



Departamento:	Mecánica, Ingeniería
Materia:	Métodos Numéricos en Ingeniería
Modalidad:	Presencial
Clave:	M2025
Grupo:	
CRN:	
Profesores cotitulares:	Dr. Adolfo Centeno Téllez
Correos electrónicos:	a.centeno@itesm.mx
Horario del curso:	Miercoles de 13:00 a 16:00
Salón Campus Puebla	
Salón Campus Central de Veracruz	
Horario del profesor y lugar de asesoría:	

## **Intenciones educativas del curso en el contexto general del plan de estudios:**

Curso de nivel intermedio que le permite al estudiante resolver problemas de ciencia e ingeniería a través de la aplicación de métodos de aproximación numérica. Requiere de conocimientos previos de programación. Como resultado del aprendizaje el alumno podrá aplicar un método de aproximación numérica en el diseño de la solución de un problema ingenieril.

## **Objetivo general de la materia:**

Es un curso en el área de ingeniería, en donde el alumno tendrá la capacidad de plantear la solución, manual o computacional, de un problema ingenieril a través de la aplicación de métodos numéricos.

## **Competencias que desarrolla el curso:**

- La habilidad para entender y aplicar las matemáticas para solución de problemas complejos de ingeniería a través del empleo de métodos numéricos y su implementación computacional.
- La habilidad de comunicación efectiva en el ámbito de trabajo en grupo y en equipo.
- Una actitud proactiva y de agrado hacia los métodos numéricos, que te conduzcan hacia el auto-aprendizaje de los mismos.
- El valor de liderazgo en todas y cada una de las actividades que realices.
- El valor de la honestidad, alentando la responsabilidad en tu desempeño.

## **Temas y subtemas del curso:**

### **1- APROXIMACIONES, ERRORES Y MÉTODOS NUMÉRICOS**

- 1.1 Exactitud y precisión
- 1.2 Definiciones de error
- 1.3 Tipos de errores
- 1.4 Definición de Método numérico
- 1.5 Estabilidad y convergencia de un Método Numérico

### **2- SOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES NO LINEALES Y POLINOMIOS**

- 2.1 Método de Bisección
- 2.2 Método de la Secante
- 2.3 Método de Newton-Raphson
- 2.4 Métodos convencionales para raíces de Polinomios (Fórmulas generales, División sintética)
- 2.5 Método de Bairstow para raíces de Polinomios
- 2.6 Análisis de la estabilidad y convergencia de los métodos
- 2.7 Programación de los métodos

### **3- ÁLGEBRA MATRICIAL Y SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES Y NO LINEALES**

- 3.1 Matrices y operaciones básicas
- 3.2 Inversa de una matriz cuadrada
- 3.3 Determinantes de matrices cuadradas: sus propiedades, usos y métodos de cálculo.
- 3.4 Solución analítica de sistemas de ecuaciones lineales (Eliminación Gaussiana e Inversa)
- 3.5 Solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales (Gauss-Seidel y descomposición LU)

- 3.6 Planteamiento de problemas que involucren sistemas de ecuaciones no lineales
- 3.7 Solución analítica de sistemas de ecuaciones no lineales (Gráfica y sustitución)
- 3.8 Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales (Aproximaciones sucesivas y Newton-Raphson)
- 3.9 Análisis de la estabilidad y convergencia de los métodos
- 3.10 Programación de los métodos

#### **4- AJUSTE DE CURVAS POR MÍNIMOS CUADRADOS**

- 4.1 Regresión lineal
- 4.2 Linealización de relaciones no lineales (modelo exponencial, modelo de potencias)
- 4.3 Regresión polinomial.
- 4.4 Programación de los métodos

#### **5- INTERPOLACIÓN**

- 5.1 Interpolación lineal
- 5.2 Polinomio de interpolación de Newton.
- 5.3 Polinomio de Lagrange.
- 5.4 Interpolación inversa.
- 5.5 Programación de los métodos

#### **6- INTEGRACIÓN NUMÉRICA**

- 6.1 Definición de integración definida.
- 6.2 Reglas rectangular y trapezoidal
- 6.3 Reglas de Simpson ( $1/3$  y  $3/8$ )
- 6.4 Método de Romberg
- 6.5 Programación de los métodos

#### **7- SOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES**

- 7.1 Problemas que involucran ecuaciones diferenciales ordinarias
- 7.2 Condiciones iniciales y de frontera
- 7.3 Método de Euler para ecuaciones diferenciales ordinarias con valores iniciales
- 7.4 Métodos de Runge-Kutta para ecuaciones diferenciales ordinarias con valores iniciales
- 7.5 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de Orden Superior y su representación como sistemas de primer orden
- 7.6 Solución de ecuaciones Diferenciales Ordinarias de Orden Superior
- 7.7 Solución de ecuaciones diferenciales con condiciones frontera por el método del Disparo.

7.8 Solución de ecuaciones diferenciales con condiciones frontera por el método de Diferencias Finitas.

7.9 Programación de los métodos

**Objetivos específicos de aprendizaje por subtema.**

Tema 1. Comprender los conceptos fundamentales de punto flotante, exactitud, precisión y pérdida de significancia. Determinar los distintos tipos de errores numéricos, definir método numérico y examinar la convergencia y estabilidad de un método numérico.

Tema 2. Aplicar métodos no analíticos para encontrar raíces de ecuaciones.

Tema 3. Conocer el concepto de matriz y calcular las distintas operaciones matriciales. Aplicar algoritmos de solución de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. Determinar la descomposición LU de una matriz.

Tema 4. Modelar sistemas a partir de datos experimentales utilizando regresión por mínimos cuadrados en los casos lineal y polinomial. Determinar el coeficiente de correlación de un modelo.

Tema 5. Aplicar el concepto de interpolación.

Tema 6. Aplicar los principales algoritmos de integración numérica en el contexto de problemas de ingeniería.

Tema 7. Resolver ecuaciones diferenciales numéricamente, que modelen sistemas relevantes a aplicaciones en ingeniería.

**Metodología de enseñanza y actividades de aprendizaje:**

- *El alumno realizará lecturas previas definidas en el libro de texto, el profesor explicará el tema haciendo preguntas a los alumnos sobre las lecturas, indicando las aplicaciones de los métodos, deduciendo las fórmulas y desarrollando el algoritmo con la participación del grupo, para después revisar la programación de estos en el lenguaje de programación y en el paquete de análisis numérico definido.*
- **El auto-estudio individual**, previo a la clase, como medio para el trabajo colaborativo.
- **La exposición** por parte del profesor.
- **La exposición colaborativa** de temas por parte de los alumnos.
- **El auto-aprendizaje** de los alumnos.

**Técnica didáctica sugerida:**

**POL, Colaborativa, PBL**

## **PORCENTAJES DE EVALUACIÓN DEL CURSO**

### **CALIFICACIONES PARCIALES:**

**70 %** Examen parcial

**30 %** Tareas colaborativas e individuales

**100 %** Total

### **CALIFICACIÓN FINAL:**

**50 %** Promedio de parciales

**10 %** Programas

**15 %** Proyecto final

**25 %** Examen Final

**100 %** Total

## **Bibliografía:**

### **LIBROS DE TEXTO:**

\* Chapra, Steven C., Métodos numéricos para ingenieros / Steven C. Chapra, Raymond P. Canale ; [traducción, Javier Enríquez Brito, Ma. del Carmen Roa Hano], 5a ed o 6ª ed., México : McGraw-Hill Interamericana, 2007., , , , [97010611449789701061145]

**LIBROS DE CONSULTA:** \* Nieves Hurtado, Antonio., Métodos numéricos aplicados a la ingeniería / Antonio Nieves Hurtado, Federico C. Domínguez Sánchez., , México : CECSA, 1995., Mexico, 1995., spa, [9682612608]  
\* Grossman, Stanley I., Álgebra lineal / Stanley I. Grossman ; traducción de Carlos Manuel Sánchez Trujillo., 3a ed., México : McGraw-Hall, 1992., Mexico, 1992., spa, [9684229844]  
\* Mathews, John H., 1943-, Métodos numéricos con MATLAB / John H. Mathews, Kurtis D. Fink ; traducción Pedro José Paúl Escolano., 1a ed. en español., Madrid ; México : Pearson Educación, c2000., , , spaeng, [84832218109788483221815]  
\* Nakamura, Shoichiro, 1935-, Métodos numéricos aplicados con software / Shoichiro Nakamura ; traducción de Oscar Alfredo Palmas Velasco., 1a ed., México : Prentice Hall, c1992, Mexico, c1992, spa, [9688802638]  
\* , Métodos numéricos aplicados en ingeniería / Jean- Marie ledanois ...[et al.], 1a ed, Caracas, Venezuela : McGraw-Hill Interamericana, c2000, Venezuela, c2000, spa, [9803730258]

## Rúbrica para evaluar actividades

GUIA DE EXPOSICIÓN ORALES							
Tema / Problema:			Grupo:				
Escala de evaluación		Expositor:					
A: Siempre B: Casi siempre C: Normalmente D: casi nunca E: Nunca		criterios	A	B	C	D	E
		Puntaje (Ptos)	5	4	3	2	1
Explica claramente							
Explica pensamientos, no sólo pasos							
Pregunta por otras soluciones a la clase							
Presenta más de una solución							
utiliza mapas conceptuales y mentales							
Utiliza ejemplos para asegurar la comprensión							
Realiza buenas preguntas a la clase, tales como: ¿será esta la única manera de hacerlo?							
Responde las preguntas realizadas por la clase							
Muestra transparencias u otro medio de exposición adecuado							
Se expresa en forma audible y clara							
Si recibe una respuesta incorrecta, la usa para crear una discusión							
Logra la atención del público y mantiene dominio sobre ellos							
El grupo apoya la exposición							
Tiene dominio del contenido							
El material de apoyo tiene relación con el contenido expuesto							
Escucha las ideas de otras personas							
Se ajusto al tiempo de la exposición							
Puntaje máximo:		Total X					
Observaciones:		Puntaje obtenido					
		Calificación final					
Evaluado por:		Firma:	Fecha:				

## Rúbrica para evaluar proyecto

CRITERIO A EVALUAR				
	4 – Más Alto – 100%	3 – 85%	2 – 70%	1 – Más Bajo – 50%
<b>Introducción</b> 10%	Presenta objetivos, está estructurada de manera lógica y concisa y da una excelente idea del contenido del reporte	Presenta objetivos, da demasiada información del contenido del reporte semejando un resumen bien estructurado	Presenta objetivos, información mal estructurada sobre el contenido del reporte	Presenta muy poca información sobre el contenido del reporte. Mal estructurada
<b>2) Metodología</b> 10%	Los pasos están claramente especificados y muy bien explicados. Sigue los 7 pasos de la metodología POL	Los pasos no están especificados pero el procedimiento sigue un orden lógico y entendible	Los pasos están especificados pero el proceso no es claro	Los pasos no tienen un orden lógico y la explicación no es clara
<b>3) Datos</b> 10%	Los datos, tablas o gráficas son claros, se explican con detalle y tienen las referencias necesarias	Los datos, tablas o gráficas son claros y relacionadas al texto cercano pero no existen las referencias necesarias	Los datos, tablas o gráficas tienen las referencias necesarias pero no son claras	Los datos, tablas o gráficas contienen errores y no tienen las referencias necesarias. Se carece de datos tablas o gráficas
<b>4) Solución</b> 50%	Es clara, concisa y es la secuencia lógica del procedimiento seguido. Se apoya en la comparación de varios modelos matemáticos. Se justifica claramente la solución del problema desde el punto de vista ético	Es la secuencia lógica de la evidencia pero se presenta en forma confusa. Se justifica la solución desde el punto de vista ético, pero no es tan clara la relación	Se relaciona con la evidencia pero no está apoyada claramente. La justificación ética que se da a la solución del problema no es congruente con tal solución propuesta	Es confusa y no está relacionada con la evidencia presentada. No se hace ningún análisis desde el punto de vista ético
<b>5) Gramática y ortografía</b> 5%	Toda la gramática y la ortografía son correctas	Sólo tiene uno o dos errores	Tienen entre tres a cinco errores	Contiene más de cinco errores de gramática y/o de ortografía
<b>6) Presentación del proyecto</b>	Está engargolado y contiene portada, introducción, índice, metodología PBL, desarrollo del problema, datos, solución, resultados, conclusiones y referencias tanto generales como de la biblioteca digital del ITESM	La presentación deja que desear aunque contiene introducción, metodología, datos, solución, conclusiones y referencias	La presentación deja que desear y es un desorden el contenido del reporte aunque presente al menos introducción y conclusiones	Es una simple impresión de la presentación Power Point y el contenido del reporte es un total desorden o no hay conclusiones

## Planeación de actividades del primer parcial

Semana	Fecha	Tema del plan de estudios	Objetivo de aprendizaje	Actividades en clase	Tareas y actividades fuera de clase
1	11/01/2016	Bienvenida y lineamientos del curso.	Conocer los alcances del curso en la formación profesional del alumno así como dar a conocer las políticas y lineamientos para su estudio y acreditación.	Presentación de políticas en el aula. Presentación de Syllabus de la materia.	Tarea- Investigar la diferencia entre métodos Numéricos y métodos analíticos
	14/01/2016	Aproximaciones, errores y métodos numéricos	Comprender el concepto de método numérico. Analizar ejemplos en donde se hace indispensable la aplicación de los métodos numéricos. Conocer los conceptos de estabilidad y convergencia. Analizar la convergencia y estabilidad de un método en el contexto de los problemas de aplicación.	Motivación del uso de Métodos Numéricos. Definición de método numérico. Definir la diferencia entre solución analítica y solución numérica. Explicar los diferentes tipos de errores	Leer capítulo N° 1 del libro de texto
2	18/01/2016	Método de bisección	Conocer y aplicar el algoritmo de bisección. Elaborar el diagrama de flujo del método de bisección.	Presentación oral del tema por parte del profesor. Solución de un ejemplo aplicando el método de bisección.	Leer capítulo N° 2 del libro de texto
	21/01/2016	Método de la secante	Conocer la interpretación geométrica del método de la secante. Conocer y aplicar la	Presentación oral del tema por parte del profesor. Solución de un ejemplo	Obtener raíces de una ecuación cuadrática de manera analítica y comparar el resultado con lo obtenido con el método de Secante



			fórmula recursiva del método de la secante.	aplicando el método de la secante.	
3	25/01/2016	Método de Newton-Raphson	Conocer y aplicar la fórmula recursiva del método de Newton-Raphson. Conocer las ventajas y desventajas de dicho método respecto a los de bisección y de la secante.	Presentación oral del tema por parte del profesor. Solución de un ejemplo aplicando el método de Newton-Raphson.	Obtener raíces de una ecuación cuadrática de manera analítica y comparar el resultado con lo obtenido con el método de Newton-Raphson
	28/01/2016	Métodos convencionales para raíces de polinomios (fórmulas generales, División sintética)	Entender los métodos convencionales para raíces de polinomios. Aplicar los métodos convencionales para raíces de polinomios.	Solución de problemas aplicando métodos convencionales.	Tarea- Investigar la funcionalidad de Math Parser
4	01/02/2016	Método de Bairstow para raíces de Polinomios.	Entender el método de Bairstow. Aplicar el método de Bairstow a problemas de ingeniería.	Solución de un problema aplicando el Método de Bairstow.	Ver video explicativo del método en Youtube
	04/02/2016	Análisis de estabilidad y convergencia de los métodos.	Determinar si los métodos estudiados son estables y convergen en diversos problemas de aplicación.	Mostrar las ventajas y desventajas de cada método numérico	Tarea- Resumen de que método es más estable y por qué.
5	08/02/2016	Programación de los métodos estudiados.	Programar los métodos estudiados en el curso usando scilab.	Programar los métodos con Excel apoyados con scilab	
	11/02/2016	Primer Parcial		<b>Examen escrito</b>	

**Contenido temático del primer examen parcial:**

- Método de Bisección

**Ponderación de actividades del primer parcial**

70% Examen parcial

<ul style="list-style-type: none"><li>• Método de la secante</li><li>• Método de Newton-Raphson.</li></ul>	30% Tareas y/o actividades individuales y colaborativas
--	---

## Planeación de actividades del segundo parcial

Semana	Fecha	Tema del plan de estudios	Objetivo de aprendizaje	Actividades en clase	Tareas y actividades fuera de clase
6	15/02/2016	Inversa de una matriz cuadrada. Determinantes de matrices cuadradas: sus propiedades, usos y métodos de cálculo	Definir matriz. Definir las operaciones básicas de suma, resta, multiplicación por escalar y división entre matrices. Definir la inversa de una matriz cuadrada.	Exposición oral por parte del profesor.	
	18/02/2016	Solución analítica de sistemas de ecuaciones lineales	Aplicar la regla de Cramer a la solución de un sistema de ecuaciones. Definir la matriz aumentada y la forma matricial de un sistema de ecuaciones. Aplicar el método de eliminación Gaussiana para solución de ecuaciones. Calcular la inversa de una matriz.	Explicar los diferentes tipos de soluciones analíticas de sistemas de ecuaciones lineales.	Entender Programa de Eliminación de Gauss mediante los conocimientos ya adquiridos a lo largo del semestre
7	22/02/2016	Solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales (Gauss-Seidel y descomposición LU).	Conocer los distintos tipos de matrices especiales. Aplicar el método de Gauss-Seidel.	Comparar los métodos de Jacobi y Gauss-Seidel.	
	25/02/2016				
8	29/02/2016	Planteamiento de problemas que involucren sistemas de ecuaciones no lineales. Solución analítica de ecuaciones no lineales (Gráfica y sustitución).	Analizar y plantear problemas que involucren sistemas de ecuaciones no lineales. Resolver sistemas de ecuaciones no lineales por métodos analíticos	Motivación de la solución de sistemas de ecuaciones lineales	
	03/03/2016	Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales (Newton-Raphson)	<b>Conocer y aplicar los métodos de aproximaciones sucesivas y Newton-Raphson de varias</b>	Presentación oral del tema por parte del profesor	

			variables		
9	07/03/2016	Análisis de estabilidad y convergencia de los métodos. Programación de los métodos.	Determinar las propiedades de estabilidad y convergencia de los métodos estudiados en aplicaciones concretas. Programar los métodos estudiados		<b>Tarea. Analizar los métodos vistos es el más estable y explicar por qué.</b>
	10/03/2016				
10	14/03/2016	Regresión lineal. Linealización de relaciones no lineales (modelo exponencial, modelo de potencias.	Conocer el concepto de regresión. Cuantificar el error de una regresión. Deducir las ecuaciones que definen los parámetros de una regresión lineal. Determinar el coeficiente de correlación de una regresión. Aplicar la linealización a modelos de regresión de sistemas exponenciales y de potencias. Calcular el coeficiente de correlación de dichos modelos.	Presentar las aplicaciones de las técnicas de regresión	Leer tema del libro de texto previamente
	17/03/2016	Interpolación lineal. Polinomio de interpolación de Newton. Polinomio de Lagrange.	Conocer el concepto de interpolación. Deducir y aplicar la fórmula de interpolación lineal. Definir el polinomio de interpolación de Newton. Determinar el polinomio de interpolación de Newton para un conjunto dado de datos. Conocer y aplicar la fórmula de Lagrange.		Tarea- Investigar la diferencia entre Polinomio de Newton y Polinomio de Lagrange

<b>Contenido temático del segundo examen parcial:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Solución analítica de sistemas de ecuaciones lineales</li> <li>Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales</li> <li>Regresión</li> <li>Interpolación</li> </ul>	<b>Ponderación de actividades del segundo parcial</b> 70% Examen parcial 30% Tareas y/o actividades individuales y colaborativas
--	--

## Planeación de actividades del tercer parcial (final)

Semana	Fecha	Tema del plan de estudios	Objetivo de aprendizaje	Actividades en clase	Tareas y actividades fuera de clase
11	21/03/2016 al 25/03/2016	asuetos			
12	28/03/2016	Interpolación inversa. Programación de los métodos.	Conocer y aplicar el concepto de interpolación inversa. Programar la interpolación de datos según los métodos anteriores.		Entender los ejercicios del libro de texto del tema.
	31/03/2016	Segundo parcial			
12	27/10/2015	Definición de integración definida. Reglas rectangular y trapezoidal.	Interpretación de la integral y definición por sumas de Riemann. Aproximación de la integral por rectángulo. Aproximación de la integral por trapecios.	Definir el concepto de integración y las diferentes maneras de aproximar a una integral.	Ver video explicativo del método en Youtube
	29/10/2015	Reglas de Simpson (1/3 y 3/8). Método de Romberg	Determinar el valor de una integral aplicando las reglas de Simpson mencionadas. Motivación y definición del método. Aplicar los métodos a un problema real. Programar los métodos	Motivación de la regla de Simpson a partir de la interpolación cuadrática y cúbica de valores de las funciones. Motivación y definir el método de Romberg.	Ver video explicativo del método en Youtube

13	04/04/2016	Problemas que involucran ecuaciones diferenciales. Condiciones iniciales y de frontera. Método de Euler para ecuaciones diferenciales ordinarias con valores iniciales. <b>Segundo Parcial</b>	Plantear problemas y ejemplos de aplicación en el contexto de la ingeniería. Condiciones iniciales y de frontera en el contexto de los métodos numéricos para ecuaciones diferenciales. Definir el método de Euler y derivar su fórmula recursiva.	Motivación del uso de métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales.	Leer tema del libro de texto previamente
	07/04/2016	Método de Heun Método del polígono Método de Ralston	Definir el método de Heun y su fórmula recursiva. Definir el método del Polígono y derivar su fórmula recursiva. Definir el método de Ralston y derivar su fórmula recursiva.	Explicar el concepto de ecuación diferencial y las aplicaciones de las ecuaciones diferenciales	Tarea- Determinar diferencias entre los métodos vistos en clase
14	11/04/2016	Método de Runge-Kutta de cuarto orden	Definir el método de Runge-Kutta de cuarto orden y derivar su fórmula recursiva.		
	14/04/2016	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de Orden Superior y su representación como sistemas de primer orden	Determinar el sistema equivalente a problemas de orden superior		
15	18/04/2016	Solución de ecuaciones Diferenciales de Ordinarias de Orden Superior	Encontrar la solución de un sistema de ecuaciones		
	21/04/2016				
16	25/04/2016				

**Contenido temático del tercer examen parcial:**

- Método de Bisección

**Ponderación de actividades del tercer parcial**

25% Examen parcial

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Método de la secante</li><li>• Método de Newton-Raphson</li><li>• Solución analítica de sistemas de ecuaciones lineales</li><li>• Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales</li><li>• Regresión</li><li>• Interpolación</li><li>• Integración Numérica</li><li>• Solución numérica de ecuaciones diferenciales</li></ul> |  |
|--|--|

## Calendario de exámenes:

*De acuerdo a las políticas de escolar*

### POLÍTICAS GENERALES Y CÓDIGO DE ÉTICA

**Faltas:** Lo señalado por el reglamento, equivalen a 3 semanas. Ninguna falta es justificable.

**Inicio y fin de clase:** Las clases iniciarán 5 minutos después de la hora señalada y finalizarán 5 minutos antes de la hora señalada.

**Tareas y actividades individuales:** Las formas de entrega y evaluación se especifican en cada una de ellas. Todas las tareas y actividades deberán ser entregadas en formato y tiempo de entrega señalados.

**Reportes de lecturas y artículos:** Se entregará en forma individual, manuscritos en el formato establecido.

**Tareas y actividades colaborativas:** Se realizarán actividades durante los periodos parciales así como un proyecto final. En cada caso se proporcionarán especificaciones y serán publicadas en la blackboard. Las fechas de entrega se definirán en cada caso y NO podrán ser modificadas.

**Formación de equipos para el proyecto:** Se formarán equipos de trabajo (base) los cuales deberán ser multidisciplinarios (diferentes carreras), con un mínimo de 2 integrantes y un máximo de 4 integrantes. Además se formarán equipos especiales para la realización de algunas actividades, ya sean de investigación o exposición de algunos temas, estos estarán formados por un miembro de cada equipo base.

**Examen final:** de contenido teórico-práctico, se presentará en la fecha y hora establecidas por servicios escolares.