NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN	Universidad de Sonora
DIVISIÓN ACADÉMICA	División Ciencias Exactas y Naturales
DEPARTAMENTO QUE IMPARTE LA MATERIA	Departamento de Matemáticas
LICENCIATURAS USUARIAS	Ciencias de la Computación
NOMBRE DE LA MATERIA	**Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales**
CLAVE	**9466**
EJE FORMATIVO	Especializante
REQUISITOS	Ecuaciones Diferenciales Parciales I
CARÁCTER	Optativo
VALOR EN CRÉDITOS	8 (3 teoría/2 lab)
CLAVE	

Introducción

Esta asignatura forma parte de los programas de estudio de la licenciatura de Ciencias de la Computación, dentro de la División de Ciencias Exactas y Naturales y está diseñada para que los alumnos adquieran por un lado los conocimientos básicos de los distintos métodos y técnicas numéricas de solución de las ecuaciones diferenciales y por otro puedan construir y desarrollar modelos que describan los diferentes problemas que se plantean en sus respectivas disciplinas.

Objetivo General del Curso

Al término del curso el alumno será capaz de analizar métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales, en términos de su formación, estudio de su convergencia y análisis de su error, así como de su implementación computacional y viabilidad para la solución de problemas científicos.

Objetivos Específicos del Curso

Al término del curso el alumno será capaz de:

1. Implementar en computadora cada algoritmo estudiado, para la resolución de problemas.
2. Estimar la correspondiente cota del error de la aproximación obtenida con un algoritmo.
3. Elegir el algoritmo más adecuado para la resolución de un problema dado, en términos de la convergencia y la viabilidad computacional.

Contenido

1. Métodos lineales multipaso I: Teoría básica.

- 1.1. El método multipasos lineal general.
- 1.2. Derivación a través de expansión de Taylor.
- 1.3. Derivación a través de integración numérica.
- 1.4. Derivación a través de interpolación.
- 1.5. Convergencia.
- 1.6. Orden y constante de error.
- 1.7. Error de truncamiento local y global.
- 1.8. Consistencia y estabilidad-cero.
- 1.9. Especificación de métodos multipaso lineales.

2. Métodos multipaso lineales II. Aplicación.

- 2.1. Problemas en la aplicación de métodos multipaso lineales.
- 2.2. Valores iniciales.
- 2.3. Cota para el error de truncamiento local.
- 2.4. Cota para el error de truncamiento global.
- 2.5. Discusión sobre cota de error.
- 2.6. Teoría de la estabilidad débil.

2.7. Métodos generales para encontrar los intervalos de estabilidad relativa y absoluta.
2.8. Comparación de métodos multipaso lineales explícitos e implícitos.
2.9. Métodos predictor-corrector.
2.10. El error de truncamiento local de los métodos predictor-corrector: el dispositivo de Minle.
2.11. Estabilidad débil de los métodos predictor-corrector.
2.12. Política de control de pasos para método predictor-corrector.
2.13. Selección de métodos predictor-corrector.
2.14. Implantación de métodos predictor-corrector: el método de Gear.

3. Método de Runge-Kutta.

3.1. Orden y convergencia del método explicito general de un-paso.
3.2. Derivación de los métodos clásicos Runge-Kutta.
3.3. Métodos Runge-Kutta de orden mayor a 4.
3.4. Límites de error para los métodos Runge-Kutta.
3.5. Estimaciones de error para los métodos Runge-Kutta.
3.6. Teoría de estabilidad débil para métodos Runge-Kutta.
3.7. Métodos Runge-Kutta con propiedades especiales.
3.8. Comparación con los métodos predictor-corrector.
3.9. Métodos Runge-Kutta implícitos.
3.10. Métodos de bloque.

4. Métodos híbridos.

4.1. Formula híbrida.
4.2. Métodos predictor-corrector híbridos.
4.3. El error de truncamiento local de los métodos híbridos.
4.4. Comparación con métodos lineales multipaso y Runge-Kutta.

5. Métodos de extrapolación.

5.1. Extrapolación polinomial.
5.2. Aplicación a problemas de valores iniciales en ecuaciones diferenciales ordinarias.
5.3. Existencia de expansiones asintóticas: método de Gragg.
5.4. Estabilidad débil.
5.5. Extrapolación racional: el método GBS

6. Ecuaciones parabólicas: métodos de diferencias finitas, convergencia y estabilidad.

6.1. Una aproximación explicita a una diferencia-finita a $\partial N/\partial t = \partial^2 N/\partial x^2$.
6.2. Método implícito de Crack-Nicolson.
6.3. Solución de ecuaciones implícitas por el método de eliminación gaussiana.
6.4. La estabilidad del método de eliminación.
6.5. Condiciones de frontera en forma de derivadas.
6.6. Ejemplos resueltos incluyendo tablas de comparación.
6.7. Convergencia tratamiento descriptivo y análisis de una aproximación explícita.
6.8. Estabilidad, tratamiento descriptivo.

7. Ecuaciones hiperbólicas y sus características.

7.1. Solución analítica a ecuaciones cuasilineales de primer orden
7.2. Integración numérica y una característica.
7.3. Métodos de diferencia finita en una malla rectangular para ecuaciones de primer orden.
7.4. Programación de discontinuidades en ecuaciones de primer orden.
7.5. Discontinuidades y aproximaciones de diferencias finitas. Un ejemplo aproximación implícita de Wendroff.
7.6. Ecuaciones hiperbólicas cuasilineales de segundo orden. Curvas características y relaciones diferenciales entre ellas.

7.7. Métodos de diferencia finita en una malla rectangular para ecuaciones de segundo orden.

8. Ecuaciones hiperbólicas y sus características.

8.1. Ejemplos resueltos.
8.2. Diferencias finitas en coordenadas polares.
8.3. Análisis de la discretización del error de una aproximación de cinco puntos a una ecuación de Poisson sobre un rectángulo. Resultado limitado para fronteras irregulares.
8.4. Métodos de Jacobi, Gauss-Seidel y SOR.
8.5. Métodos de Jacobi, Gauss-Sociedel y SOR en forma matricial.
8.6. Condición necesaria y suficiente para convergencia de métodos de iteración.
8.7. Condición suficiente para convergencia.
8.8. Métodos para convergencia acelerada.

Estrategias Didácticas

- En general, promover la participación activa de los estudiantes poniendo especial atención al desarrollo de habilidades de carácter general así como específicas del área de los métodos numéricos.
- Para todos los algoritmos estudiados analizar las condiciones para su convergencia, además del error.
- Implementar computacionalmente los algoritmos estudiados, ya sea en Taller o como tareas.
- Promover la investigación bibliográfica sobre aspectos téoricos.
- Durante el taller se sugiere que el profesor emplee dinámicas que promuevan el trabajo en equipo.
- Aplicar los métodos estudiados para resolver problemas científicos.

Estrategias de Evaluación

Para la evaluación de los estudiantes, el profesor tomará en cuenta:

- resultados de los exámenes parciales aplicados (se sugiere que sean al menos tres),
- tareas, trabajos de investigación,
- participación individual y colectiva en las actividades cotidianas.

Los porcentajes serán previamente acordados al inicio del semestre.

Bibliografía

- Lambert. J.D. *Computational Methods in Ordinary Differential Equations*. John Wiley & Sons.
- Smith. G. D. *Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods*. Clarendon Press Oxford.

Perfil Académico Deseable del Maestro

Se recomienda que el profesor tenga las siguientes características:

- Formación matemática sólida en el área.
- Posea conocimientos acerca de la utilización de los métodos numéricos.
- Incorpore el empleo de recursos computaciones en las actividades cotidianas del curso.