



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL



PROGRAMA DE ESTUDIOS

MÉTODOS NUMÉRICOS

Elaboró:	Dra. María de los Ángeles Contreras Flores	Facultad de Ingeniería
	M. en I. Ma. del Lourdes Nájera López	Facultad de Ingeniería
	M. en I. Gastón Vértiz Camarón	Facultad de Ingeniería

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	<u>07 de septiembre de 2020</u>	<u>09 de septiembre de 2020</u>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
Facultad de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERÍA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

09 SEP 2020

CONSEJOS ACADÉMICO Y DE GOBIERNO
DICTAMEN: APROBADO



FACULTAD DE INGENIERÍA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA



Índice

	Pág.
I. Datos de identificación.	3
II. Presentación del programa de estudios.	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.	6
IV. Objetivos de la formación profesional.	8
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.	9
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.	10
VII. Acervo bibliográfico.	13



I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Ingeniería

Estudios profesionales

Licenciatura de Ingeniería Civil, 2019

Unidad de aprendizaje

Métodos numéricos

Clave

LINC31

Carga académica

1

Horas
teóricas

3

Horas
prácticas

4

Total de
horas

5

Créditos

Carácter

Obligatoria

Tipo

Taller

Periodo escolar

Tercero

Área
curricular

Ciencias Básicas

Núcleo de
formación

Básico

Seriación

Ninguna

UA Antecedente

Ninguna

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

Ingeniería en Electrónica(2019)

X

Ingeniería en Computación
(2019)

X

Ingeniería Mecánica (2019)

X

Licenciatura de Ingeniería en
Sistemas Energéticos
Sustentables

X



II. Presentación del programa de estudios.

Indiscutiblemente, los ingenieros tratan todo el tiempo con cálculos complejos que no siempre es posible resolverlos de manera analítica. La unidad de aprendizaje de Métodos numéricos proporciona a los alumnos de Ingeniería técnicas mediante las cuales es posible formular una amplia variedad de problemas, teóricos y prácticos, de tal forma que pueden ser resueltos con el uso de operaciones aritméticas más simples. Sin embargo, a pesar de este planteamiento, la mayoría de los métodos utiliza procedimientos iterativos, lo que puede resultar tedioso si se realiza a mano.

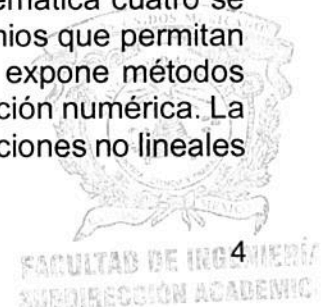
En este sentido, las computadoras se convierten en una herramienta auxiliar muy poderosa para realizar una gran cantidad de cálculos de manera rápida y confiable. Una vez obtenidos los resultados, deberán ser comprendidos e interpretados por los alumnos adecuadamente, sin esta intervención, las computadoras son prácticamente inútiles.

La unidad de aprendizaje es obligatoria e impartida en el tercer periodo para la licenciatura de Ingeniería Civil y en cuarto periodo para Ingeniería Mecánica, en Electrónica y en Computación. En todos los casos, a pesar de que no se especifican unidades de aprendizaje antecedentes, es requisito tener conocimiento de Cálculo, Álgebra lineal, Álgebra superior, Geometría analítica y Ecuaciones diferenciales.

Con relación a las unidades consecuentes, tampoco se señala explícitamente. Sin embargo, serán una herramienta valiosa en la solución de operaciones con matrices, integrales, derivadas, circuitos eléctricos, ecuaciones lineales, entre otros. El Programa de Estudios ha sido estructurado en seis unidades temáticas, las cuales se explican a continuación.

La unidad temática uno proporciona los elementos fundamentales para que el alumno distinga los diferentes tipos de error, pues los métodos numéricos, al no ser métodos analíticos generan soluciones "aproximadas" y el análisis del error en, todos y cada uno de los métodos expuestos, es clave para validar su confiabilidad.

En la unidad temática dos se exponen temas relacionados con los métodos de búsqueda de raíces a problemas de ingeniería y se deben desarrollar habilidades para elegir el más conveniente de manera confiable. La unidad temática tres consiste en la aplicación de los distintos métodos para obtener soluciones aproximadas de sistemas de ecuaciones lineales. En la unidad temática cuatro se analizan datos experimentales para adaptarlos a curvas o polinomios que permitan realizar estimaciones a valores que no existen. La unidad cinco expone métodos para resolver problemas relacionados con diferenciación e integración numérica. La unidad seis presenta un método para solucionar sistemas de ecuaciones no lineales





empleando el método de Newton multivariable y dos para solucionar ecuaciones diferenciales ordinarias.

El uso de software matemático como una herramienta auxiliar en la solución de los ejercicios y el desarrollo de programas en lenguajes de alto nivel contribuyen al desarrollo de un pensamiento lógico y analítico en los alumnos, además de aprovechar las ventajas que ofrecen las computadoras para solucionar de manera rápida y confiable una amplia variedad de problemas que requieren de un considerable número de iteraciones. No se omite mencionar que, en todas las unidades, se realiza la aplicación de cada uno de los métodos numéricos a estudios de casos propios de Ingeniería, vinculando de esta forma el conocimiento adquirido con situaciones que se presentan tanto en su formación académica como en su vida profesional, contribuyendo con estas acciones a la formación integral de los futuros egresados.



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
M	Mecánica de la partícula	Estática	Dinámica	Materiales para Ingeniería Civil	Procesos constructivos	Introducciones	Programación y simulación	Legislación en la construcción	Proyecto de investigación	
E	Programación básica	Lenguaje gráfico	Mecánica de materiales	Teoría estructural	Análisis estructural I	Análisis estructural II	Diseño de estructuras de concreto	Diseño de estructuras de acero	Administración de la construcción	
L	Geometría analítica	Ecuaciones diferenciales	Métodos numéricos	Geología	Geotecnia I	Geotecnia II	Sostenibilidad e impacto ambiental			
I	Cálculo I	Cálculo II	Cálculo III	Mecánica del medio continuo	Hidráulica	Hidráulica de canales	Horología	Cósmo de Neolítico	Soportes de construcción	
G	El ingeniero y su entorno socioeconómico	Epistemología	Geometría	Química	Termodinámica y electromagnetismo	Ingeniería de sistemas I	Ingeniería de sistemas II	Abastecimiento de agua potable y saneamiento	Sistemas de tratamiento	
A	Álgebra superior	Álgebra lineal	Probabilidad y estadística	Métodos estadísticos	Economía	Ingeniería económica	Tratamiento	Vías terrestres	Planificación	
O	Comunicación oral y escrita	Inglés 5	Inglés 6	Inglés 7	Inglés 8	Habilidades directivas	Evaluación de proyectos	Integración profesional	Ethica y responsabilidad profesional	

O P T A T I V A S

Opción 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Opción 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Opción 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Opción 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Opción 5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

HT	10
HP	17
TH	27
CR	36

HT	11
HP	16
TH	27
CR	47

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	21
HP	12
TH	30
CR	51

HT	17
HP	9
TH	31
CR	48

HT	17
HP	13
TH	30
CR	47

HT	20
HP	8
TH	28
CR	48





Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Civil
 Reestructuración, 2019
 Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	PERÍODO 6	PERÍODO 7	PERÍODO 8	PERÍODO 9	PERÍODO 10
							Edificios de transporte	Parquearinas	
							Edificios de transporte	Carreteras	
							Concreto pretensado	Puentes	
							Industria de río	Tratamiento de aguas residuales municipales	
							Aplicaciones estructurales	Identificación computacional de estructuras	
							Introducción a estructuras	Disponibilidad de recurso sismos	
							Edificios de aplicaciones	Estructuras compuestas	
								Superficies de obra	

EMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje (UA)	HT. Horas Teóricas HP. Horas Prácticas TH. Total de Horas CR. Créditos
→ 10 líneas de verificación	
20 créditos mínimos y 1/2 máximos por período escolar	
*Activos Académicos	
** Las horas de actividades académicas se cuentan en el día de la actividad.	

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico: cursos y actividades 21 UA obligatorias	56 28 54 140	Totales de núcleo básico Actividad 21 UA para cubrir 140 créditos
Núcleo sustantivo: cursos y actividades 26 UA obligatorias	63 49 112	Totales de núcleo sustantivo Actividad 26 UA para cubrir 112 créditos
Núcleo de especialización: cursos y actividades 13 UA obligatorias	28 27 58 113	Totales de núcleo especialización Actividad 13 UA + 2 para cubrir 113 créditos
Módulo integrador, cursos y actividades 2 UA opcionales	2 6 6 14	
TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS		
UA obligatorias	141 + 2	Actividades Académicas
UA opcionales	2	
UA a acreditar	143 + 2	Actividades Académicas
Créditos	446	



FACULTAD DE INGENIERÍA
 SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA



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:

Promoverá en el alumno 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.

Analizar técnicas numéricas, utilizando software, como herramienta para obtener soluciones a modelos matemáticos aplicados en ingeniería.





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

Unidad temática 1. Modelos matemáticos y análisis de error

Objetivo: Distinguir los diferentes tipos de error así como la importancia que tienen en la aplicación de los métodos numéricos, mediante el empleo de las fórmulas de error correspondientes al tipo de análisis, para evaluar la confiabilidad de los resultados de ejercicios teórico-prácticos de ingeniería.

Temas:

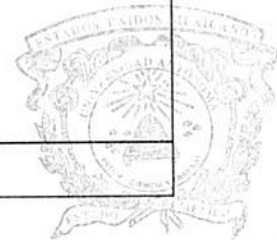
- 1.1 Importancia de los métodos numéricos en la Ingeniería
- 1.2 Modelos matemáticos simples
- 1.3 Representación de números de coma flotante en la computadora
- 1.4 Aproximaciones y errores de redondeo
 - 1.4.1 Cifras significativas
 - 1.4.2 Exactitud y Precisión
 - 1.4.3 Tipos de error:
 - 1.4.3.1 Redondeo
 - 1.4.3.2 Truncamiento
 - 1.4.3.3 Relativo
 - 1.4.3.4 Porcentual
 - 1.4.3.5 Relativo Porcentual
 - 1.4.4 La serie de Taylor

Unidad temática 2. Ecuaciones lineales en una variable

Objetivo: Calcular la raíz o solución de una ecuación no lineal de problemas teórico-prácticos de ingeniería eligiendo el método numérico adecuado al ejercicio, empleando y/o desarrollando los algoritmos correspondientes y utilizando software matemático y/o un lenguaje de programación de alto nivel como herramienta de apoyo, además de valorar la confiabilidad de sus resultados mediante el análisis del error y convergencia, para obtener aproximaciones fiables a problemas teóricos y prácticos de ingeniería.

Temas:

- 2.1 Antecedentes matemáticos
- 2.2 Métodos cerrados
 - 2.2.1 Método de la Bisección
 - 2.2.2 Método de la Regla Falsa
- 2.3 Métodos abiertos
 - 2.3.1 Método de Newton-Raphson
 - 2.3.2 Métodos de la Secante





Unidad temática 3. Ecuaciones algebraicas lineales

Objetivo: Evaluar, sistemas de ecuaciones no lineales y determinar los vectores y valores característicos de una matriz por diferentes métodos numéricos directos o iterativos, utilizando software matemático y/o un lenguaje de programación de alto nivel como herramienta de apoyo, para obtener aproximaciones fiables a problemas teóricos y prácticos de ingeniería valorando la confiabilidad de sus resultados mediante el análisis del error y convergencia.

Temas:

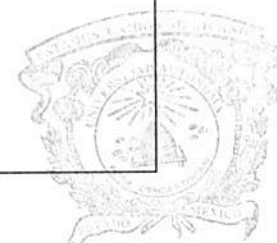
- 3.1 Antecedentes matemáticos
 - 3.1.1 Interpretación gráfica de un sistema de ecuaciones
 - 3.1.2 Tipos especiales de matrices
- 3.2 Métodos directos
 - 3.2.1 Descomposición LU
 - 3.2.2. Algoritmo de Cholesky
 - 3.2.3. Algoritmo de Crout
- 3.3 Métodos iterativos
 - 3.3.1 Método de Jacobi
 - 3.3.2 Método de Gauss-Seidel
- 3.4 Valores y vectores característicos
 - 3.4.1 Método de potencia simple

Unidad temática 4. Interpolación y ajuste de curvas

Objetivo: Seleccionar un conjunto de datos experimentales o tabulados, eligiendo el correspondiente método de regresión o interpolación y, utilizando software matemático y/o un lenguaje de programación de alto nivel como herramienta de apoyo, para adaptarlos a un polinomio o a la curva de tendencia que mejor se ajuste, valorando la confiabilidad de sus resultados mediante el análisis del error y convergencia.

Temas:

- 4.1 Antecedentes matemáticos de interpolación
- 4.2 Métodos de interpolación
 - 4.2.1 Interpolación de Lagrange
 - 4.2.2 Método de Neville
 - 4.2.3 Método de Diferencias Divididas de Newton
- 4.3 Antecedentes matemáticos de ajuste de curvas





4.4 Métodos de regresión por mínimos cuadrados

- 4.4.1 Regresión lineal
- 4.4.2 Regresión polinomial
- 4.4.4 Regresión lineal múltiple
- 4.4.4 Linealización de funciones no lineales
 - 4.4.4.1 Ajuste exponencial
 - 4.4.4.2 Ajuste de potencia simple

Unidad temática 5. Integración y diferenciación numéricas

Objetivo: Estimar aproximaciones de integración y diferenciación numérica, eligiendo el método correspondiente de diferencias divididas finitas o integración numérica utilizando software matemático y/o un lenguaje de programación de alto nivel como herramienta de apoyo para resolver problemas teórico-prácticos de ingeniería, valorando la confiabilidad de sus resultados mediante el análisis del error y convergencia.

Temas:

- 5.1 Antecedentes matemáticos
- 5.2 Integración Numérica
 - 5.2.1 Interpretación gráfica de la integración
 - 5.2.2 Fórmulas de integración de Newton-Cotes cerradas simples y compuestas
 - 5.2.2.1 Regla del Trapecio simple y compuesta
 - 5.2.2.1.1 Regla de Simpson $\frac{1}{3}$ simple y compuesta
 - 5.2.2.1.2 Regla de Simpson $\frac{3}{8}$ simple
 - 5.2.2.1.3 Regla de Boole
 - 5.2.2.2 Fórmulas abiertas
 - 5.2.2.2.1. Regla del Punto Medio ($n=0$)
 - 5.2.2.2.2. Regla de 2 puntos ($n=1$)
 - 5.2.2.3 Cuadratura Gaussiana
- 5.3 Diferenciación numérica
 - 5.3.1 Interpretación gráfica de la diferenciación
 - 5.3.2 Fórmulas de alta precisión
 - 5.3.2.1 Fórmulas de diferencias finitas divididas hacia adelante: 1ª, 2ª, y 3ª. Derivada
 - 5.3.2.2 Fórmulas de diferencias finitas divididas hacia atrás: 1ª, 2ª, y 3ª. Derivada



5.3.2.3 Fórmulas de diferencias finitas divididas centradas: 1ª. 2ª. y 3ª. Derivada
5.3.3 Extrapolación de Richardson

Unidad temática 6. Sistemas de ecuaciones no lineales y ecuaciones diferenciales ordinarias

Objetivo: Solucionar sistemas de ecuaciones no lineales y problemas de valor inicial, eligiendo de manera confiable, el método correspondiente, utilizando software matemático y/o un lenguaje de programación de alto nivel como herramienta de apoyo para resolver problemas teórico-prácticos de ingeniería, valorando la confiabilidad de sus resultados mediante el análisis del error y convergencia.

Temas:

6.1 Sistemas de ecuaciones no lineales

6.1.1 Introducción a sistemas de ecuaciones no lineales

6.1.2 Método de Newton multivariable

6.2 Problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias

6.2.1 Introducción a los problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias

6.2.2 Método de Euler

6.2.3 Método de Runge-Kutta de cuarto orden

VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Burden, Richard L., Faires, Douglas J., y Burden, Annette M. (2017). *Análisis Numérico*. México: Cengage Learning

Chapra, Steven C. y Canale, Raymond P. (2015). *Métodos Numéricos para Ingenieros*. México: McGrawHill

Hahn, Brian. (2013). *Essential MATLAB for Scientists and Engineers*. Elsevier.

Peter Katta. (2016). *MATLAB for Beginners: A Gentle Approach*: Smashwords Edition.

Complementario:

Báez DL. (2016) *Matlab: con aplicaciones a la ingeniería, física y finanzas*. México: Alfa-Omega editores.





Cheney, Ward. y Kincaid, David. (2011). *Métodos numéricos y computación*. México: Cengage Learning

Larson R y Falvo DC. (2012). *Elementary linear algebra*. Estados Unidos: Brooks/Cole CENGAGE learning;

Nieves A y Domínguez F. (2007). *Métodos numéricos aplicados a la ingeniería*. México: Grupo editorial Patria

Spiegel, Murray R., Lipschutz, Seymour, Liu, John. (2014). *Fórmulas y tablas de matemática aplicada*. México: McGrawHill

Software obligatorio:

- Excel

Software sugerido:

- Matlab
- C++