultados y retroalimentación

- Exposición oral (individual o grupal) del proyecto técnico
- Discusión de resultados, dificultades y aprendizajes
- Cierre del curso y reflexiones finales

Conexiones con los libros de texto:

Semana	Temas	Secciones (Atkinson-Han)	Secciones (MNMC)
Semana 1	Fundamentos funcionales y estructura de EDPs	Cap. 1.3–1.5, 2.1–2.2	Cap. 1.1–1.3
Semana 2	Teoría de aproximación y errores	Cap. 3.1–3.4, 3.6–3.7	Cap. 1.5–1.10, 1.21
Semana 3	Introducción a diferencias finitas	Cap. 6.1	Cap. 3.1–3.1.4
Semana 4	Análisis de consistencia, estabilidad y convergencia	Cap. 6.2–6.3	Cap. 3.1.4, 3.3
Semana 5	Disipación y dispersión numérica	Cap. 6.3	Cap. 3.3.2
Semana 6	Problemas elípticos: formulación variacional	Cap. 8.1–8.4	Cap. 4.1–4.2
Semana 7	Introducción al método de elementos finitos (MEF)	Cap. 9.1, 9.2, 10.1	Cap. 4.4, 5.2
Semana 8	Implementación computacional del MEF en 1D	Cap. 10.2–10.3	Cap. 5.1–5.2.1
Semana 9	MEF en 2D: mallas triangulares y formulación clásica	Cap. 10.4	Cap. 6.1–6.2
Semana 10	Ejercicios prácticos en 2D y extensión a 3D	Cap. 10.4, referencias externas	Cap. 7.1–7.3
Semana 11	Comparación entre métodos (diferencias vs. elementos)	Cap. 6 vs. Cap. 10	Comparación empírica
Semana 12	Desarrollo de proyecto final	Preparación libre	Trabajo libre
Semana 13	Presentación de resultados y retroalimentación	Presentación libre	Presentación libre

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS (CE)

- Realiza y documenta de forma rigurosa el trabajo de investigación correspondiente a un proyecto de investigación supervisado.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE INSTRUMENTALES (RAi)

- Aplica técnicas numéricas para la solución de ecuaciones diferenciales parciales, entre ellas: diferencias finitas, métodos espectrales y elementos finitos.
- Aplica análisis numérico teórico de las ecuaciones diferenciales parciales en la modelación de los problemas que surgen en ingeniería y/o en las ciencias.
- Formula un problema físico por medio de ecuaciones diferenciales parciales y plantea correctamente las condiciones de borde.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE ACTITUDINALES (RAa)

- Realiza investigación bibliográfica de forma ética y responsable.
- Presenta resultados derivados del estudio numérico de problemas de EDP, de forma clara y coherente.
- Redacta reportes técnicos de resultados de forma concisa, organizada y matemáticamente rigurosa.

MÉTODOS Y RECURSOS DE APRENDIZAJE

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS:

- Iniciando el lunes 19 de mayo de 2025, se desarrollan 4 sesiones de trabajo presencial a la semana de lunes a jueves de 6:00pm a 7:00pm.
- Se realizarán 2 exámenes con un valor de 25 puntos cada uno:
 - Examen 1: 20 de junio de 2025 de 6:00pm a 8:00pm
 - Examen 2: 18 de julio de 2025 de 6:00pm a 8:00pm
- Se desarrollará un proyecto de aplicación de teoría y métodos de solución numérica de EDPs en modelación o análisis matemático aplicado, el valor del reporte técnico de resultados de este proyecto es de 50 puntos.
 - Fecha de entrega de reporte técnico de resultados: 22 de agosto de 2025 a más tardar a las 11:59pm

MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS NECESARIOS Y/O DISPONIBLES

- Conexión de internet.
- Computador.
- Aplicación de comunicación vía Zoom
- Acceso al repositorio de archivos complementarios de la clase.
- Maxima, GNU Octave, Python, FreeFEM, FreeCAD/CalculiX.
- Libro de texto.
- Lecturas complementarias de clase.
- Biblioteca virtual.

EVALUACIÓN DE PROCESOS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN		Criterios de Valoración	Instrumento de Evaluación	Porcentaje en puntaje final
	1.Exámenes	Resuelve problemas de análisis y solución de EDP.	2 exámenes en las fechas establecidas en las estrategias metodológicas.	50 % (25% cada uno)
	2. Proyecto de aplicación	Reporte técnico de resultados correspondientes a un proyecto de aplicación	1 Reporte técnico final remitido en la fecha establecida en las estrategias metodológicas.	50 %
	Total de evaluación:			100 %

Bibliografía

1. K. Atkinson, W. Han (2009). Theoretical Numerical Analysis: A Functional Analysis Framework. 3ra. Ed. Springer.
2. F. Vides (2019). Métodos Numéricos y Modelación Computacional.
<https://fredyvides.github.io/MNMC.pdf>