NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE
MODELACIÓN NUMÉRICA DE FLUIDOS GEOFÍSICOS

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
Tercer Semestre (Optativa)	GA-803

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Que el alumno aprenda aspectos generales de las ecuaciones diferenciales parciales que describen el flujo de fluidos, la naturaleza no lineal de estas ecuaciones y lo complejo de la geometría involucrada en casos reales. Además, modelos numéricos para simular el amplio espectro de los llamados flujos geofísicos (agua y atmósfera). Al final del curso, el alumno será capaz de diseñar sus propios modelos numéricos y de aplicar correctamente los criterios matemáticos de consistencia, convergencia y estabilidad para el buen funcionamiento de un modelo.

TEMAS Y SUBTEMAS

1. INTRODUCCION

1.1 Ventajas de la modelación numérica
1.2 Problemas típicos de flujos geofísicos
1.3 Física simple y geometría compleja
1.4 Simple geometría y física compleja
1.5 Estructura de las ecuaciones
1.6 Aspectos generales de la dinámica de fluidos y su modelación
1.7 Aspectos preliminares sobre consistencia, convergencia y estabilidad de soluciones

2. GENERALIDADES SOBRE ECUACIONES DIFRENCIALES PARCIALES

2.1 Antecedentes
2.2 Naturaleza de problemas bien comportados
2.3 Condiciones de frontera y condiciones iniciales
2.4 Clasificación por características
2.5 Sistemas de ecuaciones
2.6 Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP) hiperbólicas, parabólicas y elípticas
2.7 Interpretación sobre bases físicas
2.8 El método de las características y separación de variables

3. ECUACIONES DE MOVIMIENTO EN COORDENADAS CARTESIANAS

3.1 Ecuaciones primitivas
3.2 Función de corriente y ecuación de vorticidad
3.3 Formas conservativas
3.4 Escalamiento de las ecuaciones
3.5 Ecuación de advección difusión
3.6 Ecuación de transporte unidimensional

4. TÉCNICAS PRELIMINARES NUMÉRICAS

4.1 Expansión en series de Taylor
4.2 Discretización
4.3 Conversión de derivadas a expresiones algebraicas discretas
4.4 Derivadas espaciales y temporales
4.4 Aproximación de derivadas
4.6 Técnicas generales
4.7 Exactitud de los procesos de discretización
4.8 Comparación de fórmulas de alto y bajo orden
4.9 Importancia de la resolución aplicada
4.10 Exactitud de procesos ondulatorios discretizados

4.11Exactitud de fórmulas de alto orden
4.12 Métodos de diferencias finitas

5. MÉTODOS PARA RESOLVER LA ECUACIÓN DE TRANSPORTE

5.1 Ajuste por polinomios
5.2 Método integral
5.3 Método de control de volumen
5.4 Propiedades conservativas
5.5 Descripción de la inestabilidad
5.6 Análisis de estabilidad
5.7 Análisis de estabilidad por perturbación discreta
5.8 Análisis de estabilidad de Von Neuman
5.9 Análisis de estabilidad de Hirt
5.10 Criterios de estabilidad
5.11 Métodos explícitos de paso adelante y paso atrás
5.12 El método de salto de rana (leapfrog)
5.13 Método de salto de rana de Dufort-Frankel
5.14 Primer método de diferencias finitas de corriente arriba
5.15 Errores de viscosidad artificiales
5.16 La propiedad transportiva
5.17 Propiedades conservativas y transportivas en diferencias finitas
5.18 Segundo método de diferencias finitas de corriente arriba
5.19 Métodos de Adams-Bashforth y Crocco
5.20 Método de Leith; errores de fase y errores de enlazamiento
5.21 Métodos implícitos
5.22 Métodos explícitos de pasos múltiples
5.23 Métodos implícitos de dirección alternada (ADI)
5.24 Métodos explícitos de dirección alternada (ADE)
5.25 Método de Arakawa

6. MÉTODOS PARA RESOLVER LA ECUACIÓN DE FUNCIÓN DE CORRIENTE

6.1 Métodos directos
6.2 Métodos de Richardson y Liebman
6.3 Método de relajación residual de Southwell
6.4 Método de relajaciones sucesivas (SOR)
6.5 Tácticas y estrategias
6.6 Métodos ADI
6.7 Otros métodos iterativos
6.8 El método de series de Fourier

7. CONDICIONES DE FRONTERA

7.1 Importancias de las condiciones de frontera en modelaciones numéricas
7.2 Fronteras sólidas en sistemas de mallas simples
7.3 Fronteras sólidas en sistemas de mallas alternados
7.4 Fronteras simétricas
7.5 Fronteras de paso adelante
7.6 Fronteras de corriente arriba
7.7 Fronteras con flujos
7.8 La paradoja de corriente abajo
7.9 Condiciones en el infinito
7.10 Condiciones de frontera en esquinas
7.11 Criterios de convergencia y condiciones iniciales

8. SOLUCIONES PARA LA ECUACIÓN DE PRESIÓN

8.1 Ecuación de Poisson para la presión
8.2 Condiciones de frontera de segunda clase para la presión
8.3 Métodos iterativos

8.4 Niveles de presión

9. SOLUCIONES PARA LA TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN

9.1 Ecuaciones básicas
9.2 Consideración de la disipación
9.3 Representación en diferencias finitas de la disipación
9.4 Condiciones de frontera para la temperatura y concentración
9.5 Términos fuente y de sumidero

10. MÉTODOS PARA RESOLVER LAS ECUACIONES PRIMITIVAS

10.1 Consideraciones generales
10.2 Ecuaciones básicas
10.3 Condiciones de frontera
10.4 El método de celdas MAC (Marker And Cell)
10.5 Otros métodos usando variables primitivas
10.6 Importancia relativa de los sistemas vorticidad-función de corriente y velocidades-presión
10.7 Flujos tridimensionales

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Exposición oral interactiva. Asignación de tareas con desarrollos de modelos numéricos simples aplicados a la solución de problemas prácticos de la atmósfera y el océano. En las tareas el estudiante podrá madurar conceptos sobre los diferentes tipos de esquemas numéricos y su correcta aplicación. Se efectuarán búsquedas de trabajos científicos de modelación numérica de fluidos geofísicos recientes en libros, revistas científicas y en el internet. Las tareas tendrán el carácter de obligatorias**.**

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

1. El curso prevé el llevar a cabo tareas de modelación numérica y en general aspectos de cálculo en computadoras. Para que el estudiante pruebe por si mismo los diferentes esquemas numéricos, las tareas jugarán un papel muy importante. La organización, profundidad y, en general, la calidad de la tarea determinarán la calificación. Las tareas representarán el 25 % de la calificación total. El estudiante deberá entregar las tareas con el nombre del curso, nombre del alumno, número de tarea y la fecha de entrega. Para una mejor calidad de la tarea se promoverá el uso de computadoras y software moderno para texto y graficado.

2. Se realizarán 3 exámenes parciales con una duración máxima de 1 hora. Los exámenes representarán el 75 % de la calificación total. El contenido de los exámenes tratará sobre lo enseñado en el periodo correspondiente y contendrá aspectos teóricos y solución de problemas. La estructura de los exámenes es la siguiente:

Examen parcial 1	Temas 1, 2, 3 y 4
Examen parcial 2	Temas 5, 6 y 7
Examen parcial 3	Temas 8, 9 y 10

3. La calificación final estará integrada de la siguiente manera:

Calificación Total = (Parcial1 + Parcial2 + Parcial3 + Tareas)/4

BIBLIOGRAFÍA

1. Chung T.J., Computational Fluid Dynamics.Cambridge University Press. (2002).

2. Roache P.J., Computational Fluid Dynamics. Hermosa Publishers. (1982)

3. Morton K.W. and Mayers D.F. Numerical solution of partial Differencial Equations. Cambridge University Press. (1994).

4. Gribel M., Dornseifer T., Neunhoeffer T., Numerical simulation in Fluid Dynamics. A practical Introduction. SIAM, Society for Industrial and Applied Mathematics. (1998).