

## Turbulencia

Curso Académico: ( 2024 / 2025 )

Fecha de revisión: 13-03-2024

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Aeroespacial, Departamento de Ingeniería Térmica

Coordinador/a: VELA MARTIN, ALBERTO

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1 Cuatrimestre : 2

## REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Ecuaciones diferenciales ordinarias / Sistemas dinámicos  
Ecuaciones en derivadas parciales

## OBJETIVOS

## COMPETENCIAS

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial;

Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial;

Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades;

Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado.

Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.

Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.

Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.

Saber modelar elementos y sistemas complejos o en campos poco establecidos, que conduzcan a problemas bien planteados/formulados.

## RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Comprender algunos de los problemas más complejos de un campo de aplicación en el ámbito de la Ingeniería y las Ciencias Aplicadas Saber modelar elementos complejos en este campo de aplicación, comprendiendo el grado de aproximación efectuado.

Entender las dificultades que tanto la simulación numérica como el análisis de estos modelos plantea.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

- 1 Introducción
  - 1.1 Flujo laminar, flujo turbulento y transición.
  - 1.2 Bifurcaciones
- 2 Estabilidad de flujos confinados
  - 2.1 Rayleigh-Benard
  - 2.2 Taylor-Couette
- 3 Estabilidad de flujos paralelos y casi paralelos
  - 3.1 Inestabilidad espacial, temporal, y espacio-temporal
  - 3.2 Inestabilidades viscosas y no-viscosas
  - 3.4 Estabilidad de flujos casi-paralelos
- 4 Estabilidad global y no modal (transient growth)
- 5 Transición
  - 5.1 Tuberías, capas límites, chorros y capas de mezcla.
  - 5.2 Inestabilidades secundarias, by-pass transition
- 6 Turbulencia.
  - 6.1 Descripción estadística: Reynolds-averaged Navier Stokes y el problema del cierre.
  - 6.2 Flujos de cortadura libre: capas de mezcla, chorros, estelas.
  - 6.3 Las escalas de los flujos turbulentos: la cascada de energía
  - 6.4 Flujos de pared: canales, tuberías y capas límites.
- 7 Introducción al modelado de la turbulencia
  - 7.1 DNS
  - 7.2 LES
  - 7.3 RANS

#### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Constará de clases teóricas para introducir la teoría de estabilidad, la física de la transición y la turbulencia. Los estudiantes tendrán que resolver problemas sencillos con solución analítica. Además habrán de resolver problemas numéricos utilizando Matlab o cualquier otro entorno de su elección.

<b>Peso porcentual del Examen Final:</b>	60
<b>Peso porcentual del resto de la evaluación:</b>	40

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- C. Godreche, P. Manneville Hydrodynamics and nonlinear instabilities, Cambridge University Press, 2005
- P.J. Schmid, D.S. Henningson Stability and transition in shear flows, Springer, 2001
- S.B. Pope Turbulent Flows, Cambridge Univ. Press, 2000

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- H. Tennekes, J.L. Lumley A first course in turbulence, MIT Press, 1972
- P. A. Davidson Turbulence: An Introduction for Scientists and Engineers: An Introduction for Scientists and Engineers. , Oxford Univ. Press, 2004
- P. A. Durbin, B.P. Reif Statistical theory and modeling for turbulent flows., John Wiley & Sons., 2011
- Wilcox, D. C. Turbulence modeling for CFD , DCW industries, 1998