

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Métodos Numéricos**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVB-1029

(Créditos) SATCA<sup>1</sup>: **1-4-5**

## 2.- PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta un elemento de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en una competencia profesional:

- Diseñar y evaluar vehículos y artefactos marinos mediante procesos de diseño e ingeniería naval así como las normas, reglamentos y códigos correspondientes.

Este elemento de competencia se integra con otros en la unidad de competencia siguiente:

- ✓ Modelar y simular procesos y sistemas de acuerdo con los requerimientos de la arquitectura y de la ingeniería de los productos navales.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Utilizar los métodos numéricos para resolver los modelos matemáticos.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta básica para resolver numéricamente modelos matemáticos.

La asignatura consiste en un curso de métodos numéricos donde el énfasis se centra en los procedimientos numéricos para obtener soluciones aproximadas a modelos matemáticos.

Está relacionada hacia atrás con Cálculo Diferencial, Álgebra Lineal y Computación, y se relaciona hacia adelante con Cálculo Vectorial, Ecuaciones Diferenciales, y con Cálculos de Forma y Estabilidad.

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

## **Intención didáctica.**

Se organiza el temario en seis unidades, delimitando claramente los procedimientos de cálculo numérico para raíces, máximos y mínimos, regresión e interpolación, ecuaciones lineales, y diferenciación e integración.

La primera unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda la definición de un modelo matemático simple y las leyes de conservación e ingeniería. El segundo subtema describe los paquetes y programación, la programación estructurada, la programación modular, Excel, MATLAB y, otros lenguajes y bibliotecas. El tercer subtema discute las cifras significativas, la exactitud y precisión, las definiciones de error y, los errores de redondeo. El cuarto subtema trata la serie de Taylor, la propagación del error, el error numérico total y, las equivocaciones, errores de formulación e incertidumbre en los datos.

La segunda unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda los métodos gráficos, el método de la bisección, el método de la falsa posición y, las búsquedas por incrementos y determinación de valores iniciales. El segundo subtema describe la interacción simple de punto fijo, el método de Newton-Raphson, el método de la secante, las raíces múltiples y, sistemas de ecuaciones no lineales. El tercer subtema trata los polinomios en la ciencia y en la ingeniería, los cálculos con polinomios, los métodos convencionales, el método de Muller, el método de Bairstow y, otros métodos.

La tercera unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la solución de sistemas pequeños de ecuaciones, la eliminación de Gauss simple, las dificultades en los métodos de eliminación, las técnicas para mejorar las soluciones, los sistemas complejos, los sistemas de ecuaciones no lineales y, el método de Gauss-Jordan. El segundo subtema describe la descomposición LU, la matriz inversa y, el análisis del error y condiciones del sistema. El tercer subtema discute las matrices especiales, el método de Gauss-Seidel, y, las ecuaciones algebraicas lineales con bibliotecas y paquetes de software.

La cuarta unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la búsqueda de la sección dorada, la interpolación cuadrática y, el método de Newton. El segundo subtema describe los métodos directos y los métodos con gradiente. El tercer subtema discute la programación lineal, la optimización restringida no lineal y, la optimización con bibliotecas y paquetes de software.

La quinta unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la regresión lineal, la regresión polinomial, la regresión lineal múltiple, los mínimos cuadrados lineales en general y, la regresión no lineal. El segundo subtema describe la interpolación polinomial de Newton en diferencias divididas, los polinomios de interpolación de Lagrange, los coeficientes de un polinomio de interpolación, la interpolación inversa, comentarios adicionales y, la interpolación mediante trazadores (splines). El tercer subtema trata los ajustes de curvas con funciones

sinusoidales, la serie de Fourier continua, los dominios de frecuencias y de tiempo, la integral y transformada de Fourier, la transformada discreta de Fourier, la transformada rápida de Fourier, el espectro de potencia y, el ajuste de curvas con bibliotecas y paquetes de software.

La sexta unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la regla del trapecio, las reglas de Simpson, la integración con segmentos desiguales, las fórmulas de integración abierta y, las integrales múltiples. El segundo subtema describe los algoritmos de Newton-Cotes para ecuaciones, la integración de Romberg, la cuadratura de Gauss y, las integrales impropias. El tercer subtema trata las fórmulas de diferenciación con alta exactitud, la extrapolación de Richardson, las derivadas de datos irregularmente espaciados, las derivadas e integrales para datos con errores y, la integración y diferenciación numéricas con bibliotecas y paquetes de software.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

#### Competencias específicas:

Utilizar los métodos numéricos para resolver los modelos matemáticos.

#### Competencias genéricas

##### *Competencias instrumentales*

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos generales básicos
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua
- Conocimiento de una segunda lengua
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

##### *Competencias interpersonales*

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- Apreciación de la diversidad y multiculturalidad
- Habilidad para trabajar en un

|  |  |
|--|--|
|  | <p>ambiente laboral</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso ético</li> </ul> <p><i>Competencias sistémicas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Conocimiento de culturas y costumbres de otros países</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li> <li>• Preocupación por la calidad</li> <li>• Búsqueda del logro</li> </ul> |
|--|--|

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

| <b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>   | <b>Participantes</b>                                     | <b>Observaciones (cambios y justificación)</b> |
|--|--|--|
| <p>Instituto Tecnológico de Boca del Río y Mazatlán del 30 de noviembre del 2009 al 23 de abril del 2010</p> | <p>Representantes de la academia de ingeniería naval</p> | <p>Análisis y enriquecimiento</p>              |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

## 5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Analizar problemas que requieran álgebra y cálculo diferencial e integral por medio de los procedimientos de métodos numéricos y técnicas de programación mediante software.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar las técnicas de Computación para el análisis de problemas de ingeniería mediante Visual Basic, Excel y MATLAB
- Plantear y resolver problemas que requieren del concepto de función de una variable para modelar y de la derivada para resolver
- Resolver problemas de aplicación e interpretar las soluciones utilizando matrices y sistemas de ecuaciones lineales para las diferentes áreas de la ingeniería.
- Identificar las propiedades de los espacios vectoriales y las transformaciones lineales para describirlos, resolver problemas y vincularlos con otras ramas de las matemáticas

## 7.- TEMARIO

| Unidad | Temas                            | Subtemas   |
|--------|----------------------------------|--|
| 1      | Introducción a métodos numéricos | 1.1 Modelos matemáticos<br>1.2 Programación y software<br>1.3 Aproximaciones y errores de redondeo<br>1.4 Errores de truncamiento y la serie de Taylor |
| 2      | Raíces de ecuaciones             | 2.1 Métodos cerrados<br>2.2 Métodos abiertos<br>2.3 Raíces de polinomios   |
| 3      | Ecuaciones algebraicas lineales  | 3.1 Eliminación de Gauss<br>3.2 Descomposición LU e inversión de matrices<br>3.3 Matrices especiales y el método de Gauss-Seidel                       |
| 4      | Optimización                     | 4.1 Optimización unidimensional no restringida<br>4.2 Optimización multidimensional no restringida<br>4.3 Optimización restringida                     |

|   |                                       |   |
|---|---------------------------------------|---|
| 5 | Ajuste de curvas                      | 5.1 Regresión por mínimos cuadrados<br>5.2 Interpolación<br>5.3 Aproximación de Fourier                     |
| 6 | Diferenciación e integración numérica | 6.1 Fórmulas de integración de Newton-Cotes<br>6.2 Integración de ecuaciones<br>6.3 Diferenciación numérica |

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo, orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo, y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.

- Facilitar el contacto directo con materiales, instrumentos y software, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Cuando los temas lo requiera, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, internet, paquetes de software, etc)

## **9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Solución de casos prácticos, con participación individual o en grupo.
- Participación en proyectos y ensayos.
- Formulación de estrategias para resolver problemas.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Prácticas de laboratorio o simulación con paquetes de software.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Utilización de principios en la solución de problemas.
- Participación activa y crítica en clases.
- Asistencia a tutorías.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.

## **10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE**

## Unidad 1: Introducción a métodos numéricos.

| Competencia específica a desarrollar   | Actividades de Aprendizaje   |
|--|--|
| <p>Conocer la programación y los paquetes de software para la resolución de modelos matemáticos.</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Reconocer la diferencia entre soluciones analíticas y numéricas</li><li>• Entender cómo las leyes de la conservación se emplean para desarrollar modelos matemáticos de sistemas físicos</li><li>• Definir diseño modular y top-down</li><li>• Definir las reglas para la programación estructurada</li><li>• Elaborar programas estructurados y modulares en un lenguaje de alto nivel</li><li>• Saber cómo se traducen los diagramas de flujo estructurado y el pseudocódigo al código en un lenguaje de alto nivel</li><li>• Aplicar el software MATLAB</li><li>• Reconocer la diferencia entre error de truncamiento y error de redondeo</li><li>• Comprender los conceptos de cifras significativas, exactitud y precisión</li><li>• Conocer la diferencia entre error relativo verdadero, error relativo aproximado y error aceptable y entender cómo éstos dos últimos sirven para terminar un cálculo iterativo</li><li>• Entender cómo se representan los números en las computadoras y cómo tal representación induce errores de redondeo, en particular, conocer la diferencia entre precisión simple y</li></ul> |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>extendida</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer cómo la aritmética de la computadora llega a presentar y amplificar el error de redondeo en los cálculos, en particular, apreciar el problema de la cancelación por sustracción</li> <li>• Saber cómo la serie de Taylor y su residuo se emplean para representar funciones continuas</li> <li>• Conocer la relación entre diferencias finitas divididas y derivadas</li> </ul> |
|--|---|

## Unidad 2: Raíces de ecuaciones.

| <b>Competencia específica a desarrollar</b>                                    | <b>Actividades de Aprendizaje</b>  |
|--|--|
| <p>Aplicar métodos y técnicas numéricas para obtener raíces de ecuaciones.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la interpretación gráfica de una raíz</li> <li>• Conocer la interpretación gráfica del método de la falsa posición y por qué, en general, es mejor que el método de bisección</li> <li>• Entender la diferencia entre los métodos cerrados y los métodos abiertos para la localización de las raíces</li> <li>• Entender los conceptos de convergencia y de divergencia; usar el método gráfico de las dos curvas para tener una idea visual de los conceptos</li> <li>• Saber por qué los métodos cerrados siempre convergen, mientras que los métodos abiertos algunas veces pueden</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>divergir</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar que la convergencia en los métodos abiertos es más segura si el valor inicial está cercano a la raíz verdadera</li> <li>• Entender los conceptos de convergencia lineal y cuadrática, así como sus implicaciones en la eficiencia de los métodos de iteración de punto fijo y de Newton-Raphson</li> <li>• Conocer las diferencias fundamentales entre el método de la falsa posición y el método de la secante, y cómo se relacionan con la convergencia</li> <li>• Comprender los problemas que presentan raíces múltiples y las modificaciones que se pueden hacer para reducir dichos problemas</li> <li>• Saber cómo extender el método de Newton-Raphson de una sola ecuación no lineal con el propósito de resolver sistemas de ecuaciones no lineales</li> </ul> |
|--|--|

**Unidad 3: Ecuaciones algebraicas lineales.**

| <b>Competencia específica a desarrollar</b>  | <b>Actividades de Aprendizaje</b>   |
|--|---|
| <p>Aplicar métodos y técnicas numéricas para resolver ecuaciones algebraicas lineales.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la interpretación gráfica de sistemas mal condicionados y cómo se relacionan con el determinante</li> <li>• Entender los problemas de división entre cero, errores de redondeo y mal</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>condicionamiento</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Saber cómo calcular el determinante con la eliminación de Gauss</li><li>• Comprender las ventajas del pivoteo y notar la diferencia entre pivoteos parcial y completo</li><li>• Saber la diferencia fundamental entre el método de eliminación de Gauss y el de Gauss-Jordan y cuál es más eficiente</li><li>• Reconocer el modo en que la eliminación de Gauss se formula como una descomposición LU</li><li>• Saber cómo incorporar el pivoteo y la inversión de matrices en un algoritmo de descomposición LU</li><li>• Entender cómo los sistemas bandedos y simétricos pueden descomponerse y resolverlos de manera eficiente</li><li>• Entender por qué el método de Gauss-Seidel es adecuado para grandes sistemas de ecuaciones dispersos</li><li>• Comprender cómo valorar la diagonal dominante de un sistema de ecuaciones y el modo de relacionarla con el sistema para que pueda resolverse con el método de Gauss-Seidel</li><li>• Entender la fundamentación de la relajación y saber dónde son apropiadas la bajorrelajación y la sobrerrelajación</li></ul> |
|--|--|

## Unidad 4: Optimización.

| <b>Competencia específica a desarrollar</b>                                   | <b>Actividades de Aprendizaje</b>   |
|---|---|
| Aplicar métodos y técnicas numéricas para resolver problemas de optimización. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Comprender los principales elementos del problema de optimización general: función objetivo, variables de decisión y restricciones</li><li>• Distinguir entre la optimización lineal y la no lineal, y entre problemas con restricciones y sin restricciones</li><li>• Localizar el óptimo de una función en una sola variable mediante la búsqueda de la sección dorada, la interpolación cuadrática y el método de Newton</li><li>• Escribir un programa y encontrar el óptimo de una función multivariada usando la búsqueda aleatoria</li><li>• Comprender las ideas de los patrones de búsqueda, las direcciones conjugadas y el método de Powell</li><li>• Comprender las ideas básicas de los métodos del gradiente conjugado, de Newton, de Marquardt y de cuasi-Newton</li><li>• Plantear y resolver problemas de programación lineal bidimensional con los métodos gráfico y simplex</li><li>• Plantear y resolver problemas de optimización restringidos no lineales utilizando MATLAB</li></ul> |

## Unidad 5: Ajuste de curvas.

| Competencia específica a desarrollar                     | Actividades de Aprendizaje   |
|--|--|
| Aplicar métodos y técnicas numéricas para ajustar curvas | <ul style="list-style-type: none"><li>• Comprender la diferencia fundamental entre regresión e interpolación</li><li>• Entender la deducción de la regresión lineal por mínimos cuadrados y ser capaz de evaluar la confiabilidad del ajuste mediante evaluaciones gráficas y cuantitativas</li><li>• Entender situaciones donde son apropiadas las regresiones polinomiales, múltiples y no lineales</li><li>• Reconocer la analogía entre el polinomio de Newton y la expansión de la serie de Taylor, y cómo se relaciona el error de truncamiento</li><li>• Reconocer que los datos no tienen que estar igualmente espaciados ni en un orden particular para los polinomios de Newton o de Lagrange</li><li>• Saber por qué son útiles las formulas de interpolación con igual espaciamiento</li><li>• Reconocer cómo se usa la serie de Fourier para ajustar datos a funciones periódicas</li><li>• Entender la diferencia entre dominios de frecuencia y de tiempo</li></ul> |

## Unidad 6: Diferenciación e integración numérica

| <b>Competencia específica a desarrollar</b>  | <b>Actividades de Aprendizaje</b>   |
|--|---|
| <p>Aplicar métodos y técnicas numéricas para problemas de diferenciación e integración</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender la obtención de las fórmulas de Newton-Cotes</li> <li>• Saber cómo obtener las reglas del trapecio y de Simpson</li> <li>• Reconocer que las reglas del trapecio y las de Simpson (<math>1/3</math> y <math>1/8</math>) representan las áreas bajo los polinomios de primero, segundo y tercer grado, respectivamente</li> <li>• Conocer las fórmulas y las ecuaciones de error para la regla del trapecio, la regla del trapecio de aplicación múltiple, la regla de Simpson <math>1/3</math>, la regla de Simpson <math>3/8</math>, y la regla de Simpson de aplicación múltiple</li> <li>• Comprender que la regla de Simpson <math>1/3</math> tiene una exactitud de cuarto orden, aún cuando se base en sólo tres puntos, y darse cuenta de que todas las fórmulas de Newton-Cotes de segmentos pares y puntos impares tienen exactitud mejorada similar</li> <li>• Saber cómo evaluar la integral y la derivada de datos desigualmente espaciados</li> <li>• Reconocer la diferencia entre las fórmulas de integración abierta y cerrada</li> <li>• Entender la base teórica de la extrapolación de Richardson y cómo se aplica en el algoritmo de integración de Romberg y en diferenciación numérica</li> <li>• Distinguir la diferencia fundamental</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>entre las fórmulas de Newton-Cotes y de cuadratura de Gauss</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar por qué la integración de Romberg y la cuadratura de Gauss tienen utilidad cuando se integran ecuaciones (a diferencia de datos tabulares o discretos)</li> <li>• Saber cómo se emplean las fórmulas de integración abierta para evaluar integrales impropias</li> <li>• Entender la aplicación de fórmulas de diferenciación numérica de alta precisión</li> <li>• Saber cómo diferenciar datos desigualmente espaciados</li> <li>• Reconocer los diferentes efectos del error en los datos para los procesos de integración y diferenciación numéricos</li> </ul> |
|--|--|

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

### NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Chapra, Steven C., & Canale, Raymond P., Métodos Numéricos Para Ingenieros 5 edición, Ed. Mc Graw Hill
2. Moore, Holly, MATLAB Para Ingenieros, Ed. PEARSON

### RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Gerald, Curtis F., & Wheatley, Patrick O., Análisis Numérico con Aplicaciones 6 edición, Ed. PEARSON
2. Nakamura, Shoichiro, Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB, Ed. PEARSON

3. Mathews, John H., Métodos Numéricos con MATLAB 3 edición, Ed. PEARSON

## **12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS**

1. Experimentar con software MATLAB solución de raíces de ecuaciones
2. Experimentar con software MATLAB solución de ecuaciones algebraicas lineales
3. Experimentar con software MATLAB solución de máximos y mínimos
4. Experimentar con software MATLAB solución de mínimos cuadrados e interpolación
5. Experimentar con software MATLAB solución de diferenciación e integración numérica