

# CLASE

## Temas selectos de Termofluidos: Fundamentos de Métodos Numéricos Aplicados a Termofluidos.

### PROGRAMA

#### Unidad I: Introducción a los métodos numérico, conceptos básicos.

- 1.1 ¿Que son los métodos numéricos?
  - 1.1.1 Solución numérica, significado y lo que representa.
  - 1.1.2 Diferencias entre soluciones numéricas vs analíticas.
  - 1.1.3 Tipos de ecuaciones diferenciales y la diversidad de métodos numéricos existentes.
  - 1.1.4 Condiciones de frontera e iniciales, su importancia para los métodos numéricos.
  - 1.1.5 ¿Qué es la discretización de las ecuaciones y como se realiza?
  - 1.1.6 Error numérico ¿qué es? y ¿cómo evaluarlo?
  - 1.1.7 Inestabilidad numérica, su significado y lo que representa en un cálculo numérico.
- 1.2 Conceptos básicos de programación.
  - 1.2.1 Estructura de un programa.
  - 1.2.2 Tipos de variables.
    - 1.2.2.1 Enteras y flotantes.
    - 1.2.2.2 De un valor o arreglos de múltiples casillas.
  - 1.2.3 Condicionales de decisión.
  - 1.2.4 Ciclos de Cálculos.
  - 1.2.5 Subrutinas o programas de múltiples subprogramas.
  - 1.2.6 Salida de datos y resultados (gráficos).
- 1.3 Ejercicios de práctica.

#### Unidad II: Fundamentos de métodos numéricos.

- 2.1 Tipos de ecuaciones diferenciales.
  - 2.1.1 Definición mediante el tipo de variables que las integran
    - 2.1.1.1 Ecuaciones diferenciales ordinarias.
    - 2.1.1.2 Ecuaciones diferenciales parciales.
  - 2.1.2 Definición mediante la interdependencia de las variables.
    - 2.1.2.1 Ecuaciones lineales.
    - 2.1.2.2 Ecuaciones no lineales.
  - 2.1.3 Definición mediante los requerimientos de condiciones de frontera e iniciales.
    - 2.1.3.1 Ecuaciones Parabólicas.
    - 2.1.3.2 Ecuaciones Hiperbólicos.
    - 2.1.3.3 Ecuaciones Elípticas.
- 2.2 Métodos de solución numérica de ecuaciones diferenciales.
  - 2.2.1 Ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales.
    - 2.2.1.1 Método de Runge-kutta cuarto orden.
    - 2.2.1.2 Versiones modificadas del método de Runge-kutta cuarto orden.
    - 2.2.1.3 Otros métodos.
  - 2.2.2 Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales.
    - 2.2.2.1 Método de Runge-kutta cuarto orden.
    - 2.2.2.2 Versiones modificadas del método de Runge-kutta cuarto orden.
    - 2.2.2.3 Otros métodos.

- 2.2.3 Ejercicios de práctica.
- 2.2.4 Ecuaciones diferenciales parciales lineales (fenómenos transitorios).
  - 2.2.4.1 Métodos basados en esquemas de Diferencias Finitas.
  - 2.2.4.2 Series de Taylor como esquema de discretización (hacia adelante, hacia atrás, centrada)
  - 2.2.4.3 Métodos basados en esquemas de Volumen Finito.
  - 2.2.4.4 Teoría de línea y superficie como esquema de discretización de flujos que transitan por las fronteras de los volúmenes diferenciales.
  - 2.2.4.5 Métodos basados en otros esquemas.
- 2.2.5 Sistemas de ecuaciones diferenciales parciales lineales (fenómenos transitorios).
  - 2.2.5.1 Métodos basados en esquemas de Diferencias Finitas.
  - 2.2.5.2 Métodos basados en esquemas de Volumen Finito.
- 2.2.6 Ejercicios de práctica.
- 2.2.7 Ecuaciones diferenciales parciales no lineales (fenómenos transitorios).
  - 2.2.7.1 Métodos basados en esquemas de Diferencias Finitas.
  - 2.2.7.2 Métodos basados en esquemas de Volumen Finito.
- 2.2.8 Sistemas de ecuaciones diferenciales parciales no lineales (fenómenos transitorios).
  - 2.2.8.1 Métodos basados en esquemas de Diferencias Finitas.
  - 2.2.8.2 Métodos basados en esquemas de Volumen Finito.
- 2.3 Diseño y construcción del entorno de simulación.
  - 2.3.1 ¿Qué es una malla y como se construye?
  - 2.3.2 ¿Qué son los nodos y/o los volúmenes diferenciales en una Malla?
  - 2.3.3 Tipos de Mallas y como se define el resultado de un buen entorno de simulación.
    - 2.3.3.1 Mallas uniformes.
    - 2.3.3.2 Mallas irregulares o no-uniformes.
    - 2.3.3.3 Mallas deformadas y su significado en los modelos matemáticos de estudio.
    - 2.3.3.4 Estudio de independencia de malla.
    - 2.3.3.5 Calidad de la malla vs costo computacional.
  - 2.3.4 Ejercicios de práctica.
- 2.4 Condiciones de frontera e iniciales, su importancia en los esquemas de solución numéricas.
  - 2.4.1 Tipos de condiciones de frontera.
    - 2.4.1.1 Condiciones de Frontera Dirichlet.
    - 2.4.1.2 Condiciones de Frontera Neumann.
  - 2.4.2 Como definir las condiciones de frontera, esquema de discretización.
  - 2.4.3 Ejercicios de práctica.

**Unidad III: Métodos de solución numérica basados en Diferencias Finitas aplicados al estudio de la mecánica de fluidos y transferencia de calor.**

- 3.1 Métodos de solución explícitos, sus principales características, ventajas y limitaciones.
  - 3.1.1 Método explícito simple.
  - 3.1.2 Método de Euler.
  - 3.1.3 Método de Lax.
  - 3.1.4 Método de MacCormack.
  - 3.1.5 Método Predictor-Corrector.
  - 3.1.6 Otros Métodos.
  - 3.1.7 Método de Corrección de Presión SIMPLE (sus fundamentos)
  - 3.1.8 Ejercicios de práctica.
- 3.2 Métodos de solución implícitos, sus principales características, ventajas y limitaciones.
  - 3.2.1 ¿Qué es una tridiagonal y como se asemeja a la solución de Gauss?

- 3.2.2 Como se Construye el algoritmo de Thomas.
- 3.2.3 Método de Euler implícito.
- 3.2.4 Método de Crank-Nicholson.
- 3.2.5 Método de ADI (implícito de dirección alternante).
- 3.2.6 Método de Corrección de Presión SIMPLE (sus fundamentos)
- 3.2.7 Otros Métodos.
- 3.2.8 Ejercicios de práctica.

#### **Unidad IV: Métodos de solución numérica basados en Volumen Finito aplicados al estudio de la mecánica de fluidos y transferencia de calor.**

- 4.1 Formulación del esquema de Volumen Finito vs Diferencias Finitas.
  - 4.1.1 Métodos explícitos de solución.
  - 4.1.2 Métodos implícitos de solución.
  - 4.1.3 Formulaciones en 1D y 2D.
  - 4.1.4 Características particulares de la formulación de Volumen Finito
  - 4.1.5 Ejercicios de práctica.

#### Referencias:

1. Nieves, A., Dominguez, F.C., (2006). Métodos numéricos aplicados a la ingeniería. *CECSA*.
2. Tannehill, J.C., Anderson, D.A., Pletcher, R.H. (2012). Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer. *Taylor & Francis*.
3. Minkowycz, W.J., Sparrow, E.M., Murthy, J.Y., (2006). Handbook of Numerical Heat Transfer. *Wiley*.