

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Métodos Numéricos</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Hidrológica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica</b>
Clave de la asignatura :	<b>AEC-1046</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>2-2-4</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero la capacidad de aplicar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales en la solución de problemas para formular modelos, analizar procesos y elaborar prototipos mecánicos y mecatrónicos. Así mismo le permite utilizar el pensamiento creativo y crítico en el análisis de situaciones relacionadas con la ingeniería mecánica, para la toma de decisiones. De igual forma, podrá participar en proyectos tecnológicos y de investigación científica con el objetivo de restituir y conservar el medio ambiente para propiciar un desarrollo sustentable.

Esta asignatura requiere haber cursado previamente la asignatura de Algoritmos y Programación así como del dominio de los conceptos fundamentales de Álgebra lineal, Cálculo Diferencial y Cálculo integral. El propósito de la asignatura es que el estudiante tenga las herramientas para resolver problemas de ingeniería, física y matemáticas que no pueden resolverse por técnicas analíticas por resultar demasiado complejas o laboriosas. Estos problemas se presentan en una gran variedad de situaciones complejas en asignaturas posteriores del plan de estudios de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica como Ecuaciones diferenciales, Mecánica de Materiales I y II, Termodinámica, Transferencia de calor, Mecánica de Fluidos, Análisis de fluidos, Vibraciones Mecánicas, Diseño Mecánico I y II, Diseño de elementos mecánicos y mecanismos.

### **Intención didáctica.**

El temario se organiza en seis unidades. Al término de cada una de las unidades temáticas se deben resolver problemas orientados a mostrar las aplicaciones en el área de la ingeniería mecánica. Se comienza con una introducción a los métodos numéricos, donde se dan definiciones y conceptos relacionados con la asignatura. La segunda unidad trata de la búsqueda de raíces de ecuaciones donde se estudian los métodos de intervalos, los métodos abiertos y métodos para raíces múltiples.

En la tercera unidad se determinan los métodos numéricos usados para resolver los sistemas de ecuaciones lineales algebraicas, como son el Método de eliminación Gaussiana, Método de Gauss-Jordan, Estrategias de pivoteo, Método de descomposición LU, Método de Gauss-Seidel, Método de Krylov, Obtención de Eigenvalores y Eigenvectores, Método de diferencias finitas, Método de mínimos cuadrados.

La cuarta unidad comienza abordando interpolación lineal y cuadrática, polinomios de interpolación con diferencias divididas de Newton, polinomios de Lagrange y finalmente se estudia regresión por mínimos cuadrados lineales y cuadráticos. En la cuarta unidad se hace un estudio de los principales métodos para derivación e integración numérica.

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Finalmente, en la quinta unidad se presentan fundamentos de ecuaciones diferenciales ordinarias y los métodos numéricos básicos de solución: Métodos de un solo paso (Euler, Euler mejorado, Runge Kutta) y los métodos de pasos múltiples.

En cada unidad de aprendizaje se sugieren actividades que pueden ser desarrolladas por los estudiantes y por el docente. Se requiere que el docente guíe al estudiante resolviendo primeramente problemas modelo y que luego el estudiante resuelva por cuenta propia problemas de manera que adquiera confianza y dominio en la resolución de este tipo de ejercicios.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Utilizar algoritmos numéricos para obtener soluciones aproximadas de modelos matemáticos de interés en física e ingeniería que no se pueden resolver por métodos analíticos, contando con elementos de análisis que le permitan elegir el método que proporcione el mínimo de error dependiendo de las condiciones del problema, utilizando como herramienta un lenguaje de programación.</li><li>▪ Explicar, modelar y diseñar desde un punto de vista matemático el comportamiento de los sistemas y procesos de físicos, químicos, térmicos, estructurales, manufactura, eléctricos, magnéticos, electrónicos y computacionales.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Comunicación oral y escrita</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales.</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></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 generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Búsqueda del logro.</li></ul>	
---	--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:                      Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 9 de abril de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos:                      Tuxtla Gutiérrez, Superior de Cd. Serdán y Superior de Tepexi de Rodríguez.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas, del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:                      Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:                      Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Superior de Guanajuato, Hermosillo, Superior de Huichapan, Superior de Irapuato, Superior de Jilotepec, Superior de Jocotitlán, La Laguna, Superior de Oriente del Estado de Hidalgo,</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.</p>

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
	Pabellón de Arteaga, Parral, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tlalnepantla, Toluca y Superior de Zacapoaxtla.	
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.	Academias de Ingeniería Mecatrónica de los Institutos Tecnológicos: Superior de Irapuato y Toluca.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Superior de Guanajuato, Hermosillo, Superior de Huichapan, Superior de Irapuato, Superior de Jilotepec, Superior de Jocotitlán, La Laguna, Mexicali, Superior de Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Toluca y Superior de Zacapoaxtla.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Roque, del 6 al 8 de octubre de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Chilpancingo, Ciudad Madero, Orizaba, Pachuca, Roque, Superior de Irapuato, Superior de Poza Rica, Altiplano de Tlaxcala, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Hidrológica.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 11 de octubre al 3 de diciembre de 2010.	Academias de Ingeniería Hidrológica de los Institutos Tecnológicos: Apizaco, Boca del Río, Chilpancingo, Ciudad Madero, Orizaba, Pachuca, Roque, Superior de Irapuato, Superior de Poza Rica, Altiplano de Tlaxcala, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Hidrológica.
Instituto Tecnológico de Roque, del 6 al 9 de diciembre de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Orizaba, Pachuca, Roque, Superior de Irapuato, Superior de Poza Rica, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Hidrológica.
Instituto Tecnológico de	Representantes de los Institutos	Reunión de Trabajo para

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
Roque, el 3 y 4 de noviembre de 2011.	Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Orizaba y Roque.	la Consolidación de la Carrera de Ingeniería Hidrológica.
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Acapulco, Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Apizaco, Boca del Río, Ciudad Cuauhtémoc, Ciudad Juárez, Ciudad Madero, Ciudad Victoria, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Superior de Coatzacoalcos, Colima, Cuautla, Durango, Superior de El Dorado, El Llano de Aguascalientes, Huejutla, Huatabampo, Superior de Huixquilucan, Iguala, Superior de Irapuato, La Laguna, La Paz, León, Linares, Superior de Macuspana, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Nuevo Laredo, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Orizaba, Pachuca, Superior de Pátzcuaro, Superior de Poza Rica, Superior de Progreso, Puebla, Superior de Puerto Vallarta, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tacámbaro, Superior de Tamazula de Gordiano, Tehuacán, Tijuana Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Superior de Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Superior de Zongólica.	Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: La Laguna, Durango, Mérida, Pachuca y Cd. Victoria.	Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.



## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Utilizar algoritmos numéricos para obtener soluciones aproximadas de modelos matemáticos de interés en física e ingeniería que no se pueden resolver por métodos analíticos, contando con elementos de análisis que le permitan elegir el método que proporcione el mínimo de error dependiendo de las condiciones del problema, utilizando como herramienta un lenguaje de programación.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Dominar el álgebra.
- Solucionar derivadas e integrales definidas de una variable
- Relacionar principios de física general.
- Manejar un lenguaje de programación y/o software relacionado de última generación
- Leer e interpretar funciones en diferentes contextos.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Introducción a los métodos numéricos	1.1. Conceptos básicos: Algoritmos y aproximaciones 1.2. Tipos de errores: Error absoluto, error relativo, error porcentual, errores de redondeo y truncamiento 1.3. Convergencia
2.	Raíces de ecuaciones	2.1. Métodos de intervalos: Gráficos, Bisección y falsa posición 2.2. Métodos abiertos: Iteración punto fijo, Método de Newton Raphson y Método de la secante. Métodos para raíces múltiples. 2.3. Aplicaciones a la ingeniería mecánica
3.	Sistemas de Ecuaciones Lineales Algebraicas	3.1. Método de eliminación Gaussiana 3.2. Método de Gauss-Jordan 3.3. Estrategias de pivoteo 3.4. Método de descomposición LU 3.5. Método de Gauss-Seidel 3.6. Método de Krylov 3.7. Obtención de Eigenvalores y Eigenvectores 3.8. Método de diferencias finitas 3.9. Método de mínimos cuadrados
4.	Ajuste de curvas e interpolación	4.1. Interpolación: Lineal y cuadrática 4.2. 4.2 Polinomios de interpolación: Diferencias divididas de Newton y de



		<p>Lagrange</p> <p>4.3. Regresión por mínimos cuadrados: Lineal y Cuadrática.</p> <p>4.4. Aplicaciones.</p>
5.	Derivación e integración numérica	<p>5.1. Derivación numérica</p> <p>5.2. Integración numérica: Método del trapecio, Métodos de Simpson 1/3 y 3/8.</p> <p>5.3. Integración con intervalos desiguales</p> <p>5.4. Aplicaciones</p>
6.	Ecuaciones diferenciales ordinarias	<p>6.1. Fundamentos de ecuaciones diferenciales</p> <p>6.2. Métodos de un paso: Método de Euler, Método de Euler mejorado y Método de Runge-Kutta</p> <p>6.3. Métodos de pasos múltiples</p> <p>6.4. Aplicaciones a la ingeniería.</p>

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Ejemplo: buscar y contrastar las diferencias que existen entre los métodos abiertos y los métodos cerrados para la búsqueda de raíces.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: al socializar los resultados de las investigaciones y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional. Ejemplos: Al finalizar cada unidad resolver en equipo un problema de aplicación de esa unidad que tenga aplicación en alguna asignatura que estén cursando.
- 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. Ejemplos: identificar el método numérico más adecuado para la búsqueda de una raíz a partir de la gráfica de la función en problemas de termodinámica.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: Presentar de manera oral y escrita el trabajo de aplicación de cada unidad de aprendizaje.
- 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.
- Cuando los temas lo requieran, 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, etc.).
- El docente debe 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.
- El docente debe mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes y tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

## 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:

- Exámenes teóricos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Exámenes prácticos para comprobar que se domina el lenguaje de programación
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Ejercicios y programas realizados durante las clases y los realizados extra-clase.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Introducción a los Métodos Numéricos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Reconocer los conceptos básicos que se emplean en los métodos numéricos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los conceptos de algoritmos y aproximación para su discusión y análisis en grupo.</li><li>• Investigar los conceptos de errores y elaborar un mapa conceptual con los distintos tipos de errores.</li><li>• Investigar y analizar las condiciones para que un método numérico tenga convergencia.</li></ul>

### Unidad 2: Raíces de ecuaciones

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar los distintos métodos numéricos para la búsqueda de raíces de ecuaciones en la solución de problemas de ingeniería mecánica y mecatrónica.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar en que situaciones se emplean los métodos abiertos y de intervalo para la búsqueda de raíces de ecuaciones</li><li>• Resolver ejercicios donde se utilicen los distintos métodos de búsqueda de raíces, sin el uso de software.</li><li>• Elaborar pseudocódigos de los distintos algoritmos de búsqueda de raíces.</li><li>• Elaborar diagramas de flujo de los distintos algoritmos de búsqueda de raíces</li><li>• Elaborar los programas en un lenguaje de programación o software de aplicación</li><li>• Resolver problemas de aplicación a la ingeniería para emplear los programas realizados.</li></ul>

### Unidad 3: Sistemas de Ecuaciones Lineales Algebraicas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar los distintos métodos numéricos para la búsqueda de	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar en que situaciones en donde se emplean los métodos de solución de ecuaciones lineales algebraicas</li></ul>

<p>solución de sistemas de ecuaciones lineales algebraicas en la resolución de problemas de ingeniería mecánica y Mecatrónica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver ejercicios donde se utilicen los distintos métodos de solución de ecuaciones lineales algebraicas, sin el uso de software.</li> <li>• Elaborar pseudocódigos de los distintos algoritmos de búsqueda soluciones de las ecuaciones lineales algebraicas.</li> <li>• Elaborar diagramas de flujo de los distintos algoritmos de búsqueda las ecuaciones lineales algebraicas.</li> <li>• Elaborar los programas en un lenguaje de programación o software de aplicación</li> <li>• Resolver problemas de aplicación a la ingeniería para emplear los programas realizados.</li> </ul>
--	---

#### Unidad 4: Ajuste de curvas e interpolación

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Seleccionar a partir de un conjunto de datos experimentales la curva que mejor se ajuste.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los principales conceptos relacionados con datos experimentales (muestra, media, etc.)</li> <li>• Investigar los distintos métodos para ajustar un conjunto de datos y cuáles son sus ventajas y desventajas</li> <li>• Investigar y exponer los principales métodos de interpolación</li> <li>• Resolver problemas de ajuste de curvas</li> <li>• Elaborar algoritmos para ajustar datos con su respectivo diagrama de flujo</li> <li>• Programar los algoritmos vistos en la unidad utilizando un lenguaje de programación o software de aplicación.</li> </ul>

#### Unidad 5: Derivación e integración numérica

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Emplear los métodos numéricos en la diferenciación e integración para resolver problemas de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar una lista de integrales que no puedan resolverse por métodos analíticos</li> <li>• Investigar cuáles son las aplicaciones de las derivadas que se calculan de forma numérica</li> <li>• Elaborar pseudocódigos y diagramas de flujo de los principales métodos de derivación e integración numérica</li> <li>• Programar los distintos algoritmos para calcular derivadas e integrales numéricas</li> <li>• Resolver problemas de aplicación de</li> </ul>

	asignaturas que se cursan simultáneamente y requieran calcular derivadas e integrales numéricas.
--	--

**Unidad 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Utilizar los métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias básicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los conceptos básicos de ecuaciones diferenciales</li> <li>• Resolver ecuaciones diferenciales ordinarias básicas de forma analítica y numérica con la ayuda del Profesor</li> <li>• Utilizar software de aplicación para comprobar resultados.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Chapra, Steven C. et. al., *Métodos Numéricos para ingenieros*, Mc. Graw Hill.
2. Nieves, A., et. al., *Métodos Numéricos*, 3ª edición, Editorial Patria.
3. De Conte, Samuel and Boor Carl D., *Numerical Analysis*, Mc. Graw Hill.
4. Burden, R. L. y Faires D. J. *Análisis numérico*. Editorial Iberoamérica.
5. Etter, Dolores M. *Solución de problemas de ingeniería con Matlab*. Editorial Prentice Hall, 1997. 2ª edición.
6. Luthe, Olivera & Schutz *Métodos numéricos*. Editorial Limusa.
7. Nakamura, Shoichiro. *Análisis numérico y visualización gráfica con Matlab*, Editorial Prentice Hall.1997.
8. Joyanes Aguilar Luis. *Fundamentos de programación*. Editorial Mc Graw Hill.
9. Mathews, J. y Fink, C.D. *Metodos Numericos con MATLAB*, Prentice-Hall.
10. Quintana H. P., Villalobos O. E., Cornejo Serrano, Ma. del Carmen.
11. *Metodos Numericos con aplicaciones en Excel*. Reverte, 2005.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Elaboración de diagramas de flujo y desarrollo de programas de cómputo que utilicen los diferentes algoritmos para encontrar raíces de ecuaciones lineales.
- Desarrollo de programas de cómputo que ajusten una función a partir de un conjunto de datos de entrada.
- Elaboración diagramas de flujo y desarrollo de programas de cómputo para obtener derivadas e integrales numéricas.
- Crear programas donde se utilicen funciones propias del lenguaje de programación o software de aplicación para métodos numéricos.
- Desarrollo de programas para obtener mínimos cuadrados.