

IDENTIFICACIÓN

CURSO	:	SINGULARIDADES EN TEORÍAS FÍSICAS
TRADUCCIÓN	:	SINGULARITIES IN PHYSICAL THEORIES
SIGLA	:	FIM3436
CRÉDITOS	:	15
MÓDULOS	:	2
REQUISITOS	:	FIZ0313
RESTRICCIONES	:	(NIVEL = DOCTORADO) O (NIVEL = MAGISTER)
CONECTOR	:	O
CARÁCTER	:	OPTATIVO
TIPO	:	CÁTEDRA
CALIFICACIÓN	:	ESTÁNDAR
PALABRAS CLAVE	:	SINGULARIDADES, LEYES DE AUTOSIMILITUD, CÁLCULO NUMÉRICO
NIVEL FORMATIVO	:	DOCTORADO O MAGISTER

I. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

- Las ecuaciones a derivadas parciales, que describen un gran número de leyes físicas, pueden usualmente desarrollar singularidades en el espacio y el tiempo que manifiestan una divergencia de una magnitud que limita o cuestiona la validez global de la teoría. Algunos ejemplos ocurren en mecánica, en fluidos, en elasticidad, así como en otras disciplinas. Las singularidades se pueden manifestar vía la curvatura geométrica en una interface o un filamento en interacción, la velocidad o presión en una onda de choque generada por una explosión, la intensidad luminosa en una fibra óptica, etc. Se espera que los estudiantes logren modelar sistemas físicos, comprender si la evolución dinámica puede o no desarrollar singularidades y caracterizarla vía una solución analítica o numérica. La evaluación consiste en Tareas, una Interrogación y en proyectos individuales.

II. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1. Modelar diversas situaciones físicas con la ayuda de ecuaciones a derivadas parciales (EDP) no-lineales.
2. Resolver numéricamente la dinámica de una EDP de tal manera de mostrar (analítica o numéricamente) la posible existencia de una singularidad.
3. Aplicar la teoría de la dinámica auto-similar que permite “reducir” la dimensión del problema.
4. Resolver analítica o numéricamente las ecuaciones reducidas, las que usualmente son ecuaciones a derivadas ordinarias.

III. CONTENIDOS

1. Breve introducción a singularidades en mecánica.
 - 1.1 Colapso de una partícula bajo una fuerza Newtoniana $1/r^2$.
 - 1.2 Colapso inelástico de una partícula que rebota y otras singularidades en mecánica.
2. Singularidades en fluidos.
 - 2.1 Leyes de conservación en la dinámica de fluidos.
 - 2.2 El problema de Riemann en fluidos compresibles.
 - 2.3 El problema de una explosión.
 - 2.4 El problema de una implosión.
 - 2.5 Colapso gravitacional.
 - 2.6 Singularidades en fluidos viscosos.
3. Estructuras geométricas Singulares.
 - 3.1 Dinámica de filamentos de vorticidad.
 - 3.2 Dinámica de hojas de vorticidad (Ecuación de Birkhoff-Roth).

3.3 Dinámica de placas elásticas (Ecuación de Foppl-von Karman).

4. Singularidades en otras ramas de la física.

- 4.1 Singularidades en óptica no lineal (Ecuación de Schrödinger no lineal).
- 4.2 Singularidades en la formación de un condensado de Bose-Einstein (Teoría Cinética).
- 4.3 Singularidad de Penrose en relatividad General (Ecuaciones de Einstein).

5. Singularidades en la ecuación de Euler.

- 5.1 Caso axisimétrico.
- 5.2 Otras variaciones y geometrías.

IV. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Cátedras
- Tareas, Interrogación individual.
- Proyectos Individuales

V. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

- La evaluación consiste en:
 - o Tareas a lo largo del semestre
 - o 1 Interrogación individual a mediados del semestre
 - o 1 proyectos individuales que consisten en un informe escrito tipo (50%) Letter más una exposición de 15 mins (15%)

La nota final será $NF = 0.25 \times \langle \text{Tareas} \rangle + 0.35 \times \text{Interrogación} + 0.4 \times \text{Proyecto}$

VI. BIBLIOGRAFÍA

Mínima:

- LD Landau and EM Lifshitz *Fluid Mechanics* (Oxford, Pergamon), 1984.
- G I Barenblatt, *Scaling, Self-similarity, and Intermediate Asymptotics: Dimensional Analysis and Intermediate Asymptotics* (Cambridge University Press), 2003.
- J. Eggers, MA Fontelos, *Singularities: Formation, Structure, and Propagation* (Cambridge University Press), 2015.
- J. Eggers, MA Fontelos, The role of self-similarity in singularities of partial differential equations, *Nonlinearity* 22 (2009) R1–R44.
- J. Eggers, The role of singularities in hydrodynamics, *Phys. Rev. Fluids* 3, 110503 (2018).

Complementaria: N/A