



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ECUACIONES DIFERENCIALES

Elaboró:	<u>M. en I. Balaam Valle Aguilar</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dr. José Caballero Viñas</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. David Gutiérrez Calzada</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. María del Carmen Hernández Maldonado</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dr. Eugenio Díaz Barriga Arceo</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>

**Fecha de
aprobación:**

H. Consejo Académico

H. Consejo de Gobierno

21 de marzo de 2019

21 de marzo de 2019

Facultad de Ingeniería



I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje Clave

Carga académica

<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="7"/>
Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente UA Consecuente

Formación común

Licenciatura	Ingeniería Civil (2019)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ingeniería en Computación (2019)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ingeniería en Electrónica (2019)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ingeniería Mecánica (2019)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ingeniería en Sistemas Energéticos Sustentables	<input checked="" type="checkbox"/>



II. Presentación del programa de estudios.

El modelado de fenómenos físicos es una parte importante en la formación del ingeniero. A diferencia de otros profesionistas, como los físicos, que necesitan la modelación para conocer, y analizar, cómo funciona la Naturaleza, los ingenieros la requieren para poder acceder y aplicar al conocimiento subyacente de los fenómenos físicos en beneficio del hombre y su entorno.

Desde que Kepler estableció las tres leyes que llevan su nombre, sus sucesores trataron de demostrar que eran válidas. Fue Newton con su Segunda Ley, la Ley de la Gravitación y el desarrollo del Cálculo, quien demostró las leyes propuestas por Kepler. Para lograrlo, el modelo que desarrolló involucra una ecuación diferencial de segundo orden con coeficientes constantes, no homogénea. Éste es uno de los principales temas del presente curso. Visto así, el estudio propuesto aquí al estudiante le permitirá comprender y analizar los fenómenos físicos que han moldeado y transformado al mundo los últimos tres siglos.

Como en otras disciplinas, incluidas áreas que dé inicio pueden considerarse disímiles, como aquellas que trabajan con sistemas biológicos y fenómenos sociales, en ingeniería los modelos obtenidos involucran diferentes tipos de ecuaciones diferenciales. Si bien éstas no modelan completamente a la realidad, sí nos dan mucha información de la misma en el diseño de aparatos, dispositivos y sistemas. De tal modo que entre sus aplicaciones principales se encuentran las de predecir el crecimiento poblacional o para determinar el tiempo de disipación o concentración de un contaminante en un lago, río o en la atmósfera.

Bajo esas consideraciones, este curso abarca el análisis y solución de modelos con ecuaciones diferenciales ordinarias de primero y segundo orden, y el establecimiento de las técnicas que permiten resolver ecuaciones diferenciales ordinarias, o sistemas de ecuaciones formados con ellas. Con tales modelos y técnicas se sientan las bases para resolver ecuaciones diferenciales parciales, mediante la Transformada de Laplace, la Transformada de Fourier y Series de Fourier, en donde, además, se bosquejan sus respectivas aplicaciones a la ingeniería.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL, 2019

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10	
O B L I G A T O R I A S	Mecánica de la partícula 3 1 4 7	Estática 3 1 4 7	Dinámica 3 1 4 7	Materiales para Ingeniería Civil 2 4 6 8	Procesos constructivos 3 1 4 7	Instalaciones 2 2 4 6	Programación y presupuestación 2 2 4 6	Legislación en la construcción 3 1 4 7	Proyecto de investigación 1 2 3 4		
	Programación básica 2 2 4 6	Lenguaje gráfico 0 6 6 6	Mecánica de materiales 3 1 4 7	Teoría estructural 4 0 4 8	Análisis estructural I 3 1 4 7	Análisis estructural II 3 1 4 7	Diseño de estructuras de concreto 1 3 4 5	Diseño de estructuras de acero 1 3 4 5	Administración de la construcción 3 1 4 7		
	Geometría analítica 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Métodos numéricos 1 3 4 5	Geología 4 0 4 8	Geotecnia I 2 2 4 6	Geotecnia II 2 2 4 6	Sustentabilidad e impacto ambiental 3 1 4 7				
	Cálculo I 3 1 4 7	Cálculo II 3 1 4 7	Cálculo III 3 1 4 7	Mecánica del medio continuo 3 1 4 7	Hidráulica 2 3 5 7	Hidráulica de canales 2 2 4 6	Hidrología 2 2 4 6	Obras de hidráulica 3 1 4 7	Software de construcción 0 4 4 4		
	El ingeniero y su entorno socioeconómico 3 1 4 7	Epistemología 3 1 4 7	Geomática 2 5 7 9	Química 3 1 4 7	Termodinámica y electromagnetismo 3 1 4 7	Ingeniería de sistemas I 3 1 4 7	Ingeniería de sistemas II 3 1 4 7	Abastecimiento de agua potable y alcantarillado 2 4 6 8	Sistemas de tratamiento 1 3 4 5		
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Probabilidad y estadística 3 1 4 7	Métodos estadísticos 3 1 4 7	Economía 3 1 4 7	Ingeniería económica 3 1 4 7	Transporte 4 1 5 9	Vías terrestres 2 3 5 7	Pavimentos 2 2 4 6		
	Comunicación oral y escrita 3 1 4 7	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Habilidades directivas 1 3 4 5	Evaluación de proyectos 3 1 4 7	Integrativa profesional* -- ** ** 8	Ética y responsabilidad profesional 2 2 4 6		

O
P
T
A
T
I
V
A
S

Optativa 1	1 3 4 5	Optativa 2	1 3 4 5
------------	------------------	------------	------------------

HT	20
HP	8
TH	28
CR	48

HT	17
HP	13
TH	30
CR	47

HT	17
HP	14
TH	31
CR	48

HT	21
HP	9
TH	30
CR	51

HT	18
HP	11
TH	29
CR	47

HT	16
HP	12
TH	28
CR	44

HT	18
HP	11
TH	29
CR	47

HT	11
HP	16+**
TH	27+**
CR	47

HT	10
HP	17
TH	27
CR	37

HT	--
HP	**
TH	**
CR	30



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10																
							<table border="1"> <tr><td>Software de transporte</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Software de transporte	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Ferrocarriles</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Ferrocarriles	1		3		4		5	
Software de transporte	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
Ferrocarriles	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
							<table border="1"> <tr><td>Estructuras de mampostería</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Estructuras de mampostería	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Carreteras</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Carreteras	1		3		4		5	
Estructuras de mampostería	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
Carreteras	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
							<table border="1"> <tr><td>Concreto reforzado</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Concreto reforzado	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Puentes</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Puentes	1		3		4		5	
Concreto reforzado	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
Puentes	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
							<table border="1"> <tr><td>Hidráulica de ríos</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Hidráulica de ríos	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Tratamiento de agua residual municipal</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tratamiento de agua residual municipal	1		3		4		5	
Hidráulica de ríos	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
Tratamiento de agua residual municipal	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
							<table border="1"> <tr><td>Aprovechamientos hidráulicos</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aprovechamientos hidráulicos	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Modelación computacional en hidráulica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Modelación computacional en hidráulica	1		3		4		5	
Aprovechamientos hidráulicos	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
Modelación computacional en hidráulica	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
							<table border="1"> <tr><td>Sustainable buildings¹</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Sustainable buildings ¹	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Disposición de residuos sólidos</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Disposición de residuos sólidos	1		3		4		5	
Sustainable buildings ¹	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
Disposición de residuos sólidos	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
							<table border="1"> <tr><td>Software de optimización</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Software de optimización	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Estrategias competitivas</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Estrategias competitivas	1		3		4		5	
Software de optimización	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
Estrategias competitivas	1																								
	3																								
	4																								
	5																								
								<table border="1"> <tr><td>Supervisión de obra</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Supervisión de obra	1		3		4		5									
Supervisión de obra	1																								
	3																								
	4																								
	5																								

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje (UA)	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

→ 10 líneas de seriación.
22 créditos mínimos y 56 máximos por periodo escolar.

* Actividad académica
** Las horas de la actividad académica

¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico:	56
cursar y acreditar 21	28
UA obligatorias	84
	140

Total del núcleo básico:	140
acreditar 21 UA para cubrir	140
créditos	

Núcleo sustantivo:	63
cursar y acreditar 26	49
UA obligatorias	112
	175

Total del núcleo sustantivo:	175
acreditar 26 UA para cubrir	175
créditos	

Núcleo integral: cursar y	28
acreditar 13 UA + 2*	27
obligatorias	55
	121

Núcleo integral: cursar y	2
acreditar 2 UA	6
optativas	8
	10

Total del núcleo integral:	131
acreditar 15 UA + 2*	131
para cubrir	
créditos	

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	60 + 2 Actividades académicas
UA optativas	2
UA a acreditar	62 + 2 Actividades académicas
Créditos	446



IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura de Ingeniería Civil, formar un profesionista con los conocimientos necesarios para participar en la planeación, el proyecto, el diseño, la construcción, operación y mantenimiento de las obras civiles considerando los aspectos metodológicos, social, económico, técnico y ecológico; bajo una perspectiva ética y buscando el aprovechamiento óptimo de los recursos existentes en el lugar donde la infraestructura será realidad, y desarrollar los aprendizajes y competencias para:

Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Convivir con las reglas de comportamiento socialmente aceptables, y contribuir en su evolución.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Cuidar su salud y desarrollar armoniosamente su cuerpo; ejercer responsablemente y de manera creativa el tiempo libre.
- Ampliar su universo cultural para mejorar la comprensión del mundo y del entorno en que vive, para cuidar de la naturaleza y potenciar sus expectativas.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas del inglés.
- Evaluar el progreso, integración e incertidumbre de las ciencias, ante la creciente complejidad de las profesiones.

Particulares

- Justificar la necesidad e inversión de la obra de vivienda, industria, hidráulica, de transporte, servicio y recreación a través de la identificación y proyección de la población beneficiada, así como de los costos y beneficios que permiten evaluar los indicadores de valor presente neto y la tasa interna de retorno para contribuir en el desarrollo de obras civiles priorizando aquellas que tengan un mayor beneficio a la sociedad.



- Formular proyectos de obras civiles de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación, a través del estudio de la topografía, geotecnia, mecánica de materiales, análisis y diseño estructural, hidráulica, vías terrestres, factores ambientales, así como los procedimientos constructivos, normas y reglamentos de construcción; para contar con proyectos ejecutivos de obras que faciliten la movilidad de personas y productos, que incidan en el aprovechamiento y tratamiento del agua, que permitan contar con inmuebles de vivienda, industria y/o servicios seguros, con un uso racional de los recursos y un enfoque sustentable.
- Crear obras civiles de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación, integrando los procesos constructivos, los materiales, el personal, y el equipo conforme a lo especificado en el proyecto ejecutivo de diseño, a la normatividad aplicable, así como a los programas físicos y financieros que controlan y administran la obra, con la finalidad de generar, remodelar y/o mantener infraestructura que atienda las demandas sociales en favor del desarrollo personal y colectivo de manera que contribuya a mejorar sus actividades cotidianas y calidad de vida.
- Ejecutar cada una de las etapas de la administración de la obra civil de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación a evaluar, diseñar, construir o remodelar y mantener a través de la justificación, gestión de recursos económicos, contratación, asignación, supervisión y cierre de la misma, para desarrollar infraestructura segura, sustentable y de calidad en apego a la normativa aplicable.

Objetivos del núcleo de formación:

Promover el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Analizar los principios matemáticos, físicos y de la química mediante la geometría analítica, cálculo, álgebra, probabilidad y estadística, métodos numéricos, mecánica, y química que permitan determinar el comportamiento de los fenómenos de la naturaleza para su aprovechamiento en obras civiles.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Evaluar ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales mediante métodos analíticos, series y aplicaciones en simulación, para analizar modelos de fenómenos físicos o geométricos e interpretar de manera gráfica, cualitativa o cuantitativa los resultados en ciencias de la ingeniería.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad 1. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden

Objetivo: Evaluar fenómenos físicos y geométricos que se presentan en el diseño y funcionamiento de sistemas, cuyo modelo involucre ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, mediante la solución de los problemas con valores iniciales que resultan de la modelación para interpretar gráfica y cualitativamente los resultados obtenidos.

Temas:

- 1.1 Ecuaciones de variables separables.
- 1.2 Ecuaciones lineales.
- 1.3 Ecuaciones exactas y reducibles a exactas.
- 1.4 Soluciones por sustituciones.
- 1.5 Temas selectos de aplicaciones a problemas de ingeniería (crecimiento y decaimiento, ley de enfriamiento de Newton, circuitos LR-RC, problemas de mezclas, entre otros).

Unidad 2. Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de segundo orden

Objetivo: Construir modelos con ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden de fenómenos físicos y geométricos mediante el modelado del diseño y funcionamiento de sistemas para obtener la solución de problemas con valores iniciales o en la frontera e interpretar gráfica o cualitativamente los resultados obtenidos.

Temas:

- 2.1 Ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes.
- 2.2 Reducción de orden.
- 2.3 Coeficientes indeterminados (superposición ó anulador).
- 2.4 Variación de parámetros.
- 2.5 Temas selectos de aplicaciones a problemas de ingeniería (sistema masa-resorte, circuito RLC, entre otros).
- 2.6 Soluciones en serie de ecuaciones lineales. Alrededor de puntos ordinarios



Unidad 3. Transformaciones en Series como solución a las Ecuaciones Diferenciales

Objetivo: Analizar métodos alternativos de solución de ecuaciones diferenciales, mediante el uso de la transformada de Laplace o Series de Fourier, para la solución y modelado de fenómenos físicos en ingeniería.

Temas:

3.1 Series de Fourier

3.2 Análisis de la solución en el espacio discreto con Series de Potencias.

3.3 Transformada de Laplace.

3.3.2. Translación en el eje s .

3.3.2 Translación en el eje t .

3.3.1 Teorema de convolución.

3.4. Temas Selectos de Aplicaciones a problemas de ingeniería

Unidad 4. Sistemas de ecuaciones Diferenciales de primer orden: Método Matricial: como técnica de solución.

Objetivo: Analizar modelos de fenómenos físicos y geométricos que se presentan en el diseño y funcionamiento de sistemas (en los que estén involucrados sistemas de ecuaciones diferenciales lineales), mediante la solución de problemas con valores iniciales que resulten de la modelación para interpretar gráfica o cualitativamente los resultados obtenidos.

Temas:

4.1 Definición y conceptos básicos de los sistemas lineales.

4.2 Sistemas lineales homogéneos.

4.3 Sistemas lineales no homogéneos.

4.4 Temas Selectos de Aplicaciones a problemas de Ingeniería.



VII. Acervo bibliográfico

Básico:

- Carmona, Ecuaciones Diferenciales, quinta edición revisada. (1991). [QA372 C352]
Cengel. Ecuaciones Diferenciales, McGraw Hill (2013). [TA347 D45 C4518]
Edwards y Penney Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera. Ed. Pearson (2009). [QA371 E28]
Lomen, D., Lovelock, D.; Ecuaciones Diferenciales a través de gráficas, modelos y datos, CECSA, México, 2000. [QA371 L654]
Trench, W.; Ecuaciones Diferenciales Elementales con condiciones en la frontera, Thomson Learning, México,(2002).
Zill, D. Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado. Ed.Cengage, 10ma ed. México (2015). [QA371 Z54]

Literatura en Inglés

- Nagle et al. Fundamentals of Differential Equations (7th Edition) (Inglés)(2008). [QA371 N24]
Polking, Boggess & Arnold Differential Equations (Classic Version), 2nd Edition (2018). [QA371 D4495]
Richard Haberman. Applied Partial Differential Equations with Fourier Series and Boundary Value Problems (Classic Version), 5th Edition. Pearson (2019)
Schaum's Outline of Differential Equations, 4th Edition (Schaum's Outlines) (Inglés) (2014).

Complementario:

- WebAssing for Cengage. Plataforma para desarrollo de cursos online. (2019)
WebAssign ePin for Zill's Differential Equations with Boundary-Value Problems, Single-Term, 9th Edition
eBook Student Solutions Manual: Differential Equations with Boundary-Value Problems, 8th Edition(2013)
<https://es.khanacademy.org/>