

## PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
<b>ME711</b>	<b>Transferencia de Calor y Masa</b>			
<b>Nombre en Inglés</b>				
Heat and Mass Transfer				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	1,5	0	8,5
Requisitos			Carácter del Curso	
ME4302, Transferencia de Calor			Obligatorio Magíster en Ingeniería Mecánica	
			Electivo Ingeniería Civil Mecánica	
Resultados de Aprendizaje				
<p>El estudiante será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar las analogías físico-matemáticas entre los distintos fenómenos de transferencia que permiten tratar la fluidodinámica, la transferencia de calor y la transferencia de masa de manera unificada. Distinguir los casos en que las analogías no se aplican.</li> <li>• Utilizar métodos de solución analítica, numérica y de modelación en fenómenos de transferencia por convección y difusión.</li> <li>• Formular y resolver problemas caracterizados por: dimensionalidad, entidad (es) transportada(s), dependencia del tiempo, grado de acoplamiento de las variables dependientes de campo, dominancia de los términos difusivos o convectivos y naturaleza de los términos fuente.</li> <li>• Formular problemas y crear modelos o códigos de resolución</li> <li>• Verificar y validar soluciones numéricas</li> <li>• Utilizar resultados (variables de campo) para la descripción física de los fenómenos.</li> </ul>				

Metodología Docente	Evaluación General
Clases expositivas Trabajos de tarea, individuales Proyecto Final, en grupos	2 Ejercicios presenciales 4 Trabajos durante el semestre Examen: Presentación e informe del Proyecto final

### Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Formulación general de problemas de transferencia de momento, calor y masa.	1
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
VARIABLES DE FLUJO Y VARIABLES DE POTENCIAL. SISTEMAS DE ECUACIONES GOBERNANTES Y CONDICIONES DE BORDE E INICIALES. LEYES PARTICULARES. TIPOS DE TÉRMINOS FUENTE. ANÁLISIS DE ESCALA Y GRUPOS ADIMENSIONALES.	Clasifica los fenómenos de flujo de fluidos, transferencia de calor y de masa) en el marco unificado de fenómenos de transferencia. Aprecia la amplitud del rango de fenómenos que quedan descritos por esta formulación.	1

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Transferencia de Masa	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Difusividad y mecanismos de difusión. Ejemplos de difusión en sólidos, líquidos, gases. Coeficientes de transferencia de masa en una fase. Transferencia de masa entre fases y coeficientes globales de Transferencia de masa.	Comprende los conceptos y leyes que describen los fenómenos de transferencia de masa. Utiliza las analogías entre transferencia de calor y de masa.	1

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Conducción, difusión y flujo viscoso en régimen dependiente del tiempo	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
a) Dinámica temporal de fenómenos difusivos. Geometrías simples y complejas. Implementación de soluciones analíticas, soluciones numéricas 2D y 3D, modelos Comsol y Ansys. Verificación y validación de soluciones. No linealidades. Aplicaciones en varios ámbitos de la Ingeniería Mecánica. b) Discretización	Aplica métodos analíticos y numéricos a problemas difusivos. Discretiza sistemas de ecuaciones, previene y anticipa inestabilidades numéricas en problemas dependientes del tiempo. Valida soluciones numéricas por comparación con soluciones	1, 2, 3, 4

de las ecuaciones de la transferencia por difusión. Criterios de estabilización numérica en métodos de volúmenes finitos y de elementos finitos.	analíticas y/o mediante pruebas de consistencia interna de sus modelos.	
--	---	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Transferencia simultánea de momento, calor y masa	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Transferencia simultánea de momento, calor y masa por difusión y convección.  Caso de flujo en capa límite, con geometría plana y cilíndrica. Método de similitud y métodos numéricos (Comsol, Ansys). Altas y bajas tasas de transferencia de masa.	Analiza diversas formas de acoplamiento de los fenómenos de transferencia.  Distingue casos de baja y alta transferencia de masa, en que las analogías entre fenómenos de transferencia no se mantienen.	1

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Flujo forzado en canales	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Perfiles de velocidad y temperatura en la región de entrada. (Problema de Graetz). Solución por diferencias finitas de la entrada térmica con perfil de velocidad parabólico. Desarrollo simultáneo de los perfiles de velocidad y temperatura, a través de software multifísicos. Extensión al problema de Graetz turbulento	Obtiene campos de velocidad y temperatura y sus parámetros derivados (coeficientes convectivo y de fricción). Valida los campos obtenidos.  Aplicación: Tubos de intercambiadores de calor de macro y microescala.	2

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
6	Transferencia por convección y difusión	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Enfoque numérico de la transferencia por convección y difusión. Influencia de la dirección del flujo (formulaciones upwind y Petrov-Galerkin). Métodos de volúmenes finitos y de elementos finitos. Estabilidad de soluciones y selección de algoritmos ("Solvers").	Mediante el análisis de casos simples de flujo elíptico se adquiere la capacidad de elegir resolvedores adecuados a la estructura del flujo.	2, 3

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
7	Sistemas de acoplamiento múltiple	4
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Problemas elípticos dependientes del tiempo con diversos términos fuente, tales como: sistemas pasivos de calefacción, doble difusión (pozas solares), diversos tipos de colectores solares, llamas de difusión.  Modelación por medio de software comercial de sistemas complejos con múltiple acoplamiento entre las variables dependientes.	Modelar sistemas de alto grado de acoplamiento entre sus variables dependientes, de grandes escalas temporales y que requieren ingentes recursos computacionales para su resolución.	2, 3, 5

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
8	El oscilador de Lorenz	4
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Un sistema determinístico que conduce a soluciones caóticas.  Obtención del sistema a partir de la	Comportamiento de sistemas no lineales dependientes del tiempo que ofrecen distintos patrones de	2, 3, 5

<p>formulación de Rayleigh Benard.          Análisis de series de tiempo,          diagramas de fases y frecuencias de          oscilación, en función de los          parámetros Rayleigh y Prandtl.</p>	<p>comportamiento según los valores          de sus parámetros.           Inestabilidades, transiciones y          bifurcaciones.</p>	
---	---	--

### Bibliografía General

- 1.- R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2002.
- 2.- R.W. Lewis, P. Nithiarasu, K.N. Seetharamu, Fundamentals of the Finite Element method for Heat and Fluid Flow, John Wiley & Sons, Chichester, England, 2004.
- 3.- H.K. Versteeg, W. Malalasekera, An introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method, Longman Group Limited, 1995.
- 4.- H.S. Carslaw, J.C. Jaeger, Conduction of Heat in Solids, 2<sup>nd</sup> Edition, Oxford University Press 1959.
- 5.- Papers disponibles en bases de datos bibliográficos de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Vigencia desde:	Marzo 2013
Elaborado por:	Ramón Frederick
Revisado por:	