



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra



**Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra**

**Programa**

Modelación Numérica

<b>Clave</b>	<b>Semestre</b> 6°, 7° u 8°	<b>Créditos</b> 9	<b>Campo de conocimiento:</b> Ciencias de la Tierra	
			<b>Etapas de formación:</b> Avanzada	
<b>Modalidad</b>	Curso(x) Taller ( ) Lab ( ) Seminario ( ) Otras		<b>Tipo</b>	T ( ) P ( ) T/P ( X )
<b>Carácter</b>	Obligatorio ( ) Optativo ( X ) Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		<b>Horas: 6</b>	
<b>Duración</b>	16 semanas		<b>Semana</b>	<b>Semestre</b>
			Teóricas: 3	Teóricas: 48
			Prácticas: 3	Prácticas: 48
			Total: 6	Total: 96

**Seriación**

Ninguna ( X )

Obligatoria ( )

Asignatura antecedente	
Asignatura subsecuente	
Indicativa ( )	
Asignatura antecedente	
Asignatura subsecuente	

**Objetivo general:**

Emplear las técnicas de la solución numérica de sistemas de ecuaciones diferenciales aplicadas a la modelación de procesos para las ciencias de la Tierra.

**Objetivos particulares:**

Extrapolar el aprendizaje sobre la teoría de los métodos numéricos.  
Desarrollar ejercicios y resolverlos para justificar su teoría y utilidad.  
Contrastar la diferencia entre cada método y su utilidad.

**Índice temático**

	<b>Tema</b>	<b>Horas Semestre</b>	
		<b>Teóricas</b>	<b>Prácticas</b>
<b>1</b>	Ecuaciones de conservación	3	3
<b>2</b>	Algunos problemas en las ciencias de la Tierra	15	15
<b>3</b>	Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias	8	7



<b>4</b>	Transporte: flujo conservativo no difusivo, problemas de valores iniciales	7	8
<b>5</b>	Difusión: problema difusivo de valores iniciales	8	7
<b>6</b>	Modelos de circulación general, de circulación y de circulación oceánica	7	8
<b>Subtotal</b>		<b>48</b>	<b>48</b>
<b>Total</b>		<b>96</b>	

<b>Contenidos temáticos</b>	
<b>Temas</b>	<b>Subtemas</b>
1	Ecuaciones de Conservación
2	<p>Algunos problemas en las Ciencias de la Tierra</p> <p>2.1. Introducción.</p> <p>2.2. Convección térmica.</p> <p>2.2.1. Derivación y escalamiento.</p> <p>2.2.2. Soluciones.</p> <p>2.2.3. Una forma alternativa: Las ecuaciones de Lorenz y caos.</p> <p>2.3. Ecuaciones de Aguas Someras.</p> <p>2.3.1. Linealización de las ecuaciones de aguas someras en el plano ecuatorial.</p> <p>2.3.2. Modelo de Cane/Zebiak para la predicción del Niño.</p> <p>2.4. Propagación de ondas sísmicas.</p> <p>2.4.1. Derivación básica: medio lineal elástico.</p> <p>2.5. Flujo en un medio poroso.</p> <p>2.5.1. Medio poroso rígido.</p> <p>2.5.2. Medio poroso deformable: migración de magma.</p> <p>2.6. Transporte geoquímico/flujo reactivos.</p>
3	<p>Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias</p> <p>3.1. Método de Euler</p> <p>3.2. Método de Runge-Kutta.</p> <p>3.3. Métodos de paso fijo y paso variable</p>
4	<p>Transporte: flujo conservativo no difusivo, problema de valores iniciales</p> <p>4.1. Introducción.</p> <p>4.2. Problemas de valores iniciales no difusivos y la derivada material.</p> <p>4.3. Métodos basados en mallas y diferencias finitas.</p> <p>4.4. Esquemas en diferencias: análisis de estabilidad.</p> <p>4.5. Esquemas eulerianos para problemas no difusivos de valores iniciales.</p>
5	<p>Difusión: problema difusivo de valores iniciales</p> <p>5.1. Física básica de la difusión.</p> <p>5.2. Formulación numérica del problema de difusión.</p> <p>5.2.1. Condiciones de frontera.</p> <p>5.3. Esquemas implícitos y estabilidad.</p> <p>5.3.1. Analogía con decaimiento radioactivo.</p> <p>5.3.2. Esquemas totalmente implícitos.</p>



	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.

<b>Estrategias didácticas</b>	
	Lecturas
	Trabajo en equipo
	Aprendizaje basado en problemas
	Exposición oral

<b>Evaluación del aprendizaje</b>	
	Tareas y ejercicios
	Exposición de temas
	Exámenes parciales
	Examen final

<b>Perfil profesiográfico del docente</b>	
<b>Título o grado</b>	Licenciatura en Física o áreas afines. Nivel mínimo de Maestría.
<b>Experiencia docente</b>	Con experiencia docente de al menos dos años en el ámbito de modelación de procesos de las Ciencias de la Tierra.
<b>Otras características</b>	Haber tomado el curso de formación docente impartido por la ENCiT.

<b>Bibliografía básica</b>	
	Durran, D. R., 1998, <i>Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics</i> , Springer Verlag, New York.
	Kantha, L. H. and Clayson, C. A., 2000, Numerical Models of Oceans and Oceanic Processes, <i>International Geophysics Series, Vol. 66</i> , Academic Press, San Diego, California.

<b>Bibliografía complementaria</b>	
	Haidvogel, D. B. and Beckmann, A., 1999, <i>Numerical Ocean Circulation Modeling</i> , Series on Environmental, Science and Management, Vol.2, Imperial College Press, London.
	Jacobson, M. Z., 1999, <i>Fundamentals of Atmospheric Modeling</i> , Cambridge University Press, Cambridge.

