

PROGRAMA DE CURSO
ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Matemática					
Nombre del curso	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias					
Nombre del curso en inglés	Ordinary Differential Equations					
Código	MA2601		Créditos	6		
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	-----	
Requisitos	MA1002 Cálculo Diferencial e Integral MA1102 Álgebra Lineal					

B. Propósito del curso:

El propósito de este curso es proporcionar los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para resolver familias específicas de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) e interpretar las soluciones de estas en aplicaciones a las ciencias y a la ingeniería.

Se espera que el estudiante actúe en las actividades que se le proponen de manera responsable y honesta, evitando por ejemplo el plagio, copia de sus pares u otras fuentes, así como cualquier comportamiento que vaya en contra de sus pares, equipo docente o código de ética y reglamentos de la Escuela de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG) del Plan de Formación Intermedia (Plan Común):

CE3: Interpretar y utilizar el lenguaje formal matemático, logrando identificar hipótesis, conclusiones, tautologías e inconsistencias, para comprender y desarrollar argumentaciones lógicas.

CE4: Desarrollar la abstracción matemática, es decir, reconocer, separar, jerarquizar y analizar información relevante para utilizarla en la resolución matemática de problemas y

plantear problemas de diferentes áreas en situaciones simples.

CG1: Comunicación Académica y Profesional. Leer de forma comprensiva y analítica diferentes tipos de textos pertinentes para su formación en el nivel. Asimismo, expresar de manera eficaz, clara, precisa e informada sus ideas basadas en evidencia, opiniones e indagaciones, en situaciones formales, tanto en modalidad oral como escrita.

En el curso esta competencia será evaluada de modo general cuyo detalle se describe en el apartado de "Estrategia de Evaluación" y no en base a resultados de aprendizaje.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE3, CE4	RA1: Modela fenómenos presentes en ciencia e ingeniería utilizando ecuaciones o sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.
CE3, CE4	RA2: Aplica teoremas de existencia y unicidad para ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias, identificando ejemplos donde no hay unicidad o existencia global.
CE3, CE4	RA3: Interpreta geoméricamente el problema de valor inicial de una ecuación diferencial ordinaria de primer orden en términos de una curva integral.
CE3, CE4	RA4: Aplica métodos clásicos de resolución de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden homogéneas y no homogéneas.
CE3, CE4	RA5: Aplica métodos clásicos de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden superior.
CE3, CE4	RA6: Aplica métodos clásicos de resolución de sistemas lineales de ecuaciones diferenciales ordinarias.
CE3, CE4	RA7: Analiza cualitativamente sistemas no lineales de ecuaciones diferenciales ordinarias.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA3, RA4	Ecuaciones de Primer Orden	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1. Descripción cualitativa de la ecuación diferencial $y'=f(x,y)$ en términos de un campo vectorial. Noción de curva integral.</p> <p>1.2. Ecuaciones de variables separables. Reducción de orden. Ecuaciones homogéneas.</p> <p>1.3. Modelación usando EDOs de primer orden. Ecuación logística.</p> <p>1.4. Resolución de ecuaciones lineales de primer orden homogéneas y no homogéneas usando factor integrante.</p> <p>1.5. Métodos para resolver ecuaciones tipo Bernoulli, Ricatti.</p> <p>1.6. Teorema de existencia y unicidad para el problema de valor inicial. Ejemplos donde no hay unicidad o existencia global.</p> <p>1.7. Descripción de métodos numéricos de tipo Runge-Kutta de orden I y II</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Resuelve ecuaciones de primer orden usando métodos clásicos. Interpreta la solución del problema de valor inicial de una EDO de primer orden en términos de una curva integral. Modela fenómenos presentes en ciencia e ingeniería usando ecuaciones de primer orden. Aplica el teorema de existencia y unicidad. Reconoce ejemplos donde no hay unicidad o existencia global de soluciones, fundamentando correctamente el motivo. 	
Bibliografía de la unidad		[1], [2], [3], [4]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA5	Ecuaciones lineales de orden superior	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Existencia de base de soluciones lineales homogéneas. Wronskiano.</p> <p>2.2. Ecuaciones lineales homogéneas de orden 2. Fórmula de Abel. Análisis del problema de vibraciones mecánicas.</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Caracteriza el conjunto de soluciones de una ecuación lineal de orden n, determinando la base del espacio de soluciones en el caso autónomo y relacionando la independencia de soluciones con el Wronskiano. Determina soluciones de ecuaciones lineales no 	

<p>2.3. Ecuaciones lineales no homogéneas de orden 2. Fórmula de variación de parámetros. Función de Green</p> <p>2.4. Ecuaciones lineales de segundo orden con condiciones de borde.</p> <p>2.5. Método de series de potencia para ecuaciones lineales no homogéneas de orden 2 con puntos singulares. Método de Frobenius.</p> <p>2.6. Ecuaciones lineales homogéneas de orden n. Polinomio característico. Ecuación de Euler-Cauchy.</p> <p>2.7. Ecuaciones lineales no homogéneas de orden n. Método de coeficientes indeterminados.</p>	<p>homogéneas usando el método de variación de parámetros o coeficientes indeterminados.</p> <p>3. Resuelve ecuaciones lineales de segundo orden con punto singular usando series de potencias.</p> <p>4. Modela problemas de vibraciones mecánicas o eléctricas como EDOs lineales de segundo orden con condiciones de borde, analizando en algunos casos simples sus soluciones en función de los valores propios asociados.</p>
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>[1], [2], [3].</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA4	Transformada de Laplace	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Definición de la transformada de Laplace de una función. Ejemplos y fórmulas.</p> <p>3.2. Resolución de ecuaciones lineales homogéneas y no homogéneas usando transformadas de Laplace.</p> <p>3.3. Fórmula de la convolución.</p> <p>3.4. Heavyside y Delta de Dirac. Resolución de ecuaciones lineales con lados derechos generalizados.</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resuelve ecuaciones lineales no homogéneas usando transformada de Laplace. 2. Interpreta y resuelve ecuaciones diferenciales cuyo lado derecho es discontinuo o es una delta de Dirac. 	
<p>Bibliografía de la unidad</p>		<p>[1], [4]</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA6	Sistemas Lineales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Existencia y unicidad del problema de valor inicial para un sistema lineal. Matriz fundamental.</p> <p>4.2. Problema de valor inicial para un sistema lineal a coeficientes constantes. Cálculo de la matriz exponencial.</p> <p>4.3. Análisis del comportamiento asintótico de las soluciones en términos de los valores propios.</p> <p>4.4. Diagramas de fase para el caso 2x2.</p> <p>4.5. Fórmula de variación de parámetros para sistemas lineales no homogéneos.</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resuelve sistemas lineales a coeficientes constantes usando la matriz exponencial y estudia el comportamiento asintótico de las soluciones. 2. Analiza el diagrama de fase en el caso de 2 x 2. 	
Bibliografía de la unidad		[1], [2], [4].	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA7, RA8	Sistemas autónomos no lineales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>5.1. Sistemas hamiltonianos y de conservación de energía. Análisis de la ecuación $y''+f(y)=0$ en algunos casos simples. Diagrama de fase del péndulo no lineal.</p> <p>5.2. Clasificación de puntos críticos. Estabilidad asintótica. Uso de coordenadas polares.</p> <p>5.3. Análisis de algunos sistemas no-lineales clásicos, como los sistemas de Lotka-Volterra.</p> <p>5.4. Funcional de Lyapunov y estabilidad. Estudio de sistemas que provienen de gradientes $y'=\nabla\phi(y)$</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza cualitativamente sistemas no lineales de 2x2. 2. Modela ciertos fenómenos físicos, como el péndulo no lineal, como sistemas hamiltonianos, estudiando sus soluciones. 3. Identifica la noción de estabilidad de puntos críticos, estudiando el sistema lineal asociado. 4. Determina el comportamiento de un sistema no lineal usando un funcional de Lyapunov 	
Bibliografía de la unidad		[1], [2], [4].	

D. Estrategias de enseñanza:

La estrategia de enseñanza utilizada es principalmente expositiva con participación de los estudiantes; la participación va desde responder preguntas teóricas realizadas por el docente hasta preguntas prácticas durante la resolución de ejercicios. Además, se utiliza como actividad en clases la resolución de problemas, que dependiendo del semestre y el profesor se realizan en la clase de cátedra, en las auxiliares o en el trabajo que se les plantea a los estudiantes. Para el logro del aprendizaje el estudiante cuenta con distintos materiales de apoyo entregado por la escuela y el departamento, como material bibliográfico, distintos apuntes, material audiovisual, tutorías y apoyo en el estudio, entre otros. El curso contempla cinco horas de trabajo autónomo semanal.

E. Estrategias de evaluación:

El curso contempla distintas instancias de evaluación de proceso.

- Evaluaciones parciales (controles, tareas, trabajo en clases, entre otros). Con un máximo de 3 controles por semestre.
- Examen final.

Las evaluaciones parciales pueden variar de semestre a semestre. En varias secciones se realizan una o más tareas prácticas sobre métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias. Éstas se realizan en Matlab o Python y se contextualizan en temas aplicados a ingeniería y ciencias (por ejemplo: ciclos de carbón, ley de gravitación, epidemiología, osciladores mecánicos o eléctricos).

La ponderación de cada evaluación respetará siempre los reglamentos de la Escuela. En cada uno de estos controles y examen final se evaluará la capacidad del estudiante para escribir proposiciones abstractas de manera clara y precisa. Esta evaluación se realiza de manera integral en la revisión de las evaluaciones y puede afectar un porcentaje de la calificación de cada una de ellas (como ejemplo, entre 1 y 5%).

F. Recursos bibliográficos:

Bibliografía General:

- [1] G. F. Simmons. *Ecuaciones diferenciales ordinarias (con aplicaciones y notas históricas)*, MacGraw & Hill, 1993.
- [2] Edwards, Penney: *Ecuaciones diferenciales*. Prentice-Hall, Parson Educación, 2001.
- [3] D. Zill, F. Sánchez Fragosos. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*, Cengage Learning Editores, 2006.

[4] D. Kreider, R. Kuller, D. Ostberg, *Ecuaciones diferenciales*, Fondo Educativo Interamericano, 1973.

G. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	2020
Elaborado por:	Salomé Martínez (DIM), José Soto (DIM), Natacha Astromujof, Axel Osses
Validado por:	José Soto. CTD DIM.
Revisado por:	Área de Gestión Curricular, SGD