

# Taller de Modelación Numérica

## Semestre 2021 - 1

### Facultad de Ciencias, UNAM

**Professor:** Gerardo Hernández Dueñas

**Email:** hernandez@im.unam.mx

**Horario de clase:**

- Lu, Mi, Vi 5:00 pm - 7:00 pm

**Clase virtual por zoom**

**Oficina:** Cubículo 2 Imate-Juriquilla

**Phone :** 442-192-6283

Ext. 302

**Horario de oficina:**

-Por solicitud

**Liga Zoom:** <https://cuaed-unam.zoom.us/j/91322926983?pwd=a0lzQzExajRJeDhTY3J3WlJFTndZUT09>

**Página web:** <https://paginas.matem.unam.mx/gerardo/>

#### **Libros de texto principales: Bibliografía básica:**

- Durran, D. R., 1998, Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics, Springer Verlag, New York.
- Gould, H. and Tobochnik, J., 1988, An Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical Systems, Addison Wesley Publishing Company, USA.
- Kantha, L. H. and Clayson, C. A., 2000, Numerical Models of Oceans and Oceanic Processes, International Geophysics Series, Vol. 66, Academic Press, San Diego, California.
- Mesinger, F. and Arakawa, A., 1976, Numerical Methods Used in Atmospheric Models, Vol.1, Garp Publication Series, No. 17, WMO/ICSU Joint Organizing Committee, Geneva.
- Trenberth, K. E., 1992, Climate System Modeling, Cambridge University Press, Cambridge.

#### **Bibliografía complementaria:**

- Haidvogel, D. B. and Beckmann, A., 1999, Numerical Ocean Circulation Modeling, Series on Environmental, Science and Management, Vol.2, Imperial College Press, London.
- Haltiner, G. J. and Williams, R. T., 1980, Numerical Prediction and Dynamic Meteorology, John Wiley and Sons, New York.
- Jacobson, M. Z., 1999, Fundamentals of Atmospheric Modeling, Cambridge University Press, Cambridge.
- O'Brien, J. J., 1985, Advanced Physical Oceanographic Numerical Modeling, Reidel Press, NATO ASI series C, Mathematical and physical sciences, Vol. 186.
- Seinfeld, H. J., 1986, Atmospheric Chemistry and Physics: Air Pollution, Wiley Interscience, New York.

## **Calendario de exámenes :**

**Examen 1:** Octubre 30, 2020. 5:00 pm - 7:00 pm.

**Examen 2:** Diciembre 11, 2020. 5:00 pm - 7:00 pm.

**Examen final:** Febrero 5, 2021. 5:00 pm - 7:00 pm.

Las fechas de los exámenes no se mueven. Hagan sus planes ahora y marquen esos días en sus calendarios.

**Objetivo del curso:** Familiarizar al estudiante con las técnicas de la solución numérica de sistemas de ecuaciones diferenciales aplicadas a la modelación de procesos de las ciencias de la tierra.

### **Temas:**

#### **1. Ecuaciones de Conservación**

#### **2. Algunos problemas en las Ciencias de la Tierra**

2.1. Introducción.

2.2. Convección termica.

2.2.1. Derivación y escalamiento.

2.2.2. Soluciones.

2.2.3. Una forma alternativa: Las ecuaciones de Lorenz y caos.

2.3. Ecuaciones de Aguas Someras.

2.3.1. Linealización de las ecuaciones de aguas someras en el plano ecuatorial.

2.3.2. Modelo de Cane/Zebiak para la predicción del Niño.

2.4. Propagación de ondas sísmicas.

2.4.1. Derivación básica: medio lineal elástico.

2.5. Flujo en un medio poroso.

2.5.1. Medio poroso rígido.

2.5.2. Medio poroso deformable: migración de magma.

2.6. Transporte geoquímico/flujos reactivos.

#### **3. Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias**

3.1. Método de Euler

3.2. Método de Runge-Kutta.

3.3. Métodos de paso fijo y paso variable.

#### **4. Transporte: flujo conservativo no difusivo, problema de valores iniciales**

4.1. Introducción.

4.2. Problemas de valores iniciales no difusivos y la derivada material.

4.3. Métodos basados en mallas y diferencias finitas.

4.4. Esquemas en diferencias: análisis de estabilidad.

4.5. Esquemas eulerianos para problemas no difusivos de valores iniciales.

#### **5. Difusión: problema difusivo de valores iniciales**

5.1. Física básica de la difusión.

5.2. Formulación numérica del problema de difusión.

5.2.1. Condiciones de frontera.

- 5.3. Esquemas implícitos y estabilidad.
- 5.3.1. Analogía con decaimiento radioactivo.
- 5.3.2. Esquemas totalmente implícitos.
- 5.3.3. Esquemas de Crank-Nicholson.
- 5.3.4. Condiciones de frontera para esquemas implícitos.

## **6. Modelos de circulación general, de circulación atmosférica y de circulación oceánica**

- 6.1. Modelos de circulación general.
- 6.2. Modelos de circulación oceánica.
- 6.3. Modelos de circulación atmosférica.
- 6.4. Parametrizaciones.
- 6.5. Modelación de procesos biogeoquímicos.

**Tarea aproximadamente semanal:** La tarea se deberá entregar escaneada los lunes por correo electrónico antes del **comienzo de la clase**. La tarea estará disponible en línea en <https://paginas.matem.unam.mx/gerardo/> aproximadamente una semana antes de su fecha de entrega.

**Calificación de tareas:** La calificación final de las tareas contarán el 15% de su calificación final.

**Política de entrega:** La tarea debe entregarse antes del inicio de la clase. Las demás tareas que se entreguen tarde se aceptarán hasta ese mismo día y contarán el 80 % del crédito original. No se aceptarán tareas después de la fecha límite, sin excepciones! El objetivo de esta política es ayudarles a no retrasarse con el material.

**Expectativas:** Se espera que trabajen fuera de clase al menos 9 horas por semana.

**En el salón de clase:** Deben asistir a clase. Se harán anuncios importantes durante la misma. Si faltan, pidan las notas a sus compañeros. Su asistencia y buena participación en clase les podría ayudar a subir su calificación final.

**Para obtener ayuda:** Si tienen dudas o preguntas, hay horarios de oficina por solicitud.